

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА СПОРТА ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ

ИНТЕНСИВНОСТЬ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СКОРОСТНЫХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ФУТБОЛИСТОК ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ВО ВРЕМЯ МАТЧА

Е.М. КАЛИНИН,
РФС, г. Москва,
МФТИ, г. Долгопрудный,
Московская область, Россия;
А.А. ХОМЯКОВА,
РФС, г. Москва;
А.В. ЛЕКSAKOV,
РУС «ГЦОЛИФК»,
РФС, г. Москва

Аннотация

До недавнего времени для оценки интенсивности двигательных действий в футболе использовались исключительно показатели скорости и соответствующие им скоростные диапазоны. Однако в настоящее время актуальным является исследование быстроты изменения скорости, связанной как со стартовым разгоном – ускорениями, так и с остановками – торможениями. В связи с этим цель исследования – изучение интенсивности и продолжительности скоростных соревновательных двигательных действий, относящихся к ускорениям и торможениям футболисток высокой квалификации. В период с 2021 по 2022 год была исследована соревновательная двигательная деятельность игроков ($n = 60$) женской сборной России по футболу, которые провели на поле не менее 85 минут игрового времени. Были проанализированы суммарные данные 81 008 ускорений и торможений, их продолжительность, расстояние и интенсивность с помощью трекинговой системы Wimu Pro (Испания). Установлено, что скоростные соревновательные двигательные действия – ускорения (стартовый разгон) и торможения (остановки) – характеризуются разной интенсивностью, имеют среднюю продолжительность 0,6–2,4 с, что соответствует дистанции 2–8 м, и выполняются в разных скоростных диапазонах. Исходная скорость, с которой выполняется стартовый разгон (ускорение), и остановка (торможение) определяют интенсивность движения футболистки во время матча.

Ключевые слова: двигательные действия, стартовый разгон, ускорение, остановка, торможение, интенсивность, скорость, диапазон, футбол, игра.

INTENSITY AND DURATION HIGH-SPEED COMPETITIVE MOTOR ACTIONS OF HIGHLY QUALIFIED FEMALE FOOTBALL PLAYERS DURING THE MATCH

E.M. KALININ,
RFU, Moscow city,
MIPT, Dolgoprudnyj city,
Moscow region, Russia;
A.A. KHOMYAKOVA,
RFU, Moscow city;
A.V. LEKSAKOV,
RUS “GTSOLIFK”,
RFU, Moscow city



Abstract

Until recently, only speed indicators and their corresponding speed ranges were used to assess the intensity of motor actions in football. However, it is currently relevant to study the rapidity of speed changes associated with both starting acceleration and stopping deceleration. In this regard, the purpose of the study is to examine the intensity and duration of high-speed competitive motor actions related to accelerations and decelerations of highly qualified football players. In the period from 2021 to 2022, the competitive motor activity of the players ($n = 60$) of the Russian Women's National Football Team, who spent at least 85 minutes of playing time on the field, was studied. The total data of 81,008 accelerations and decelerations, their duration, distance, and intensity were analyzed using the Wimu Pro tracking system (Spain). It was found that high-speed competitive motor actions: acceleration (starting acceleration) and deceleration (stopping) are characterized by different intensities, have an average duration of 0.6–2.4 seconds, which corresponds to a distance of 2–8 m, and are performed in different speed ranges. The initial speed at which the starting acceleration (acceleration) and stopping (deceleration) are performed determines the intensity of the player's movement during the match.

Keywords: motor actions, starting, acceleration, deceleration, stopping, intensity, speed, range, football, game.

Введение

Интенсивность скоростных двигательных действий принято оценивать по скорости перемещения спортсмена или достижению им определенных скоростных диапазонов [8, 9]. Каждый скоростной диапазон имеет свои границы, которым должна соответствовать скорость в определенный момент времени. Например, диапазон скорости 5,5–7,0 м/с (19,8–25,2 км/ч) у мужчин [6] и 5,3–6,4 м/с (19–23 км/ч) у женщин [14] относят к бегу с высокой скоростью. При скорости выше 7,0 м/с (25,2 км/ч) и 6,4 м/с (23 км/ч) у мужчин [6] и женщин [14] соответственно – к спринту. Однако скорость перемещений как критерий определения интенсивности имеет ряд ограничений: 1) пространство – игроку необходимо набрать скорость в условиях наличия или отсутствия свободного пространства во время игрового эпизода; 2) стартовый разгон – игрокам требуется разное время набора скорости для достижения высокоскоростных диапазонов, в том числе и максимальной скорости [4, 11, 12, 15]; 3) энергообеспечение – в период набора скорости (стартового разгона) игроки тратят больше метаболической энергии [12], чем при беге с постоянной скоростью в заданном скоростном диапазоне; при резкой остановке (торможении) они подвергаются механической нагрузке [4]; 4) направление движения – бег (спринт) по прямой характерен для фланговых игроков; бег со сменой направления движения характерен для игроков центральной линии [10]. Решение данной проблемы заключается в оценке не скорости, а быстроты ее изменения как при стартовом разгоне – ускорении, так и при остановках – торможении. Показатели ускорений и торможений имеют градиацию по диапазонам от низкой до максимальной [4, 7, 12, 16, 17], что позволяет классифицировать двигательные действия в виде стартового разгона и остановок по интенсивности.

