

БИОМЕХАНИКА ДВИЖЕНИЙ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВОЛЕЙБОЛЬНОЙ ПОДАЧИ В ПРЫЖКЕ

Щученко А.Г., Бондаренко К.К.

*Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины,
Беларусь, Гомель*

Аннотация: в статье приведены данные кинематических и динамических параметров движения при выполнении подачи в прыжке в волейболе. Рассчитаны показатели крутящих моментов в плечевых и локтевых суставах. Дана оценка взаимосвязи ударных действий руки над головой с возможности травмирования в суставах.

Ключевые слова: волейбол, подача в прыжке, крутящий момент.

Введение. Результативность игровой деятельности в волейболе во многом зависит от результативности подач. Плечо является третьей наиболее часто травмируемой частью тела в волейболе, при этом большинство проблем с плечом возникает в результате хронического перенапряжения [2]. Из элементов волейбола, удар в прыжке по мячу над головой, является самым взрывным [3]. Игроки, которые специализируются на атакующем аспекте игры, более склонны к травмированию в плечевом и локтевом суставах [8].

Ряд исследований ранее уже был посвящен биомеханике волейбола, с описанием характера движения при выполнении атакующих ударов в волейболе [1, 7]. Кроме того, несколько исследований были сосредоточены на кинематике верхних конечностей во время удара — корреляции движений плеч и локтей со скоростью мяча, скоростью рук, и высоты прыжка [6, 9]. Два исследования также определили паттерны мышечной активации, участвующие в подаче и подаче [5, 10].

Цель исследования заключалась в определении биомеханических

параметров движения при выполнении подачи в прыжке в волейболе.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 12 спортсменов-волейболистов, членов сборной команды Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. Их средний возраст спортсменов составил 19.8 ± 1.9 лет. Рост и вес спортсменов составлял 1.81 ± 0.11 м и 77.5 ± 6.8 кг соответственно. По состоянию здоровья ни у кого из спортсменов не было травм плечевого или локтевого суставов в течение одного года до проведения исследования.

Исследования проводились в течение двух месяцев, во время которых осуществлялась видеосъёмка подач в прыжке во время проведения Кубка города Гомеля и спартакиады вузов гомельской области. Кроме соревновательной деятельности, осуществлялся видеоанализ подачи во время тренировочных занятий. Всего было проанализировано 84 подачи, выполненные в условиях соревнований и 143 подачи во время тренировочной деятельности.

Кинематический анализ движения верхних конечностей рассчитывался при перемещении и скорости трёх положений плеча (наружная ротация, горизонтальное приведение и отведение) и одного положения в локтевом суставе локтя (сгибание). Динамические параметры движения (момент инерции плеча и предплечья) были рассчитаны на основе кинематических данных. Динамические значения определяли, как расчетную нагрузку, приложенную проксимальным сегментом к дистальному. Скорость мяча рассчитывалась на основе покадровых значений перемещения с учётом скорости видеосъёмки.

Местоположение ОЦМ тела в различных узловых положениях были рассчитаны посредством программного обеспечения RshetCM. Кинематические характеристики движения верхних конечностей рассчитывались с учётом перемещения и параметров скорости наружной

ротации, горизонтального приведения и отведения плеча и сгибания в локтевом суставе.

Динамические параметры движения (крутящий момент внутреннего вращения плеча и варусный локтевой крутящий момент), были рассчитаны в плечевом и локтевом суставах на основании кинематических данных. Динамические значения движения были получены как расчетные параметры, приложенные к суставу проксимальным концом сегмента на дистальный.

Результаты исследования и их обсуждение. Поддача мяча в прыжке была разделена на пять узловых положений в зависимости от задач исследования: подготовка, отталкивание, замах, ударное действие и послеударное действие (рис. 1).



