

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МЫШЦ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ УДАРОВ ПО МЯЧУ У СТУДЕНТОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ЗИМНИМ ФУТБОЛОМ

Л.В. Капилевич^{1, 2}, Ю.А. Гаевая¹, А.А. Ильин³

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия,

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия,

³Томский университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

Цель исследования – изучить особенности биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении ударов по мячу у студентов, занимающихся зимним футболом. **Материалы и методы.** Было обследовано 30 мужчин в возрасте 21–25 лет – студентов 3–4-го курсов: контрольная группа составила 15 человек, занимающихся на специализации «футбол»; основная группа – 15 человек, занимающиеся на специализации «зимний футбол». Спортсмены выполняли удар по мячу на обычной и на скользкой поверхности, имитация скользкой поверхности производилась с помощью слайд-доски GYMSTICK Power Slider 61131-PRO. Для регистрации биоэлектрической активности мышц использовался многофункциональный компьютерный комплекс «Нейро-МВП-4» (производство НПО «Нейрософт», г. Иваново, Россия). Исследовалась биоэлектрическая активность икроножных мышц (медиальная латеральная головка икроножной мышцы), прямой мышцы бедра, длинной приводящей мышцы бедра. **Результаты.** Показано, что у игроков различных специализаций («футбол» и «зимний футбол») сформированы различные, в значительной степени противоположные двигательные стереотипы межмышечной координации при выполнении удара по мячу в привычных им условиях. При повторении данного действия в непривычных условиях мы наблюдаем искажение стереотипа, причем если у игроков специализации «футбол» оно лишь частичное, то у игроков специализации «зимний футбол» на обычной поверхности двигательный стереотип дезорганизуется практически полностью. **Заключение.** Тренировка студентов двух изученных специализаций должна проводиться в различных условиях и реализовывать различные стратегии, в частности – должна быть направлена на развитие различных мышечных групп. Также с осторожностью нужно применять в учебно-тренировочном процессе выполнение ударов в непривычных условиях, так как это может сопровождаться отрицательным переносом навыков и снижать эффективность игровой деятельности спортсменов.

Ключевые слова: зимний футбол, футбол, мышцы, электромиография, сокращение, удар по мячу, скользкая поверхность.

Введение. Игра в зимний футбол получила большую популярность в России сравнительно недавно, поэтому научному анализу еще не была подвергнута [2]. Более того, как самостоятельный вид спорта зимний футбол не рассматривался, хотя этот вопрос неоднократно обсуждался. Поэтому характеристики, условия проведения, особенности обучения зимнему футболу можно получить только на основании мониторинга информации об организационном, игровом и педагогическом опыте в России и за рубежом.

В научной литературе, к сожалению, нет теоретических, методических разработок или исследований по зимнему футболу. Анализ имеющейся информации о современном состоянии зимнего футбола позволил нам сделать следующие выводы [1, 3].

Во-первых, наблюдается значительный разброс в терминологии, характеризующей это понятие: зимний футбол, футбол на снегу, снежный футбол, большой футбол на снегу, мини-футбол на снегу, большой футбол на синтетической поверхности, мини-футбол

на синтетической поверхности, пляжный футбол на снегу.

Во-вторых, важной характеристикой, которая была выявлена в ходе проведенного нами мониторинга, является массовость этого вида спорта в России. Кроме профессиональных игроков в футбол наиболее многочисленными субъектами зимнего футбола являются непрофессионалы. Особого внимания заслуживает анализ развития зимнего футбола среди студентов вузов и других учебных заведений. Зимний футбол в этой среде широко распространен, но пока только как внеучебная форма работы со студентами.

В-третьих, анализ проводимых соревнований по зимнему футболу позволил выявить тот факт, что в России уже практически сформировалась целостная система соревнований различного уровня. Обобщение данных о числе команд – участников соревнований позволило нам дать приблизительную оценку их общего количества в России – около 2000 команд различного уровня и состава.

Кроме того, было показано, что в данном виде спорта еще окончательно не установлены основные его характеристики, такие как состав команд, время матча, размеры поля, правила игры и т. д. Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что зимний футбол получил широкое распространение в России и оформился в самостоятельную ветвь футбола [2].

