

К.В. Давлетьярова, М.С. Нагорнов, Л.В. Капилевич, Е.В. Кошельская

ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ УДАРА ПО МЯЧУ У ФУТБОЛИСТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Исследовались особенности биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении ударов по мячу у футболистов с нарушениями опорно-двигательного аппарата (ОДА). Показано, что для футболистов с патологиями ОДА характерна меньшая амплитуда биоэлектрической активности мышц нижних конечностей, участвующих при выполнении удара, по сравнению со здоровыми футболистами. Футболисты без заболеваний ОДА при ударе по мячу задействуют мышцы бедра, тогда как у спортсменов с этими заболеваниями преимущественно вовлекаются мышцы голени.

Ключевые слова: футбол; паралимпийский спорт; сколиоз; плоскостопие; компьютерная электромиография.

Известно, что во всех видах спорта, связанных с движениями и перемещением человека или его головы в пространстве, вестибулярный анализатор подвергается постоянным воздействиям различного рода ускорений [1]. Основными задачами паралимпийского движения являются сохранение здоровья, социальная адаптация и повышение качества жизни людей с ограниченными возможностями. Для решения этих задач необходимы разработка и внедрение программ подготовки спортсменов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, подготовка методических материалов по медико-биологическому сопровождению тренировочного и соревновательного периодов, обучение специалистов для работы в паралимпийском спорте. В программе подготовки паралимпийцев необходимо учитывать особенности уровня двигательной активности и типа подвижности спортсмена [2].

В современном спорте, в спортивной травматологии для изучения биомеханических особенностей опорно-двигательного аппарата (ОДА) необходимо учитывать законы биомеханики. Биомеханика изучает законы положения тела человека в норме и патологии при стоянии, сидении, беге, ходьбе (осанка, расположение центра тяжести, определение площади опоры, способы замыкания суставов и характер приспособительных процессов для удержания центра тяжести в пределах площади опоры при различной патологии костей и суставов); принципы выбора лечебных (профилактических) мероприятий с учетом биомеханического единства ОДА [3].

Одним из факторов, приводящих к заболеваниям тканей ОДА, являются интенсивные, длительные физические нагрузки, выполняемые человеком (спортсменом) в неправильном исходном положении, т.е. с нарушениями биомеханики движений. Эти нарушения ведут к изменению метаболизма мышц, локальному утомлению, мышечному дисбалансу с последующим возникновением заболеваний и травм ОДА. Особенно это важно знать тренеру, инструктору (методисту) лечебной физкультуры и сотрудникам реабилитационного центра, под наблюдением которых упражнения выполняются с нагрузками на позвоночник и суставы. Такие нагрузки в дальнейшем приводят к возникновению остеохондроза

позвоночника, сколиозу, плоскостопию и другим заболеваниям тканей ОДА [3. С. 591–628].

Цель исследования – изучить особенности биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении ударов по мячу у футболистов с нарушениями опорно-двигательного аппарата.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования были выбраны студенты 1-го и 2-го курсов ($n = 30$) Томского политехнического университета в возрасте 18–20 лет. Были сформированы две группы. В первую (основную) группу вошли студенты ($n = 15$) с нарушениями опорно-двигательного аппарата (сколиоз II–III степени в сочетании с плоскостопием II–III степени), регулярно принимающие участие в тренировках по футболу. Вторая группа (контрольная) включала студентов ($n = 15$) без патологий ОДА, занимающихся на специализации «футбол». Интенсивность, регулярность тренировок и уровень тренировочных нагрузок в обеих группах были одинаковы.

Исследование выполнялось на многофункциональном компьютерном электронейромиографе «Нейро-МВП-4», в состав которого входят блок пациента с зависящими от модификации прибора набором каналов и программно-методическое обеспечение. Комплекс позволяет исследовать по четырем каналам электрическую активность мышц и нервов, а также соматосенсорные, зрительные, слуховые вызванные потенциалы мозга, биопотенциалы при магнитной стимуляции. Исследование проводилось с помощью поверхностных электродов, которые представляют собой металлические диски площадью до 1 см². Спортсменам предлагалось выполнить 3 удара: внутренней стороной стопы, тыльной стороной стопы и внешней стороной стопы.

Электроды накладывались согласно анатомическому расположению мышц.

Три электрода были зафиксированы на одних и тех же мышцах:

- 1) латеральная головка икроножной мышцы (m. gastrocnemius, caput laterale);
- 2) медиальная головка икроножной мышцы (m. gastrocnemius, caput mediale);
- 3) нижняя треть латеральной широкой мышцы (m. vastus lateralis).