Цель исследования: изучить интенсивность и продолжительность скоростных соревновательных двигательных действий, относящихся к ускорениям и торможениям футболисток высокой квалификации.

Материалы и методы исследования

В период с 2021 по 2022 год были исследованы двигательные действия игроков ($n = 60$) женской сборной

России по футболу, которые сыграли не менее 85 минут игрового времени в официальных играх. Проанализированы и классифицированы по диапазонам интенсивности и скорости (м/с) данные 40 504 двигательных действий, относящихся к стартовому разгону (ускорениям) и остановкам (торможениям). С помощью трекинговой системы Wimu Pro (Испания) всего (суммарно) проанализировано 81 008 ускорений и торможений, в т.ч. их продолжительность (с), расстояние (м) и интенсивность [5]. Все ускорения и торможения отфильтрованы по продолжительности (не менее 0,5 с). В качестве статистических показателей были рассчитаны: X – среднее значение, σ – стандартное отклонение и медиана. Достоверность различий определялась с помощью однофакторного дисперсионного анализа, взаимосвязь показателей определялась с помощью корреляционного анализа Спирмена (r) в программе Statistica 10.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ соревновательной двигательной деятельности игроков женской сборной России по футболу показал, что двигательные действия, относящиеся к ускорениям или стартовому разгону, в основном выполняются в диапазоне скорости от 3,3 до 4,0 м/с (медиана), но могут начинаться и с более высокой скорости – 7,8 м/с. Двигательные действия в виде торможений или остановок выполняются на скорости от 4,0 до 3,2 м/с (медиана) (табл. 1), но могут начинаться и со скорости 8,4 м/с. Известно, что любое двигательное действие в футболе начинается с изменения скорости; ускорения в 99% случаев выполняются с места, ходьбы или трусцы [2]. Игрокам разного амплуа свойственны разные объемы выполняемых ускорений и торможений. Наибольший объем ускорений и торможений выполняют центральные полузащитники, демонстрируя при этом наименьшие показатели максимальной скорости из-за ограниченного пространства в центре поля. Центральные защитники показывают наименьший объем ускорений и торможений и наименьшую максимальную скорость. Для фланговых игроков и нападающих характерны наивысшая максимальная скорость по причине наличия игрового пространства и высокие максимальные значения торможений [3].



Таблица 1

Показатели начальной и конечной скорости стартового разгона (ускорений) и остановок (торможений) футболисток во время матча

Показатель	Стартовый разгон (ускорения)			Остановки (торможения)		
	м/с ²	Скорость (м/с)		м/с ²	Скорость (м/с)	
		начальная	конечная		начальная	конечная
Медиана	0,7	3,3	4,0	-0,8	4,0	3,2
X	1,0	3,2	4,2	-1,3	4,2	3,0
σ	1,0	1,2	0,9	1,3	0,9	1,3
Min	0,0	0,0	0,8	-8,8	0,8	0,0
Max	5,7	7,8	8,4	0,0	8,4	7,8
Асимметрия	1,4	-0,4	0,9	-1,2	0,9	0,3
Экссесс	1,2	0,5	0,6	0,3	0,5	-0,2

Наибольшее число ускорений (м/с²) и торможений (м/с²) выполняется в диапазонах скорости 2–6 м/с, наименьшее: 0–2 и 6–8 м/с (рис. 1). Большому числу ускорений в диапазоне 0–2 м/с² соответствует большее число торможений в том же диапазоне, но уже со знаком «минус»: от 0 до -2 м/с² (рис. 2). Максимальная величина ускорений для женщин зафиксирована на уровне 5,7 м/с², торможений – 8,8 м/с² (см. табл. 1), на которую