Несмотря на популярность зимнего футбола, дальнейшее его развитие в России, а также выделение в отдельный вид спорта пока не определено. Так, в 90-е под эгидой популярных печатных изданий пытались создать Лигу футбола на снегу. Был даже женский чемпионат России, но это не получило поддержки Федерации. Хотя, возможно, тот факт, что с 2005 года зимний футбол стали развивать в других странах с подобными климатическими условиями, может способствовать его дальнейшему развитию и в России. В Дании, Норвегии и Швеции создана в этих целях Королевская лига. Матчи лиги восемь раз собирали более 10 тысяч зрителей, а это свидетельствует о том, что турнир любители спорта приняли с большим интересом и в Скандинавии есть спрос на «зимний» футбол [2].

Наряду с традиционными подходами к организации учебно-тренировочного процесса зимний футбол предъявляет особые требова-

ния к развитию физических качеств и игровых навыков [3, 19]. Выполнение сложных технических действий на скользкой поверхности предъявляет повышенные требования к координации движений [11, 13, 14, 16]. Следовательно, актуальным является биомеханический анализ двигательных актов в зимнем футболе [8, 10, 14]. В этом аспекте многие исследователи указывают на электромиографию (ЭМГ) как на информативный и удобный метод [13, 15, 17]. ЭМГ-исследование позволяет оценить степень вовлеченности отдельных мышц и мышечных групп в выполнение двигательных действий, характер взаимодействия агонистов и антагонистов, временное распределение мышечной активности [4, 5, 12, 18]. На основе электромиографической характеристики двигательного акта возможно выделить группы мышц, в наибольшей степени вовлекаемые в его выполнение, и определить эффективные подходы к организации тренировочного процесса [6, 7, 9].

Цель исследования – изучить особенности биоэлектрической активности мышц нижних конечностей при выполнении ударов по мячу у студентов, занимающихся зимним футболом.

Материалы и методы. Было обследовано 30 мужчин в возрасте 21–25 лет – студентов 3–4-го курсов: контрольная группа составила 15 человек, занимающихся на специализации «футбол»; основная группа – 15 человек, занимающиеся на специализации «зимний футбол».

Имитация скользкой поверхности производилась с помощью слайд-доски GYMSTICK Power Slider 61131-PRO, испытуемые были обуты в кроссовки с гладкой подошвой. При выполнении теста «удар по мячу на скользкой поверхности» испытуемый ставил одну ногу на слайд-доску и выполнял удар по мячу диаметром 10 см ногой, которой ему более комфортно выполнять данное упражнение. Далее ставил ногу рядом с опорной ногой. Время реализации задания – 7 с. Тест «удар по мячу на обычной поверхности» выполнялся аналогично на ворсистом покрытии, обеспечивающем хорошее сцепление с обувью.

Для регистрации биоэлектрической активности мышц использовался многофункциональный компьютерный комплекс «НейроМВП-4» (производство НПО «Нейрософт», г. Иваново, Россия). Исследовалась биоэлектрическая активность икроножных мышц

(медиальная латеральная головка икроножной мышцы), прямой мышцы бедра, длинной приводящей мышцы бедра. Использовались электроды площадью 1 см^2 и межэлектродным расстоянием 20 мм. Заземляющий электрод располагается на противоположной конечности. Регистрировались максимальная и средняя амплитуда биоэлектрической активности (мкВ), средняя частота (Гц).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета статистического анализа STATISTICA 10.0. Уровень значимости при проверке гипотезы принадлежности двух выборок к одной генеральной совокупности оценивался по Kruskal-Wallis ANOVA test. Данные представлены в виде $X_{\text{ср}} \pm SE$.

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом биологического института ТГУ (протокол № 11 от 24 сентября 2015 года).

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований представлены в таблице.

Максимальная амплитуда ЭМГ длинной приводящей мышцы бедра при выполнении удара по мячу была выше на 56 % в случае обычной поверхности в сравнении со скользкой в группе «зимний футбол» и, напротив, ниже на 42 % в группе «футбол». Кроме того, длинная приводящая мышца бедра в группе «зимний футбол» задействована практически вдвое меньше, чем у спортсменов группы «футбол».