Месторасположение четвертого электрода менялось в зависимости от удара: при ударе внутренней стороной стопы – верхняя треть латеральной широкой мышцы (*m. vastus lateralis*), при ударе внешней стороной стопы – длинная приводящая мышца (*m. adductor longus*), при ударе средней частью подъема – прямая мышца бедра (*m. rectus femoris*).

Фактические данные представлены в виде «среднее $\pm$ ошибка среднего» ($M \pm m$). Достоверность различий между группами оценивалась с использованием непараметрического критерия Манна–Уитни.

Результаты исследования. В табл. 1 представлены показатели биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении удара по мячу внешней стороной стопы у футболистов контрольной группы и при заболеваниях опорно-двигательного аппарата. У футболистов с заболеваниями ОДА максимальная амплитуда латеральной широкой мышцы (нижняя треть) и максимальная амплитуда приводящей мышцы бедра достоверно ниже, чем у здоровых футболистов ($p < 0,05$). При ударе внешней стороной стопы в группе спортсменов с патологией ОДА больше задействованы медиальная головка икроножной мышцы, а у спортсменов без патологии удар по мячу выполняется преимущественно за счет работы мышц бедра.

Таблица 1
Биоэлектрическая активность мышц нижних конечностей футболистов при выполнении удара по мячу внешней стороной стопы ($X \pm m$)

Группы	Экспериментальная	Контрольная
Показатели	Максимальная амплитуда, мкВ	Максимальная амплитуда, мкВ
Название мышц		
<i>m. gastrocnemius, caput laterale</i>	331,9 $\pm$ 92,1*	959 $\pm$ 190,0
<i>m. gastrocnemius, caput mediale</i>	846,2 $\pm$ 275,9*	1259 $\pm$ 108,2
<i>m. vastus lateralis</i>	421,2 $\pm$ 95,2*	10608,4 $\pm$ 6991,8
<i>m. adductor longus</i>	248,4 $\pm$ 64,1*	2819 $\pm$ 739,3

* Достоверность различий с контрольной группой, $p < 0,05$.

При выполнении удара внутренней стороной стопы у спортсменов с патологией ОДА также наблюдается достоверное ($p < 0,05$) снижение максимальной амплитуды биоэлектрической активности мышц бедра и медиальной головки икроножной мышцы. Однако при выполнении удара у футболистов с заболеваниями ОДА увеличивалась амплитуда биоэлектрической активности латеральной головки икроножной мышцы (1594,4 $\pm$ 121,1) (рис. 1). Таким образом, при выполнении удара по мячу внутренней стороной стопы футболисты с заболеваниями ОДА задействуют мышцы голени, преимущественно латеральную головку икроножной мышцы. Тогда как футболисты без патологии ОДА выполняют удар в основном за счет работы *m. vastus lateralis*.

При выполнении удара по мячу средней частью подъема стопы у футболистов с заболеваниями ОДА достоверно ($p < 0,05$) снижается амплитуда биоэлектриче-

ской активности *m. vastus lateralis* (801,7 $\pm$ 45,6) и *m. rectus femoris* (513,3 $\pm$ 30,9). Тем не менее по сравнению с группой контроля в экспериментальной группе наблюдается увеличение максимальной амплитуды биоэлектрической активности мышц голени: *m. gastrocnemius, caput laterale* на 21% и *m. gastrocnemius, caput mediale* на 24% (табл. 2).

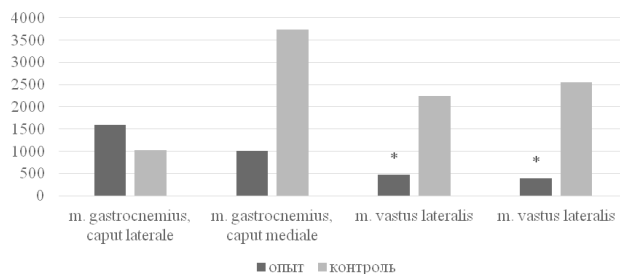


Рис. 1. Биоэлектрическая активность мышц нижней конечности при выполнении удара внутренней стороной стопы.

* Достоверность различий с контрольной группой, $p < 0,05$

Таблица 2
Биоэлектрическая активность мышц нижних конечностей футболистов при выполнении удара по мячу средней частью подъема стопы ($X \pm m$)

Группы	Экспериментальная	Контрольная
Показатели	Максимальная амплитуда, мкВ	Максимальная амплитуда, мкВ
Название мышц		
<i>m. gastrocnemius, caput laterale</i>	1120 $\pm$ 354,3*	874,1 $\pm$ 255,1
<i>m. gastrocnemius, caput mediale</i>	1680,1 $\pm$ 660,6*	1280 $\pm$ 345,9
<i>m. vastus lateralis</i>	801,7 $\pm$ 345,6*	20904 $\pm$ 17111,3
<i>m. rectus femoris</i>	513,3 $\pm$ 230,9*	6180 $\pm$ 3824,6

* Достоверность различий с контрольной группой, $p < 0,05$.

