

# Современные педагогические и психологические технологии в физическом воспитании и спортивной тренировке

## Modern pedagogical and psychological technologies in education and sports training

Научная статья

УДК 796.011.1

DOI: 10.14529/hsm25s213

### АДАПТАЦИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ В ФУТБОЛЕ: АНАЛИЗ МЫШЕЧНОЙ СИЛЫ И ВЫНОСЛИВОСТИ

*Д.А. Онищенко*<sup>1</sup>, [onischenko.da@talantiuspeh.ru](mailto:onischenko.da@talantiuspeh.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2534-9455>

*Я.Р. Бравый*<sup>1</sup>, [brave.yr@talantiuspeh.ru](mailto:brave.yr@talantiuspeh.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8533-0428>

*Н.А. Суханов*<sup>1</sup>, [suhanov.na@talantiuspeh.ru](mailto:suhanov.na@talantiuspeh.ru), <https://orcid.org/0009-0002-4172-3929>

*М.Э. Балтин*<sup>1,2</sup>, [baltin.me@talantiuspeh.ru](mailto:baltin.me@talantiuspeh.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5005-1699>

<sup>1</sup> Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория Сириус, Краснодарский край, Россия

<sup>2</sup> Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

**Аннотация.** Цель: оценить различия в мышечном дисбалансе и физической выносливости между главными арбитрами и ассистентами, а также выявить специфические требования физической подготовки для каждой роли арбитра. **Материалы и методы.** В исследовании участвовали 51 футбольный арбитр в возрасте 18–28 лет. Оценивали антропометрические показатели, состав тела, изометрическую силу приводящих и отводящих мышц, а также физическую выносливость с помощью беговых тестов. Статистический анализ проводили с использованием t-теста для независимых выборок. **Результаты.** Между главными арбитрами и ассистентами не выявлено значимых различий по показателям мышечного дисбаланса и маневренности. Однако результаты бегового теста показали статистически значимое различие, главные арбитры продемонстрировали более высокую выносливость. Это подтверждает наличие специфических требований к физической подготовке в зависимости от роли арбитра. **Заключение.** Различия в выносливости между главными арбитрами и ассистентами могут быть обусловлены различиями в их ролях на поле. Полученные данные подчеркивают необходимость дальнейшего изучения и оптимизации тренировочных программ для арбитров.

**Ключевые слова:** сила мышц ног, изометрический тест, мышечный дисбаланс, аэробные возможности, футбол, арбитр, беговые тесты

**Благодарности.** Финансирование проекта осуществлялось Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение № 075-10-2025-017 от 27.02.2025).

**Для цитирования:** Адаптация к физическим нагрузкам в футболе: анализ мышечной силы и выносливости / Д.А. Онищенко, Я.Р. Бравый, Н.А. Суханов, М.Э. Балтин // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № S2. С. 98–103. DOI: 10.14529/hsm25s213

Original article  
DOI: 10.14529/hsm25s213

## ADAPTATION TO PHYSICAL LOADS IN FOOTBALL: ANALYSIS OF MUSCLE STRENGTH AND ENDURANCE

**D.A. Onishchenko**<sup>1</sup>, [onishchenko.da@talantiuspeh.ru](mailto:onishchenko.da@talantiuspeh.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2534-9455>  
**Ya.R. Bravyi**<sup>1</sup>, [brave.yr@talantiuspeh.ru](mailto:brave.yr@talantiuspeh.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8533-0428>  
**N.A. Sukhanov**<sup>1</sup>, [suhanov.na@talantiuspeh.ru](mailto:suhanov.na@talantiuspeh.ru), <https://orcid.org/0009-0002-4172-3929>  
**M.E. Baltin**<sup>1,2</sup>, [baltin.me@talantiuspeh.ru](mailto:baltin.me@talantiuspeh.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5005-1699>

<sup>1</sup> Sirius University of Science and Technology, Sirius Federal Territory, Krasnodar Krai, Russia

<sup>2</sup> Volga Region State University of Physical Education, Sports and Tourism, Kazan, Russia

**Abstract. Aim.** This study presents a comparative analysis of muscle imbalance and physical endurance between referees and assistant referees in football, with the objective of delineating role-specific physical conditioning requirements. **Materials and methods.** The study involved 51 football referees aged 18–28 years. The assessment protocol included anthropometric measurements, body composition analysis, isometric strength evaluation of the hip adductor and abductor muscle groups, and a functional assessment of physical endurance via running tests. Statistical analysis was performed using an independent samples t-test. **Results.** The analysis revealed no statistically significant intergroup differences in muscle imbalance and agility. However, referees demonstrated superior endurance performance, with a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) observed in the running test. These findings confirm the existence of role-specific physical conditioning requirements among referees. **Conclusion.** The difference in endurance performance is likely attributable to the roles of referees and assistant referees during match play. These findings underscore the necessity for further research and the optimization of role-specific training regimens for football referees and their assistants.