Средняя амплитуда ЭМГ длинной приводящей мышцы бедра у спортсменов группы «зимний футбол» на скользкой поверхности была ниже на 68 % в сравнении с обычной поверхностью, в группе «футбол» полученные значения также были ниже на скользкой поверхности на 12 %. Также достоверные различия были получены и между исследуемыми группами: в группе «футбол» значения амплитуды на скользкой поверхности были выше на 55,5 %, чем в группе «зимний футбол», а на не скользкой поверхности, наоборот, ниже на 17,4 %.

В группе «зимний футбол» средняя частота ЭМГ длинной приводящей мышцы бедра на скользкой поверхности почти втрое превышала аналогичный показатель на обычной. В группе «футбол» значения средней частоты ЭМГ при выполнении удара на скользкой поверхности были вдвое выше, чем на обычной.

Таким образом, можно сделать вывод, что в группе «футбол» интенсивность сокращения длинной приводящей мышцы бедра намного выше, чем у спортсменов группы «зимний футбол», и зависит от условий выполнения удара по мячу – скользкая поверхность вызывает значительное повышение напряжения в исследуемой мышце.

Максимальная и средняя амплитуда ЭМГ прямой мышцы бедра у спортсменов, занимающихся зимним футболом, были достоверно выше (на 18–20 % и 40–55 % соответственно), чем в группе игроков в футбол при выполнении удара как на скользкой, так и на обычной поверхности. Также в обеих группах было отмечено, что на скользкой поверхности величины максимальной и средней амплитуды ЭМГ прямой мышцы бедра достоверно выше, чем на не скользкой.

Результаты анализа средней частоты биоэлектрической активности прямой мышцы бедра у спортсменов групп «футбол» и «зимний футбол» показали, что в группе «зимний футбол» частота ЭМГ практически не различается при выполнении ударов на скользкой и не скользкой поверхностях, зато в группе «футбол» средняя частота на скользкой поверхности значительно ниже, чем на не скользкой. При этом достоверные различия были выявлены между группами: в группе «футбол» на скользкой поверхности средняя частота была значительно ниже, чем в группе «зимний футбол» (на 31,2 %), а на не скользкой, наоборот, на 19,4 % выше.

Следует отметить, что у спортсменов группы «футбол» на обычной поверхности прямая мышца бедра почти не вовлечена в процесс удара по мячу, а скользкая поверхность в этом случае является для них дестабилизирующим фактором.

Далее оценивалась биоэлектрическая активность икроножной мышцы у спортсменов групп «футбол» и «зимний футбол» при выполнении удара по мячу на скользкой и на обычной поверхностях. Максимальная амплитуда сокращения медиальной головки икроножной мышцы в обеих группах на скользкой поверхности была примерно в два раза выше, чем на обычной. Достоверные различия между группами были отмечены только на скользкой поверхности. Аналогичные закономерности отмечались и в значениях средних амплитуд ЭМГ.

Показатели биоэлектрической активности мышц при выполнении ударов по мячу
Ball kicking bioelectric activity of muscles
Xm ± SE