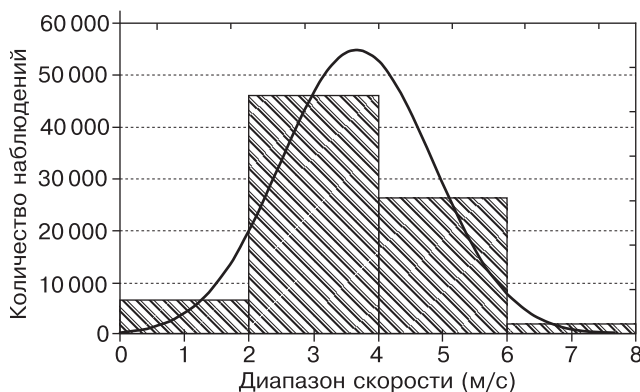


Рис. 1. Распределение ускорений и торможений по диапазонам скорости

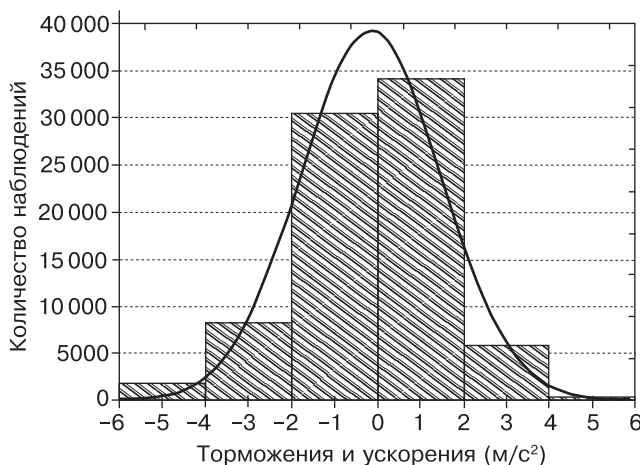


Рис. 2. Градация ускорений и торможений по диапазонам интенсивности

приходится наименьший объем выполняемых двигательных действий (см. рис. 2). Таким образом, стартовый разгон (ускорения) и остановки (торможения) выполняются в разных диапазонах скорости, а их абсолютная величина характеризуется разными значениями, а следовательно, и интенсивностью. За высокую интенсивность двигательных действий, связанных со стартовым разгоном и остановками, одни авторы принимают величину выше 2 м/с² [16], другие – более 2,8 м/с² [17], третьи – выше 3 м/с² [4, 12] или выше 4 м/с² [7]. Отсутствие единого критерия определения величины интенсивности для различных двигательных действий связано с применением различных трекинговых систем, их функционалом и техническими возможностями для оценки двигательных действий [16].

Представленные результаты исследования (табл. 2 и 3) позволили определить диапазоны интенсивности, свойственные для ускорений: от 0,2 до 3,9 м/с² (медиана) и торможений: от -4,4 до -0,1 м/с² (медиана).

Средняя продолжительность ускорений (стартового разгона) варьируется от 0,6 до 2,4 с, что соответствует дистанции 2,4–8,1 м. Данная тенденция характерна и для торможений (остановок), продолжительность которых также варьируется от 0,6 до 2,3 с, а дистанция составляет 2,1–7,2 м. Изменение скорости как в сторону увеличения, так и в сторону снижения характеризуется более высокими значениями абсолютной величины, а следовательно, и большими усилиями, прикладываемыми игроками при наборе и снижении скорости. Было отмечено, что при низкой скорости наблюдается более высокая величина ускорения, а значит, и стартового разгона; и наоборот, более высокой скорости, с которой начинается остановка, соответствует большая величина торможения. В результате корреляционного анализа была установлена отрицательная связь между скоростью и величиной ускорения (стартового разгона): $r = -0,61$; $p < 0,05$ (рис. 3 А), что свидетельствует о том, что наиболее быстрый стартовый разгон возможен только с низкой скорости. Положительная связь наблюдается между скоростью и величиной торможения: $r = 0,69$; $p < 0,05$, т.е. наиболее интенсивные торможения (остановки) выполняются с высокой скорости (рис. 3 Б).



