

Биомеханические и физиологические факторы обеспечения техники целевых ударных действий в футболе

Кошельская Е.В.¹, Баженов В.Н.¹, Буравель О.И.¹, Капилевич Л.В.², Андреев В.И.¹

Biomechanic and physiological factors providing the technique of goal-oriented shot actions in football

Koshelskaya Ye.V., Bazhenov V.N., Buravel O.I., Kapilevich L.V., Andreyev V.I.

¹ Томский политехнический университет, г. Томск

² Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

© Кошельская Е.В., Баженов В.Н., Буравель О.И. и др.

Изучены биомеханические особенности техники выполнения ударов по мячу в футболе. При помощи методов электромиографии и стабиллографии были обследованы 45 мужчин в возрасте от 18 до 27 лет. Показано, что стабиллографические и электромиографические характеристики выполнения ударов по мячу могут служить индикаторами технической подготовленности спортсменов. При этом техника выполнения прямого удара формируется на этапе спортивного совершенствования, а боковых – на этапе высшего спортивного мастерства. У футболистов высокой квалификации роль зрительного анализатора в поддержании равновесия незначительна, тогда как у низко- и среднеквалифицированных показатели функции равновесия ухудшаются при отмене зрительного контроля.

Ключевые слова: биомеханика, электромиография, стабиллография, футбол.

Biomechanic peculiarities of the technique of shots in football have been studied. With the aid of electromyography and stabilography, 45 men aged from 18 to 27 were examined. It has been shown that stabilographic and electromyographic characteristics of ball shooting can serve indicators of technical development of sportsmen. The technique of direct kick is formed at the stage of perfection of basic skills, while that of lateral kicks is formed at the stage of top sport mastering. In football players of high qualification, the role of the visual analyzer in equilibrium control is insignificant, while in low- and moderate-qualified players, the equilibrium function works worse without visual control.

Key words: biomechanics, electromyography, stabilography, football.

УДК 612.821.35:796.012.2

Введение

С позиций биомеханики технические приемы в футболе, как и в других видах спорта, представляют собой систему последовательных и одновременных движений, обеспечивающих оптимальное взаимодействие внутренних и внешних сил [1, 5]. Разработка новых и совершенствование традиционных приемов спортивной тренировки неразрывно связаны с уровнем знаний о структуре и физиологических процессах нервно-мышечного аппарата, а также о механизмах управления движениями различной координационной сложности [3]. Эти знания мо-

гут быть существенно углублены и расширены за счет оперативного физиологического и биомеханического контроля технических действий футболистов в условиях, аналогичных игровым ситуациям [2].

Цель исследования – изучение биомеханических и физиологических факторов обеспечения техники целевых ударных действий в футболе у спортсменов различной квалификации.

Материал и методы

Обследовано 45 мужчин в возрасте от 18 до 27 лет. По уровню подготовки были выделены

три группы. Первую группу составили студенты (20 человек), занимающиеся футболом не более полугода и не имеющие спортивных разрядов. Во вторую группу вошли студенты (15 человек), занимающиеся футболом более трех лет, участники сборных команд факультетов и вузов (Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Томский политехнический университет) и имеющие первый спортивный разряд. Третью группу образовали игроки (10 человек) профессиональной футбольной команды премьер-лиги России (ФК «Томь», г. Томск).

Электромиографическое исследование выполнялось на многофункциональном компьютерном комплексе «Нейро-МВП-4» (ООО «Нейрософт», г. Иваново), регистрировалась электрическая активность мышц ног при выполнении ударов по мячу. Стабилографическое исследование проводилось с использованием компьютерного стабилоанализатора с биологической обратной связью «Стабилан-01-2» (ОКБ «Ритм», г. Таганрог), оценивалась функция равновесия в пробе Ромберга с открытыми и закрытыми глазами, а также координационные способности при имитации ударов по мячу.

Статистическую обработку полученного материала проводили при помощи программы SPSS11.5 for Windows (StatSoft Inc., США). Фактические данные представлены в виде медианы Me (50-й перцентиль), 25-го и 75-го перцентилей (Q_1-Q_3).

Для определения характера распределения полученных данных использовали критерий Колмогорова–Смирнова.

Сформированные выборки не подчинялись нормальному распределению и, следовательно, применение параметрических статистических критериев, построенных на основании параметров совокупностей, распределяемых по нормальному закону, являлось недопустимым.

Непараметрические статистические критерии, представляющие собой функции, зависящие непосредственно от вариант данной совокупности с их частотами используют для проверки гипотез независимо от формы

распределения совокупностей, из которых взяты сравниваемые выборки. Если функция распределения не является нормальной, непараметрические критерии оказываются более мощными, чем параметрические.