Показатели электромиограммы Electromyography data	Удар по мячу на обычной поверхности Ball kicking on a normal surface		Удар по мячу на скользкой поверхности Ball kicking on a slippery surface	
	Студенты специализации «Зимний футбол» Students of the specialization Snow football	Студенты специализации «Футбол» Students of the specialization Football	Студенты специализации «Зимний футбол» Students of the specialization Snow football	Студенты специализации «Футбол» Students of the specialization Football
Максимальная амплитуда биоэлектрической активности, мкВ / The maximum amplitude of bioelectric activity, μV	9483,3 ± 57,9	16509,1 ± 549,7 <i>p</i> ₁ < 0,01	7981,8 ± 112,79 <i>p</i> ₂ < 0,05	18111,8 ± 266,2 <i>p</i> ₁ < 0,001
Длинная приводящая мышца бедра Adductor longus muscle	11857,5 ± 372,6	9448,8 ± 83,14	12683,8 ± 205,7	10587,8 ± 157,9
прямая мышца бедра Rectus femoris muscle	7830,8 ± 56,3	7768,8 ± 105,4	14518,5 ± 72,2 <i>p</i> ₂ < 0,001	13505,6 ± 89,9 <i>p</i> ₂ < 0,001
Медиальная головка икроножной мышцы Gastrocnemius medial head	9575,5 ± 245,1	26410,0 ± 747,4 <i>p</i> ₁ < 0,01	11564,8 ± 112,0	20177,1 ± 551,8 <i>p</i> ₁ < 0,05
Латеральная головка икроножной мышцы Gastrocnemius lateral head				
Средняя амплитуда биоэлектрической активности, мкВ / The average amplitude of bioelectric activity, μV	2483,1 ± 49,9	2050,6 ± 17,6 <i>p</i> ₁ < 0,05	795,3 ± 22,1 <i>p</i> ₂ < 0,001	1789,1 ± 32,9 <i>p</i> ₁ < 0,01, <i>p</i> ₂ < 0,01
Длинная приводящая мышца бедра Adductor longus muscle	2238,0 ± 25,9	571,8 ± 13,7 <i>p</i> ₁ < 0,001	2288,5 ± 27,5	1348,1 ± 22,1 <i>p</i> ₁ < 0,001
прямая мышца бедра Rectus femoris muscle	2634,5 ± 29,2	492,6 ± 27,1 <i>p</i> ₁ < 0,001	1399,5 ± 14,0 <i>p</i> ₂ < 0,001	619,0 ± 13,5 <i>p</i> ₁ < 0,001, <i>p</i> ₂ < 0,01
Медиальная головка икроножной мышцы Gastrocnemius medial head	2361,5 ± 33,4	2892,8 ± 42,3 <i>p</i> ₁ < 0,05	995,1 ± 19,5 <i>p</i> ₂ < 0,001	879,1 ± 21,8 <i>p</i> ₁ < 0,05, <i>p</i> ₂ < 0,001
Латеральная головка икроножной мышцы Gastrocnemius lateral head				
Средняя частота биоэлектрической активности, Гц / The average frequency of bioelectric activity, Hz	14,6 ± 0,5	68,7 ± 3,2 <i>p</i> ₁ < 0,001	41,9 ± 2,2 <i>p</i> ₂ < 0,001	112,4 ± 12,4 <i>p</i> ₁ < 0,001, <i>p</i> ₂ < 0,001
Длинная приводящая мышца бедра Adductor longus muscle	79,4 ± 5,1	98,5 ± 9,4 <i>p</i> ₁ < 0,01	75,7 ± 7,8	52,1 ± 1,4 <i>p</i> ₁ < 0,01, <i>p</i> ₂ < 0,01
прямая мышца бедра Rectus femoris muscle	51,4 ± 3,1	68,8 ± 2,2 <i>p</i> ₁ < 0,01	65,5 ± 5,7 <i>p</i> ₂ < 0,05	40,0 ± 7,8 <i>p</i> ₁ < 0,001, <i>p</i> ₂ < 0,05
Медиальная головка икроножной мышцы Gastrocnemius medial head	315,4 ± 17,4	102,1 ± 18,5 <i>p</i> ₁ < 0,001	117,8 ± 21,4 <i>p</i> ₂ < 0,001	220,3 ± 12,9 <i>p</i> ₁ < 0,001, <i>p</i> ₂ < 0,001
Латеральная головка икроножной мышцы Gastrocnemius lateral head				

Достоверность различий между группами: *p*₁ – между показателями выполнения одного типа удара студентами разных специализаций; *p*₂ – между показателями выполнения удара на обычной и скользкой поверхности студентами одной специализации.

Significance of differences between groups: *p*₁ – between performance indicators for the same kicking technique in students of different football disciplines; *p*₂ – between performance indicators on a normal and slippery surface in students of the same football discipline.

Средняя частота биоэлектрической активности медиальной головки икроножной мышцы бедра у спортсменов также имела следующие закономерности в исследуемых группах: в группе «зимний футбол» на скользкой поверхности ее значения были на 20 % выше, чем на не скользкой; в группе «футбол» наблюдалась обратная закономерность: на скользкой поверхности средняя частота ниже на 30 %, чем на не скользкой.