Таблица 2

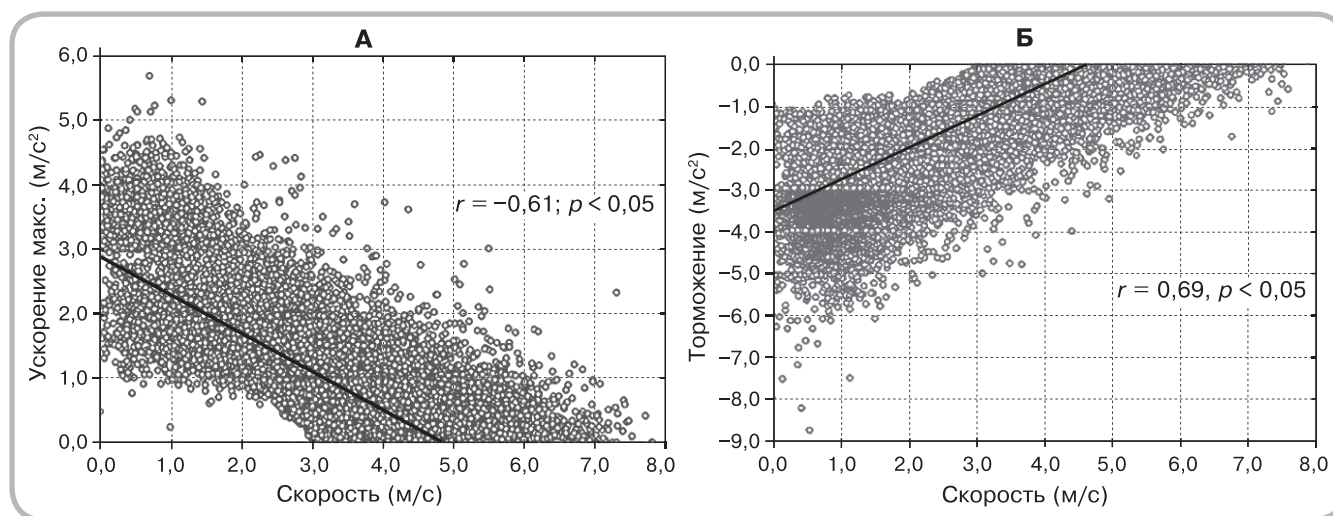
**Распределение ускорений (стартового разгона)
по диапазонам интенсивности футболисток во время матча**

Ускорение (м/с ²)	Скорость (м/с)		Δ скорости (м/с)	Продолжительность (с)	Дистанция (м)
	начальная	конечная			
	X ± σ		Медиана		
0,5 ± 0,3	3,7 ± 0,8	4,0 ± 0,8	0,2	0,6	2,4
1,4 ± 0,3	2,9 ± 1,1	4,5 ± 0,8	1,3	1,8	6,7
2,4 ± 0,3	1,9 ± 1,0	5,0 ± 0,8	3,0	2,4	8,1
3,4 ± 0,3	0,9 ± 0,6	4,2 ± 1,0	3,2	1,9	5,3
4,3 ± 0,3	0,7 ± 0,5	4,6 ± 1,0	3,9	1,8	5,5

Таблица 3

**Распределение торможений (остановок)
по диапазонам интенсивности футболисток во время матча**

Торможение (м/с ²)	Скорость (м/с)		Δ скорости (м/с)	Продолжительность (с)	Дистанция (м)
	начальная	конечная			
	X ± σ		Медиана		
-0,4 ± 0,3	3,9 ± 0,8	3,7 ± 0,8	0,1	0,6	2,1
-1,4 ± 0,3	4,4 ± 0,8	2,9 ± 1,1	1,2	1,6	5,8
-2,4 ± 0,3	4,9 ± 0,8	2,0 ± 1,0	2,8	2,3	7,2
-3,4 ± 0,3	4,2 ± 1,1	1,0 ± 0,6	3,0	1,7	4,5
-4,4 ± 0,3	4,7 ± 1,0	0,9 ± 0,6	3,6	1,7	4,8
-5,5 ± 0,6	5,4 ± 0,8	0,9 ± 0,5	4,4	1,6	5,4



**Рис. 3. Зависимость скорости и ускорения (А),
а также торможения (Б) футболисток во время игры**

Практическая значимость полученных результатов исследования обусловлена тем, что во время матча футболисткам приходится ускорять и тормозить движения в пределах 2–10 м (в среднем), в некоторых эпизодах игры и до 20 м с различной интенсивностью – от низкой до максимальной. Наибольшая величина нагрузки наблюдается при выполнении стартового разгона (ускорения) [12] и резкой остановки (торможения) [4].

Применение упражнений в виде стартового разгона и остановок на дистанциях от 1 до 20 м с различной

интенсивностью позволит смоделировать соревновательные двигательные действия в тренировочном занятии и подготовить опорно-двигательный аппарат к высокой нагрузке.

Полученную информацию необходимо включать в планирование тренировочного процесса как в части общей, так и специальной физической подготовки, которое должно учитывать специфику скоростно-силовой направленности соревновательной двигательной деятельности футболисток [1, 16].