Рисунок 1 – Узловые элементы волейбольной поддачи в прыжке

Переход от замаха к ударному действию связан моментом максимального наружного вращения плеча. Перед выполнением удара по мячу спортсмен поднимает и отводит руку с последующим наружным вращением в плечевом сочленении. Во время выполнения ударного

действия выполняется ускорение звеньев руки по траектории, позволяющей выполнить ударное взаимодействие с мячом в желаемом положении над головой. В момент контакта с мячом рука должна быть согнута и повернута внутрь в плечевом суставе и разогнута в локтевом суставе. Предплечье пронировано в большей или меньшей степени, в зависимости от того, в каком направлении спортсмен планирует направить мяч.

Максимальный крутящий момент внутреннего вращения в плечевом суставе (37.12 ± 4.19 Н·м) и максимальный варусный локтевой крутящий момент (39.8 ± 4.89 Н·м) были созданы во время максимальной внешней ротации, составившей 2.775 ± 0.19 радиан, чтобы замедлить взвод руки и инициировать вращение руки вперед (таблица 1). Максимальные проксимальные усилия были созданы в конце фазы ускорения руки, чтобы противостоять дистракции сустава. Рассчитанные максимальные показатели проксимальных сил плечевого и локтевого суставов показали значения 314.8 ± 28.4 Н и 241.3 ± 19.7 Н соответственно.

Таблица 1

Кинематические и динамические параметры движения при выполнении волейбольной подачи в прыжке

| Биомеханические параметры движения | $X \pm \delta$ |
|---|-------------------|
| Максимальный крутящий момент внутреннего вращения в плечевом суставе, Н·м | 37.12 ± 4.19 |
| Максимальный варусный локтевой крутящий момент, Н·м | 39.8 ± 4.89 |
| Максимальная внешняя ротация плеча, рад | 2.775 ± 0.19 |
| Максимальная проксимальная сила плечевого сустава, Н | 314.8 ± 28.4 |
| Максимальная проксимальная сила локтевого сустава, Н | 241.3 ± 19.7 |
| Максимальная угловая скорость разгибания локтя, рад/с | 25.953 ± 2.17 |
| Максимальная угловая скорость внутреннего вращения плечевого сустава, рад/с | 42.115 ± 3.51 |

Кинематические пространственно-временные параметры вращательного движения в суставных сочленениях бьющей руки показали следующие значения: максимальная угловая скорость разгибания локтя –

25.953 ± 2.17 рад/с; максимальная угловая скорость внутреннего вращения плечевого сустава – 42.115 ± 3.51 рад/с (таблица 1).

Крутящий момент внутреннего вращения плеча и варусный момент локтевого сустава при выполнении подачи в прыжке в настоящем исследовании были менее 50 Н·м, значение, определенное как эмпирический порог повреждения верхней конечности. Кроме того, сила и крутящий момент в плечевом и локтевом суставе ниже у волейболистов, чем силы и крутящие моменты, создаваемые при выполнении удара в прыжке у бадминтонистов и теннисистов, что свидетельствует об относительно низком риске травмы локтя, связанной с волейболом [4, 9].

Заключение. В процессе исследования выявлено, что волейболистам, которые сильно и часто выполняют нападающий удар, следует подумать об ограничении количества подач в прыжке, так как хроническая перегрузка при повторяющихся подачах в прыжке может способствовать риску напряжения связок в плечевом суставе. Ограничивая количество повторений сложных ударных действий руки над головой, волейболисты могут снизить риск развития симптомов чрезмерного напряжения мышц и связок. К сожалению, биомеханические показатели, полученные в нашем исследовании, не определяют соответствующий верхний предел количества повторений.

Литература

1. Бондаренко, А.Е. Модельные параметры нападающего удара в волейболе / А.Е. Бондаренко, Э.А. Гайков, Е.А. Мочалова // Игровые виды спорта: актуальные вопросы теории и практики: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти ректора ВГИФК В.И. Сыроева; под ред. А. В. Сыроева [и др.]. – Воронеж: Научная книга, 2018. – С. 374-380.