Таким образом, в нестабильных условиях скользкой поверхности при выполнении спортсменами удара по мячу медиальная головка икроножной мышцы подвержена повышенной нагрузке и испытывает значительное напряжение.

Максимальная амплитуда биоэлектрической активности латеральной головки икроножной мышцы в обеих группах не различалась при выполнении ударов на скользкой и на обычной поверхности. При этом в группе «футбол» данный показатель в 2–2,5 раза выше в обоих типах ударов в сравнении с группой «зимний футбол». В то же время средняя амплитуда латеральной головки икроножной мышцы у спортсменов группы обеих групп при выполнении удара на скользкой поверхности была в 2,5–3 раза ниже, чем на обычной.

При выполнении удара по мячу средняя частота биоэлектрической активности латеральной головки икроножной мышцы бедра у спортсменов группы «зимний футбол» на не скользкой была в три раза выше, чем на скользкой. При этом в группе «футбол» мы наблюдали противоположную закономерность: на скользкой поверхности частота ЭМГ была вдвое выше, чем на не скользкой

Полученные результаты свидетельствуют о большем вовлечении в процесс выполнения удара по мячу латеральной головки икроножной мышцы у спортсменов, занимающихся футболом.

Заключение. Полученные результаты позволяют определить основные закономерности организации работы мышц ударной ноги при выполнении ударов по мячу футболистами в зависимости от специализации и условий реализации двигательного действия.

У игроков специализации «футбол» при выполнении удара по мячу внутренней стороной стопы в обычных условиях наблюдается выраженная дифференциация активности мышц ноги – преимущественно в выполнении движения вовлекаются длинная приводящая

мышца бедра и латеральная головка икроножной мышцы. На скользкой поверхности данная закономерность сохраняется, однако дифференциация становится менее выраженной – активность прямой мышцы бедра и медиальной головки икроножной мышцы возрастает в сравнении с обычной поверхностью.

У игроков специализации «зимний футбол» закономерность распределения мышечной активности принципиально иная. При выполнении удара на скользкой поверхности преимущественно вовлекаются прямая мышца бедра и медиальная головка икроножной мышцы, тогда как при выполнении удара на обычной поверхности различия в активности всех исследуемых мышц практически полностью сглаживаются.

Таким образом, у игроков различных специализаций («футбол» и «зимний футбол») сформированы различные, в значительной степени противоположные двигательные стереотипы межмышечной координации при выполнении удара по мячу в привычных им условиях. При повторении данного действия в непривычных условиях мы наблюдаем искажение стереотипа, при чем если у игроков специализации «футбол» оно лишь частичное, то у игроков специализации «зимний футбол» на обычной поверхности двигательный стереотип дезорганизуется практически полностью.

Полученные результаты позволяют заключить, что тренировка студентов двух изученных специализаций должна проводиться в различных условиях и реализовывать различные стратегии, в частности – должна быть направлена на развитие различных мышечных групп. Также с осторожностью нужно применять в учебно-тренировочном процессе выполнение ударов в непривычных условиях, так как это может сопровождаться отрицательным переносом навыков и снижать эффективность игровой деятельности спортсменов.

Литература

1. Ильин, А.А. Зимний футбол как средство физического воспитания студентов технического вуза / А.А. Ильин, В.И. Андреев, Г.С. Исакова // Теория и практика физ. культуры. – 2008. – № 7. – С. 24–28.
2. Ильин, А.А. Состояние и перспективы развития зимнего футбола в регионах России / А.А. Ильин, К.А. Марченко, Л.В. Капилевич // Вестник Томского гос. ун-та. – 2013. – № 369. – С. 151–153.