Заключение

В настоящее время исследование интенсивности скоростных двигательных действий приобретает всё большую актуальность из-за возможности регистрировать не только показатели скорости перемещения, но и быстроту её изменения в момент стартового разгона (ускорения) и остановок (торможений). Стартовый разгон (ускорение) и остановки (торможения) выполняются футболистами во время матча в разных диапазонах скорости, в основном в диапазоне от 2 до 6 м/с; абсолютная величина характеризуется разными значениями, а следовательно, и интенсивностью. Средняя продолжительность стартового разгона (ускорения) и торможений (остановок)

футболисток высокой квалификации варьируется от 0,6 до 2,4 с, что соответствует дистанции от 2 до 8 м. Чем ниже скорость начала выполнения стартового разгона, тем выше интенсивность двигательного действия; наиболее интенсивные остановки выполняются при достижении высокой скорости.

Количественные и качественные показатели ускорений и торможений должны определять общую величину нагрузки, воздействующей на игрока как во время игры, так и в тренировочном занятии, и учитываться при планировании специфических игровых и беговых упражнений.

Литература/References

- Voronov, A.V., Voronova, A.A., Kvashuk, P.V. [et al.] (2023), Determination of optimal exercises for training knee flexor muscles, *Теория и практика физической культуры*, no. 11, pp. 90–92.
- Kalinin, E.M., Vlasov, A.E., Panikov, V.V. and Kuzmichev, V.A. (2021), Kinematic characteristics of competitive motor activity of football players, *Теория и практика физической культуры: Тренер: журнал в журнале*, no. 5, pp. 82–84.
- Kalinin, E.M., Kuzmichev, V.A., Khomyakova, A.A. and Leksakov, A.V. (2022), Characteristics of competitive activity of football players of various playing roles in youth teams, *Теория и практика физической культуры*, no. 12, pp. 28–30.
- Akenhead, R., Hayes, P., Thompson, K. [et al.] (2013), Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play, *Journal of science and medicine in sport*, no. 16, pp. 556–561.
- Bastida-Castillo, A., Gomez-Carmona, C.D., Sanchez, E. [et al.] (2019), Comparing accuracy between global positioning systems and ultra-wideband-based position tracking systems used for tactical analyses in soccer, *European journal of sport science*, no. 19, pp. 1157–1165.
- Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B. [et al.] (2009), High-intensity running in English FA Premier League soccer matches, *Journal of sports sciences*, no. 27, pp. 159–168.
- Bradley, P.S., Di Mascio, M., Peart, D. [et al.] (2010), High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels, *Journal of strength and conditioning research*, no. 24, pp. 2343–2351.
- Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C. [et al.] (2010), Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches, *Journal of sports sciences*, no. 28, pp. 1489–1494.
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G. [et al.] (2009), Analysis of high intensity activity in Premier League soccer, *International journal of sports medicine*, no. 30, pp. 205–212.
- Faude, O., Koch, T. and Meyer, T. (2012), Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football, *Journal of sports sciences*, no. 30, pp. 625–631.
- Morin, J.B., Mat, Y.L., Osgnach, C. [et al.] (2021), Individual acceleration-speed profile in-situ: A proof of concept in professional football players, *Journal of biomechanics*, no. 123, pp. 1105–1124.
- Osgnach, C., Poser, S. and Bernardini, R. (2010), Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach, *Medicine and science in sports and exercise*, no. 42 (1), pp. 170–178.
- Portas, M., Harley, J., Barnes, C. and Rush, C. (2010), The validity and reliability of 1 Hz and 5 Hz global positioning system for lineal, multidirectional, and soccer specific activities, *International journal of sports physiology and performance*, no. 5, pp. 448–458.
- Scott, D., Haigh, J. and Lovell, R. (2020), Physical characteristics and match performances in women's international versus domestic-level football players: a 2-year, league-wide study, *Science and medicine in football*, vol. 4, pp. 211–215.
- Sonderegger, K., Tschopp, M. and Taube, W. (2016), The Challenge of Evaluating the Intensity of Short Actions in Soccer: A new methodological approach using percentage acceleration, *PLoS One*, no. 11, pp. 1–10.
- Stevens, T., de Ruiter, C. and Twisk, J. (2017), Quantification of in-season training load relative to match load in professional Dutch Eredivisie football players, *Science and medicine in football*, no. 1, pp. 117–125.
- Varley, M. and Aughey, R. (2013), Acceleration profiles in elite Australian soccer, *International journal of sports medicine*, no. 34, pp. 34–39.