Таким образом, у футболистов с заболеваниями ОДА при выполнении удара по мячу средней частью подъема стопы в первую очередь вовлекаются мышцы голени (*gastrocnemius, caput laterale* и *m. gastrocnemius, caput mediale*). Тогда как футболисты без патологии ОДА выполняют удар по мячу средней частью подъема стопы за счет работы мышц бедра (*m. vastus lateralis*, *m. rectus femoris*).

Заключение

Таким образом, при исследовании биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении ударов по мячу футболистами с патологией ОДА наблюдается перераспределение нагрузки на опорно-двигательный аппарат. Футболисты без патологии ОДА выполняют удар по мячу преимущественно, за счет работы мышц бедра. Тогда как футболисты, имеющие заболевания ОДА, выполняют удар по мячу в основном за счет мышц голени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрелец В.Г., Горелов А.А. Теория и практика управления вестибулярными реакциями человека в спорте и профессиональной деятельности. СПб.: ВИФК, 1995. С. 72–83.

2. Geisser M.E. A meta-analytic review of surface electromyography among persons with low back pain and normal, healthy controls // *The Journal of Pain*. 2005. № 6 (11). P. 711–726.
3. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика : учеб. для сред. и высш. учеб. заведений. М. : ВЛАДОС – ПРЕСС, 2003. 672 с.

Статья представлена научной редакцией «Психология и педагогика» 15 января 2014 г.

FEATURES OF BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE MUSCLES OF THE LOWER LIMBS WHEN PLAYERS WITH MUSCULOSKELETAL SYSTEM DISORDERS HIT THE BALL

Tomsk State University Journal. No. 380 (2014), 173-175. DOI: 10.17223/15617793/380/28

Davletyarova Ksenia V., Nagornov Mikhail S., Koshel'skaya Yelena V. Tomsk Polytechnic University (Tomsk, Russian Federation).

E-mail: davletyarova@rambler.ru / smbmihey@gmail.com / elena-koshelskaya@yandex.ru

Kapilevich Leonid V. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation), Tomsk Polytechnic University (Tomsk, Russian Federation).

E-mail: kapil@yandex.ru

Keywords: football; paralympic sports; scoliosis; flatfoot; computer electromyography.

Peculiarities of the bioelectric activity of the muscles of the lower limbs when players with musculoskeletal system disorders (MDs) hit the ball are considered. When athletes with the pathology of the musculoskeletal system hit the ball with the outer side of the foot, they use the medial head of the gastrocnemius muscle and athletes without this pathology use hip muscles. Players with MDs have lower maximum amplitudes of the vastus lateralis muscle (lower third) and the adductor muscle of the hip than healthy players. When hitting with the inner side of the foot athletes with MDs also have lower maximum amplitude of the bioelectric activity of the hip muscles and the medial head of the gastrocnemius muscle, but increased amplitude of the bioelectric activity of the lateral head of the gastrocnemius muscle. Thus, when players with MDs hit the ball by the inner side of the foot they involve calf muscles, especially the lateral head of the gastrocnemius muscle. Players without MDs mainly use m. vastus lateralis. When the ball is hit by the middle part of the instep players with MDs have reduced amplitude of the bioelectric activity of m. vastus lateralis and m. rectus femoris. Nevertheless, in comparison with the control group the experimental group shows an increase of the maximum amplitude of the bioelectric activity of the calf muscles: m. gastrocnemius, caput laterale – by 21%; m. gastrocnemius, caput mediale – by 24%. Thus, when hitting the ball by the middle part of the instep players with MDs primarily use the calf muscles (gastrocnemius, caput laterale, m. gastrocnemius, and caput mediale). Players without MDs hit the ball by the middle part of the instep due to the work of the hip muscles (m. vastus lateralis, m. rectus femoris). Thus, the study of the bioelectric muscle activity of the lower limbs showed that when hitting the ball players with MDs redistribute the load on the musculoskeletal system. Players without MDs generally use the hip muscles, while players with MDs use the calf muscles.

REFERENCES

1. Strelets V.G., Gorelov A.A. *Teoriya i praktika upravleniya vestibulyarnymi reaktsiyami cheloveka v sporte i professional'noy deyatel'nosti*. SPb. : VIFK, 1995. P. 72-83.
2. Geisser M.E. A meta-analytic review of surface electromyography among persons with low back pain and normal, healthy controls. *The Journal of Pain*. 2005. No. 6 (11). P. 711-726.
3. Dubrovskiy V.I., Fedorova V.N. *Biomekhanika : ucheb. dlya sred. i vyssh. ucheb. zavedeniy*. M. : VLADOS – PRESS, 2003. 672 p.