3. Исмиянов, В.В. Зимний мини-футбол как средство физического воспитания студентов / В.В. Исмиянов, Л.Д. Рыбина. – Иркутск, 2012. – 81с.
4. Прянишникова, О.А. Спортивная электронейромиография / О.А. Прянишникова, Р.М. Городничев // Теория и практика физ. культуры. – 2005. – № 9 – С. 6–12.
5. *Altered neuromuscular control of leg stiffness following soccer-specific exercise* / J.L. Oliver, M.B.A. De Ste Croix, R.S. Lloyd, C.A. Williams // *European Journal of Applied Physiology*. – 2014. – Vol. 114 (11). – P. 2241–2249.
6. *Effect of limb dominance and sex on neuromuscular activation patterns in athletes under 12 performing unanticipated side-cuts* / M.J. Del Bel, A.K. Fairfax, M.L. Jones et al. // *Journal of Electromyography and Kinesiology*. – 2017. – Vol. 36. – P. 65–72.
7. *Effects of Contrast Strength vs. Plyometric Training on Lower-Limb Explosive Performance, Ability to Change Direction and Neuromuscular Adaptation in Soccer Players* / M. Hamtami, N. Gaamouri, R.J. Shephard, M.S. Chelly // *Journal of strength and conditioning research*. – 2019. – Vol. 33 (8). – P. 2094–2103.
8. *Effects of football simulated fatigue on neuromuscular function and whole-body response to disturbances in balance* / F.P. Behan, S. Willis, M.T.G. Pain, J.P. Folland // *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. – 2018. – Vol. 28 (12). – P. 2547–2557.
9. *Functional Movement Patterns and Body Composition of High-Level Volleyball, Soccer, and Rugby Players* / F. Campa, A. Piras, M. Raffi, S. Toselli // *Journal of sport rehabilitation*. – 2019. – Vol. 28 (7). – P. 740–745.
10. *Imaging of hip and thigh muscle injury: a pictorial review* / K.M. Thierfelder, J.S. Gerhardt, I.N. Gemescu et al. // *Insights into Imaging*. – 2019. – Vol. 10 (1). – P. 20–27.
11. *Kapilevich, L.V. Physiological mechanisms of motor coordination in athletes in unsupported position* / L.V. Kapilevich, // *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*. – 2012. – № 7. – P. 45–48.
12. *Muscle activation and performance during trunk strength testing in high-level female and male football players* / R. Roth, L. Donath, L. Zahner, O. Faude // *Journal of Applied Biomechanics*. – 2016. – Vol. 32 (3). – P. 241–247.
13. *Neuromuscular demand in a soccer match assessed by a continuous electromyographic recording* / M. Montini, F. Felici, A. Nicolò et al. // *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. – 2017. – Vol. 57 (4). – P. 345–352.
14. *Physiological basis of the improvement of movement accuracy on the basis of stabilographic training with biological feedback* / L.V. Kapilevich, E.V. Koshelskaya, S.G. Krivoschekov // *Human Physiology*. – 2015. – Vol. 41, № 4. – P. 404–411
15. *Physiological features of shot technique of football players with musculoskeletal disorders* / M.S. Nagornov, K.V. Davletyarova, A.A. Il'in, L.V. Kapilevich // *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*. – 2015. – № 7. – P. 8–10.
16. *Physiological mechanisms to ensure accuracy and coordination of movements under conditions of unstable equilibrium and moving target (the case of strikes in sports karate)* / L.V. Kapilevich, F.A. Guzhov, Yu.P. Bredikhina, A.A. Il'in // *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*. – 2014. – № 12. – P. 22–24.
17. *Proximal Neuromuscular Control Protects Against Hamstring Injuries in Male Soccer Players: A Prospective Study with Electromyography Time-Series Analysis during Maximal Sprinting* / J. Schuermans, L. Danneels, D. Van Tiggelen et al. // *American Journal of Sports Medicine*. – 2017. – Vol. 45 (6). – P. 1315–1325.
18. *Psychological condition and postural muscle imbalances in skiers* / V.V. Erlikh, V.V. Epishchev, A.V. Nenasheva et al. // *Human. Sport. Medicine*. – 2015. – Vol. 15, № 2. – С. 16–19.
19. *The neuromuscular determinants of unilateral jump performance in soccer players are direction-specific* / C.F. Murtagh, C. Nulty, J. Vanrenterghem et al. // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2018. – Vol. 13 (5). – P. 604–611.