Гипотезу о принадлежности сравниваемых независимых выборок к одной и той же генеральной совокупности или к совокупностям с одинаковыми параметрами проверяли с помощью рангового U -критерия Манна–Уитни.

Результаты и обсуждение

При выполнении теста Ромберга квалифицированные спортсмены успешно сохраняют равновесие на протяжении всей пробы, отклонения центра давления (ЦД) от вертикальной оси незначительны. У футболистов низкой и средней квалификации эффективность сохранения равновесия хуже, отклонения выражены в обеих плоскостях. При сравнении показателей стабิโลграммы в тесте Ромберга у трех групп спортсменов были выявлены различия (табл. 1). Показатель смещения по фронтالي у спортсменов высокой квалификации был достоверно ниже, чем у спортсменов 1-й и 2-й групп, что свидетельствует о лучшей устойчивости. Достоверных различий в величине смещения по сагиттале не наблюдалось. Средняя скорость перемещения ЦД, определяющая среднеамплитудные значения скорости перемещения ЦД спортсменов за время обследования, была достоверно ниже у спортсменов 3-й группы, что говорит о своевременной компенсации возникающих отклонений тела.

Таблица 1

Стабилографические показатели в исследуемых группах футболистов при выполнении теста Ромберга, Me (Q_1-Q_3)

Показатель	1-я группа		2-я группа		3-я группа	
	Открытые глаза	Закрытые глаза	Открытые глаза	Закрытые глаза	Открытые глаза	Закрытые глаза
Смещение по фронтали, мм	2,94 (1,25—5,02)	4,32 (0,47—10,15)*	2,35 (0,45—4,39)	0,54 (0,07—1,49)	0,59 (0,06—1,83)	0,96 (0,10—2,67)
Смещение по сагиттали, мм	3,19 (1,54—9,05)	0,65 (0,17—6,95)	1,91 (0,34—5,43)	0,31 (0,02—1,18)	1,34 (0,45—2,71)	1,54 (0,81—5,99)
Средняя скорость перемещения ЦД, мм/с	10,61 (2,54—14,78)	13,50 (9,87—17,66)*	9,09 (6,73—10,03)	11,93 (8,67—12,95)*	6,88 (5,93—7,41)	8,24 (7,39—8,98)
Скорость изменения площади статокинезиграммы, мм ² /с	35,20 (6,10—76,80)	30,47 (16,20—70,60)	10,63 (5,25—11,90)	16,48 (8,85—21,80)	6,70 (5,55—8,30)	6,60 (5,95—7,20)
Качество функции равновесия, %	81,12 (80,15—87,74)	65,87 (60,30—110,70)*	82,26 (81,85—90,69)	71,39 (68,08—77,59)*	89,36 (87,74—92,30)	84,60 (82,43—86,92)
Средняя линейная скорость, мм/с	10,62 (9,79—17,55)	13,52 (9,88—17,69)*	9,10 (6,74—10,04)	11,93 (8,68—12,95)*	6,82 (5,94—7,41)	8,25 (7,39—8,99)
Угловая скорость средняя, град/с	24,15 (20,70—25,40)	23,44 (20,30—25,40)	30,43 (25,95—37,55)	29,43 (20,50—38,10)	22,00 (19,25—24,75)	23,17 (21,75—25,95)

* Достоверность различий при пробе с открытыми глазами в каждой группе, $p < 0,05$.

Качество функции равновесия (КФР) — один из важных информативных стабилметрических показателей, который характеризует поструральную систему человека. Чем выше значение КФР, тем лучше человек может поддерживать равновесие. Лучший результат по данному показателю выявлен у спортсменов 3-й группы. По данным литературы, этот показатель в значительной степени обусловлен генетическими факторами [4, 6], поэтому может рассматриваться как перспективный критерий спортивного отбора.

Также обнаружены статистически значимые различия по средней линейной скорости — показателю, характеризующему распределение векторов скорости и ускорение движения ЦД. Низкие значения средней линейной скорости у высококвалифицированных спортсменов свидетельствуют об эффективной работе системы регуляции вертикальной позы, обеспечивающей координацию движений при отклонении тела от вертикали.

Из табл. 1 также видно, что у высококвалифицированных спортсменов изменения показателей при закрытых глазах незначительны, тогда как у представителей 1-й и 2-й групп показатели ухудшаются при отмене зрительного контроля.

При выполнении удара по мячу высококвалифицированный спортсмен в подготовительной фазе удерживает ЦД в исходном положении,

после чего ЦД перемещается вперед по траектории удара и возвращается назад. Средне- и низкоквалифицированный футболист уже в подготовительной фазе совершает перемещения ЦД назад. В момент выполнения удара траектория движения ЦД у представителей данных групп изогнута, что существенно снижает эффективность выполнения движения. В завершающей фазе для удержания равновесия спортсмен выполняет колебательные движения в обе стороны.