2. Бондаренко, К.К. Влияние физических нагрузок на биомеханику движений в волейболе / К.К. Бондаренко, В.А. Сычова / Игровые виды

спорта: актуальные вопросы теории и практики: сб. науч. статей 2-ой Межд. н.-пр. конф., посв. памяти ректора ВГИФК В. И. Сысоева. / [под ред. А.В. Сысоева и др]. – Воронеж: изд-во ООО "РИТМ", 2019. – С.311-315.

3. Бондаренко, К.К. Кинематическая структура движений при верхней подаче с разбега в волейболе / К.К. Бондаренко, В.А. Сычова / Игровые виды спорта: актуальные вопросы теории и практики: сб. науч. статей 2-ой Межд. н.-пр. конф., посв. памяти ректора ВГИФК В. И. Сысоева. / [под ред. А.В. Сысоева и др]. – Воронеж: изд-во ООО "РИТМ", 2019. – С.307-311.

4. Коршук, М.М. Оценка физической работоспособности бадминтонистов / М.М. Коршук [и др.] // Игровые виды спорта: актуальные вопросы теории и практики: сб. науч. статей атей 1-ой Межд. н.-пр. конф., посв. памяти ректора ВГИФК В. И. Сысоева.; редкол.: А.В. Сысоев [и др.]. – Воронеж: «Научная книга», 2018. – С. 241-245.

5. Коршук, М.М. Использование видеоанализа движения для обучения подаче в бадминтоне / М. М. Коршук, А. Е. Бондаренко // Физическая культура и спорт в современном мире. Сборник научных статей. Редколлегия: Г.И. Нарский (гл. ред.) [и др.]. Гомель, 2021. – С. 233-237.

6. Коршук, М.М. Оценка специальной работоспособности и функциональных возможностей организма бадминтонистов / М. М. Коршук, Т. А. Ворочай, А. Е. Бондаренко // Игровые виды спорта: актуальные вопросы теории и практики: сб. науч. статей 1-ой Межд. н.-пр. конф., посв. памяти ректора ВГИФК В. И. Сысоева.; редкол.: А.В. Сысоев [и др.]. – Воронеж: «Научная книга», 2018. – С. 301-307.

7. Мочалова Е.А. Изменение функционального состояния скелетных мышц при выполнении нападающего удара в волейболе / Е. А. Мочалова, С. С. Волкова, К. К. Бондаренко // Научные исследования – инструмент

для новых возможностей развития: мат. Междун. н.-пр. конф. Т. III. 27 апрель – Шымкент: Тип. «Элем», 2018. – С. 400-403.

8. Оптимизация тренировочного процесса и реабилитации спортсменов на основе динамической контактной диагностики скелетных мышц / Ю.М. Плескачевский [и др.] / Россия – Беларусь – Сколково: единое инновационное пространство : тез. межд. науч. конф. – Минск, 2012. – С. 124-125.

9. Bondarenko, K.K. Kinematic parameters of nodes in tennis serve / K. K. Bondarenko, A. D. Lebed // Medicine and Physical Education: Science and Practice. – 2020. – № 2(8). – P. 77-83

10. Shilko, S.V. Ergonomic assessment of sport skies based on analysis of athlete's hemodynamics at loading test using tonometry and electrocardiography / S.V. Shilko [et al.] // Russian Journal of Biomechanics. – 2020. Vol. 24, №4 – P. 439-452.

УДК 796.01.

К ВОПРОСУ О ГЕНДЕРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ В СПОРТЕ

Эдисон Гари Руис Куэва

Воронежская государственная академия спорта, Эквадор

Рыжкова Н.К., Брюховецкий В.П.

Воронежская государственная академия спорта, Россия, Воронеж

Аннотация: статья посвящена проблеме специфики гендерных характеристик личности в спорте. Представлены аргументы, использованные в дискуссии об участии трансгендерных людей в спортивных соревнованиях.

Ключевые слова: трансгендер, спортивное право, конкуренция, равные возможности.

Введение. Дискуссия об участии трансгендеров ведется уже несколько десятков лет в спорте. До середины XX века спортсменов