Капилевич Леонид Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивно-оздоровительного туризма, спортивной физиологии и медицины факультета физической культуры, Национальный исследовательский Томский государственный университет. 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30; профессор отделения физической культуры, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 634050, г. Томск, проспект Ленина, 34. E-mail: kapil@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2316-576X.

Гаевая Юлия Андреевна, аспирант отделения физической культуры, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 634050, г. Томск, проспект Ленина, 34. E-mail: gaevaya_01.01@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0207-3310.

Ильин Александр Александрович, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой, кафедра физического воспитания и спорта, Томский университет систем управления и радиоэлектроники. 634050, г. Томск, проспект Ленина, 40. E-mail: ilinsan@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3884-8341.

Поступила в редакцию 15 марта 2020 г.

DOI: 10.14529/hsm200201

BALL KICKING BIOELECTRIC ACTIVITY OF MUSCLES IN STUDENTS PLAYING SNOW FOOTBALL

L.V. Kapilevich^{1,2}, kapil@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2316-576X

Yu.A. Gaevaya¹, gaevaya_01.01@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0207-3310,

A.A. Ilyin³, ilinsan@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3884-8341

¹National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation,

²National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation,

³Tomsk University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russian Federation

Aim. The article aims to explore the features of a ball kicking bioelectric activity of lower limbs muscles in students playing snow football. **Materials and methods.** 30 males aged 21–25 years old were examined (3–4-year students): the control group consisted of 15 people playing football; the main group included 15 people playing snow football. Athletes kick a ball on a normal and on a slippery surface, imitation of a slippery surface was carried out using a GYMSTICK Power Slider 61131-PRO slide board. To record the bioelectric activity of the muscles, the Neuro-MVP-4 multifunctional computer system was used (Neurosoft, Ivanovo, Russia). The bioelectric activity of the calf muscles (the medial lateral head of the calf muscle), the rectus femoris muscle, and the adductor longus muscle was studied. **Results:** It has been shown that athletes playing football and snow football have different and largely opposite motor stereotypes of intermuscular coordination when kicking the ball in usual conditions. When this action is repeated under unusual conditions, stereotype distortion is observed. Football players are characterized by a partial stereotype distortion, while people playing snow football are almost completely disorganized on a normal surface. **Conclusion:** Football training for students playing various types of football should be carried out in different conditions and implement various strategies. In particular, it should be aimed at various muscle groups. Ball kicking in unusual conditions should be used carefully, as this can be accompanied by a negative transfer of skills and reduce the effectiveness of athletes' performance.

Keywords: snow football, football, muscles, electromyography, contraction, ball kicking, slippery surface.

References

1. Илин А.А., Андрейев В.И., Исакова Г.С. [Winter Football as a Means of Physical Education for Students of a Technical University]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2008, no. 7, pp. 24–28. (in Russ.)