Показатели смещения по фронтали при выполнении удара по мячу достоверно ниже у спортсменов 2-й и 3-й групп, тогда как при сравнении показателя смещения по сагиттали достоверных различий между группами не наблюдалось (табл. 2). Средняя линейная скорость в 3-й группе была достоверно выше у высококвалифицированных спортсменов.

Представленные в табл. 2 результаты свидетельствуют о существовании принципиальных различий в технике выполнения ударов по мячу у низко-, средне- и высококвалифицированных футболистов. Индикаторами их технической подготовленности могут служить следующие стабилографические характеристики выполнения ударов по мячу: смещение по фронтали и сагиттали, средняя линейная и угловая скорости. При этом техника выполнения прямого удара формируется на этапе спортивного совершен-

ствования, а боковых — на этапе высшего спортивного мастерства.

Исследование биоэлектрической активности мышц ног при выполнении удара по мячу позволило выявить достоверные различия между группами низко- и среднеквалифицированных

спортсменов. Полученные результаты представлены в табл. 3. Максимальная амплитуда электрической активности всех групп мышц у представителей 1-й группы выше, чем у спортсменов средней квалификации (табл. 3).

Таблица 2
Стабилографические показатели у футболистов при выполнении ударов по мячу, Me (Q₁–Q₃)

Показатель	Характер удара	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Смещение по фронтали, мм	Внутренней стороной стопы	9,60 (5,55–15,10)	3,48 (2,73–8,27)*	1,33 (0,01–3,16)*
	Средней частью подъема	2,36 (1,50–5,57)	1,77 (0,31–3,51)	9,57 (8,23–17,79)*
	Внешней стороной стопы	3,22 (1,31–7,35)	5,22 (3,38–10,73)	10,67 (9,51–20,13)*
Смещение по сагиттали, мм	Внутренней стороной стопы	9,17 (0,01–16,02)	7,57 (2,23–15,68)	12,76 (5,86–15,74)
	Средней частью подъема	9,83 (1,67–18,23)	9,19 (1,32–15,60)	18,68 (9,99–29,07)*
	Внешней стороной стопы	15,14 (4,04–23,39)	9,48 (2,52–17,52)	13,65 (0,61–5,05)
Средняя линейная скорость, мм/с	Внутренней стороной стопы	144,78 (113,26–157,85)	147,30 (128,28–169,63)	157,20 (136,83–171,38)*
	Средней частью подъема	138,48 (114,64–155,05)	151,29 (125,10–168,94)	193,75 (154,95–255,11)*
	Внешней стороной стопы	153,03 (126,72–189,23)	157,98 (130,04–170,96)	192,16 (153,16–239,01)*
Угловая скорость средняя, град/с	Внутренней стороной стопы	20,28 (17,15–22,40)	21,05 (16,80–24,00)	15,079 (13,00–16,50)
	Средней частью подъема	19,98 (15,90–23,00)	21,59 (17,20–27,50)	15,16 (13,60–16,50)
	Внешней стороной стопы	20,41 (17,00–23,00)	19,84 (17,50–22,80)	16,65 (15,05–18,25)*

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

Таблица 3

Биоэлектрическая активность мышц ног при выполнении удара по мячу футболистами различной квалификации, Me (Q₁–Q₃)

Мышца	Низкоквалифицированные спортсмены		Среднеквалифицированные спортсмены	
	Максимальная амплитуда, мкВ	Средняя частота, 1/с	Максимальная амплитуда, мкВ	Средняя частота, 1/с
<i>Удар внешней стороной стопы</i>				
Икроножная мышца (медиальная головка)	919 (482–1 231)*	279 (204–348)	368 (216–595)*	179 (96–312)
Икроножная мышца (латеральная головка)	952 (586–1 474)	297 (227–464)	517 (312–2 228)	293 (115–458)
Латеральная широкая мышца бедра (нижняя треть)	1 155 (319–4 963)*	222 (63–281)	334 (178–2 040)	210 (122–400)
<i>Удар внутренней стороной стопы</i>				
Икроножная мышца (медиальная головка)	1 129 (516–2 011)*	282 (144–382)	463 (273–1 017)	207 (98–382)
Икроножная мышца (латеральная головка)	882 (476–1 975)*	262 (182–430)*	342 (237–678)	152 (88–247)
Латеральная широкая мышца бедра (нижняя треть)	1 846 (368–5446)*	101 (64–356)	503 (294–882)	262 (88–497)
<i>Удар средней частью подъема</i>				
Икроножная мышца (медиальная головка)	965 (440–1 674)	298 (210–512)	903 (469–1 303)	272 (166–589)
Икроножная мышца (латеральная головка)	907 (582–2 120)*	315 (170–389)	639 (292–1558)	197 (109–372)

Латеральная широкая мышца бедра (нижняя треть)	1 729 (406—14 278)*	182 (66—1 280)	389 (228—1090)	165 (121—417)
--	---------------------	----------------	----------------	---------------

Примечание. В каждой группе по 15 человек.
* Достоверность различий с группой начинающих, $p < 0,05$.

В то же время во 2-й группе зафиксирован прирост амплитуды биоэлектрической активности тех групп мышц, которые задействованы в данном виде удара. По полученным результатам можно выделить группы мышц, непосредственно принимающие участие при выполнении ударов по мячу, биоэлектрическая активность которых отражает уровень технической подготовленности футболистов (латеральная широкая мышца, латеральная и медиальная головки икроножной мышцы).

Заключение

Стабилографические характеристики поддержания равновесия в позе Ромберга и при выполнении ударов по мячу могут служить индикаторами технической подготовленности спортсменов. При этом техника выполнения прямого удара формируется на этапе спортивного совершенствования, а боковых — на этапе высшего спортивного мастерства. У футболистов высокой квалификации роль зрительного анализатора в поддержании равновесия незначительна, тогда как у низко- и среднеквалифицированных спортсменов показатели стабильности ухудшаются при отмене зрительного контроля.

У спортсменов низкой квалификации при выполнении ударов по мячу отмечается максимальный прирост амплитуды биоэлектрической активности всех мышечных групп нижних конечностей, тогда как у спортсменов на стадии

спортивного совершенствования наблюдается изолированный прирост активности отдельных групп мышц в зависимости от характера выполняемого удара.

Комплекс биомеханических и физиологических показателей может служить индикатором для спортивного отбора, для оперативного контроля уровня технической подготовленности спортсменов, а также основой для разработки новых подходов к совершенствованию спортивного мастерства футболистов.

Литература

1. Бернштейн Н.А. О построении движений // ЛФК и массаж. Спортивная медицина. 2008. № 9 (57). С. 7—11.
2. Дараган В. Теория и методика подготовки спортсменов. Роль вестибулярной сенсорной системы в двигательной деятельности человека // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. Харьков: ХГАДИ (ХХПИ), 2003. № 6. С. 57—66.
3. Лях В.И. Координационные способности: диагностика и развитие. М.: ТВТ Дивизион, 2006. 290 с.
4. Слива С.С. Применение стабильности в спорте // Первая Всерос. науч.-практ. конф. «Мониторинг физического развития, физической подготовленности различных возрастных групп населения»: сб. докл. Нальчик, 2003. С. 210—213.
5. Холодов Ж.К., Кузнецов В.С. Теория и методика физического воспитания и спорта. М., 2006. 145 с.
6. Шестаков М.П., Слива С.С., Войнов И.Д. Компьютерная стабильность в физической культуре и спорте // VII Всерос. конф. по биомеханике «Биомеханика-2004»: тез. докл. в 2 т. Н. Новгород, 24—28 мая 2004. Т. 2. С. 188—189.

Поступила в редакцию 10.06.2009 г.

Утверждена к печати 17.06.2009 г.

Сведения об авторах

Е.В. Кошельская — аспирант факультета физической культуры ТПУ (г. Томск).

В.Н. Баженов — аспирант факультета физической культуры ТПУ (г. Томск).

О.И. Буравель — аспирант факультета физической культуры ТПУ (г. Томск).

Л.В. Капилевич — д-р мед. наук, профессор кафедры биофизики и функциональной диагностики СибГМУ (г. Томск).

Кошельская Е.В., Баженов В.Н., Буравель О.И. и др. Биомеханические и физиологические факторы обеспечения техники...

В.И. Андреев – д-р пед. наук, профессор кафедры спортивных дисциплин факультета физической культуры ТПУ (г. Томск).

Для корреспонденции

Кошельская Елена Владимировна, тел. 8-913-881-5628, e-mail: solnishko0606@yandex.ru

Уважаемые рекламодатели!

На страницах журнала можно разместить рекламу о медицинских и оздоровительных организациях и учреждениях, информацию о новых лекарственных препаратах, изделиях медицинской техники, продуктах здорового питания. Приглашаем вас разместить информацию о деятельности вашего учреждения на страницах журнала в виде научной статьи, доклада или в форме рекламы.

Тарифы на размещение рекламного материала

Площадь на полосе	Черно-белая печать, руб.	Полноцветная печать, руб.
1/1 210 × 280 мм (А4)	4000	10000
1/2	2500	7500
1/4	1500	5000
1/8	1000	2500
1/16	800	1000
Текстовая реклама	50 руб. за 1 кв. см	

Скидки: 2 публикации – 5%, 4 публикации – 10%, 6 публикаций – 15%