2. Il'in A.A., Marchenko K.A., Kapilevich L.V. [State and Prospects for the Development of Winter Football in the Regions of Russia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State University], 2013, no. 369, pp. 151–153. (in Russ.)
3. Ismiyanov V.V., Rybina L.D. *Zimniy mini-futbol kak sredstvo fizicheskogo vospitaniya studentov* [Winter Mini-Football as a Means of Physical Education of Students]. Irkutsk, 2012. 81 p.
4. Pryanishnikova O.A., Gorodnichev R.M. [Sports Electroneuromyography]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2005, no. 9, pp. 6–12. (in Russ.)
5. Oliver J.L., De Ste Croix M.B.A., Lloyd R.S., Williams C.A. Altered Neuromuscular Control of Leg Stiffness Following Soccer-Specific Exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 2014, vol. 114 (11), pp. 2241–2249. DOI: 10.1007/s00421-014-2949-z
6. Del Bel M.J., Fairfax A.K., Jones M.L. et al. Effect of Limb Dominance and Sex on Neuromuscular Activation Patterns in Athletes Under 12 Performing Unanticipated Side-Cuts. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2017, vol. 36, pp. 65–72. DOI: 10.1016/j.jelekin.2017.07.005
7. Hammami M., Gaamouri N., Shephard R.J., Chelly M.S. Effects of Contrast Strength vs. Plyometric Training on Lower-Limb Explosive Performance, Ability to Change Direction and Neuromuscular Adaptation in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2019, vol. 33 (8), pp. 2094–2103. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002425
8. Behan F.P., Willis S., Pain M.T.G., Folland J.P. Effects of Football Simulated Fatigue on Neuromuscular Function and Whole-Body Response to Disturbances in Balance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2018, vol. 28 (12), pp. 2547–2557. DOI: 10.1111/sms.13261
9. Campa F., Piras A., Raffi M., Toselli S. Functional Movement Patterns and Body Composition of High-Level Volleyball, Soccer, and Rugby Players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2019, vol. 28 (7), pp. 740–745. DOI: 10.1123/jsr.2018-0087
10. Thierfelder K.M., Gerhardt J.S., Gemescuet I.N. et al. Imaging of Hip and Thigh Muscle Injury: a Pictorial Review. *Insights into Imaging*, 2019, vol. 10 (1), pp. 20–27. DOI: 10.1186/s13244-019-0702-1
11. Kapilevich L.V. Physiological Mechanisms of Motor Coordination in Athletes in Unsupported Position. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2012, no. 7, pp. 45–48.
12. Roth R., Donath L., Zahner L., Faude O. Muscle Activation and Performance During Trunk Strength Testing in High-Level Female and Male Football Players. *Journal of Applied Biomechanics*, 2016, vol. 32 (3), pp. 241–247. DOI: 10.1123/jab.2014-0303
13. Montini M., Felici F., Nicolò A. et al. Neuromuscular Demand in a Soccer Match Assessed by a Continuous Electromyographic Recording. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2017, vol. 57 (4), pp. 345–352.
14. Kapilevich L.V., Koshelskaya E.V., Krivoschekov S.G. Physiological Basis of the Improvement of Movement Accuracy on the Basis of Stabilographic Training with Biological Feedback. *Human Physiology*, 2015, vol. 41, no. 4, pp. 404–411. DOI: 10.1134/S036211971504009X
15. Nagornov M.S., Davlet'yarova K.V., Il'in A.A., Kapilevich L.V. Physiological Features of Shot Technique of Football Players with Musculoskeletal Disorders. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2015, no. 7, pp. 8–10.
16. Kapilevich L.V., Guzhov F.A., Bredikhina Yu.P., Il'in A.A. Physiological Mechanisms to Ensure Accuracy and Coordination of Movements Under Conditions of Unstable Equilibrium and Moving Target (the Case of Strikes in Sports Karate). *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2014, no. 12, pp. 22–24.
17. Schuermans J., Danneels L., Van Tiggelen D. et al. Proximal Neuromuscular Control Protects Against Hamstring Injuries in Male Soccer Players: A Prospective Study with Electromyography Time-Series Analysis During Maximal Sprinting. *American Journal of Sports Medicine*, 2017, vol. 45 (6), pp. 1315–1325. DOI: 10.1177/0363546516687750
18. Erlikh V.V., Epishev V.V., Nenasheva A.V. et al. Psychological Condition and Postural Muscle Imbalances in Skiers. *Human. Sport. Medicine*, 2015, vol. 15, no. 2, pp. 16–19. DOI: 10.14529/ozfk150203.

19. Murtagh C.F., Nulty C., Vanrenterghem J. et al. The Neuromuscular Determinants of Unilateral Jump Performance in Soccer Players are Direction-Specific. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2018, vol. 13(5), pp. 604–611. DOI: 10.1123/ijsp.2017-0589.

Received 15 March 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Капилевич, Л.В. Биоэлектрическая активность мышц при выполнении ударов по мячу у студентов, занимающихся зимним футболом / Л.В. Капилевич, Ю.А. Гаевая, А.А. Ильин // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 5–13. DOI: 10.14529/hsm200201

FOR CITATION

Kapilevich L.V., Gaevaya Yu.A., Ilyin A.A. Ball Kicking Bioelectric Activity of Muscles in Students Playing Snow Football. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 2, pp. 5–13. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm200201