**Keywords:** lower limb muscle strength, isometric strength testing, muscle imbalance, functional assessment, football, referee, running tests

**Acknowledgements.** This study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Agreement 075-10-2025-017 dd. 27.02.2025).

**For citation:** Onishchenko D.A., Bravyi Ya.R., Sukhanov N.A., Baltin M.E. Adaptation to physical loads in football: analysis of muscle strength and endurance. *Human. Sport. Medicine.* 2025;25(S2):98–103. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm25s213

**Введение.** Современный футбол характеризуется постоянным увеличением скорости и интенсивности игры, что приводит к возрастанию требований к физической подготовке не только игроков, но и арбитров, чья работа непосредственно связана с высоким уровнем физической активности и быстрой реакцией [10, 16]. В матчах арбитры преодолевают значительные дистанции и выполняют высокоинтенсивные действия, такие как спринты и ускорения, что требует высоких аэробных и анаэробных способностей [5, 12]. В некоторых исследованиях отмечено, что подготовка арбитров высокого уровня может быть сопоставима с профессиональными игроками [6], однако нагрузка на арбитров во время матчей может существенно варьироваться в зависимости от уровня игры и турнира [5]. С учетом увеличения внешних нагрузок и высоких требований к физической подготовке арбитров

актуальным становится вопрос регулярного мониторинга их физиологических параметров и разработки подходящих тренировочных программ, направленных на снижение риска травм и оптимизацию их работоспособности [4, 9]. Актуальной также остается задача создания референсных значений для узконаправленной группы спортсменов, а также разработка стандартизированных подходов к оценке силовых возможностей, мышечного дисбаланса и физической выносливости [1].

Футбольное судейство требует высокой физической подготовки: главные арбитры совершают больше интенсивных перемещений во время матча, за матч пробегают 10–12 км, из которых 28,8 % на высокой скорости (>13 км/ч), а ЧСС превышает 80 % от максимальной в 90 % времени. Ассистенты сосредоточены на коротких спринтах вдоль боковой линии, преодолевают 5–6 км, лишь 14 % из которых на

высокой скорости, со средней ЧСС около 77 % от максимальной. Эти различия отражаются на уровнях выносливости, силы и общей физической подготовки как в сезоне, так и в межсезонный период [2, 3, 8, 15].

Проведение тестов на физическую подготовленность арбитров, включая беговые и силовые испытания, позволяет оценить их способность справляться с возрастающими нагрузками в матчах, что является важным элементом повышения качества судейства [2, 15]. В данном исследовании анализировались различия между главными арбитрами и ассистентами в отношении мышечного баланса, включая изометрическую силу нижних конечностей, а также уровень выносливости, измеренный с помощью бегового теста в полевых условиях и теста 5-0-5, что позволило выявить особенности физических требований, предъявляемых к каждой из этих ролей.

**Материалы и методы.** В исследовании принял участие 51 футбольный арбитр – мужчины в возрасте от 18 до 28 лет. Главными арбитрами работают 40 человек, ассистентами главных арбитров – 11 человек. Арбитры, участвующие в исследовании, судят в футбольных лигах различного уровня Российской Федерации – от молодежных до профессиональных. Средний стаж судейства составил  $4,8 \pm 0,2$  года. Измерения параметров состава тела проводили методом биоимпедансометрии с использованием оборудования InBody 770 (Biospace, Южная Корея) в положении стоя в соответствии со стандартным протоколом. Метод позволял определить показатели мышечной массы, жировой массы тела. Все измерения проводили утром натощак после 8–10 ч ночного голодания. Рост участников измеряли с помощью автоматизированного ростомера InBody BSM370 (Biospace, Южная Корея) с точностью до 0,1 см. Для оценки силы приводящих и отводящих мышц нижних конечностей в изометрическом режиме использовали систему ForceFrame (VALD Performance, Австралия). Участники выполняли упражнения на приведение и отведение бедра, лежа на спине с приподнятыми ногами, при этом угол в тазобедренном и коленном суставах составлял 90 градусов. Показатели дисбаланса в мышечной силе при сведении и отведении ног рассчитывались на основе разницы в изометрической силе между левой и правой ногой. Отрицательное значение дисбаланса

указывало на преимущественное снижение силы правой ноги по сравнению с левой. Для оценки скорости и маневренности отдельно для правой и левой сторон применяли тест 5-0-5. Участники выполняли 10-метровый разбег, пересекали центральную линию, достигали 5-метровой отметки, разворачивались и возвращались обратно через центральную линию. Тест выполнялся дважды: с разворотом на правую и левую стороны. Время фиксировалось электронной системой хронометража. Для оценки уровня выносливости участников был проведен беговой тест в полевых условиях (Yo-Yo Intermittent Recovery Level 2). Перед началом бегового теста участники выполнили разминку: 10 мин лёгкого бега и динамические упражнения на растяжку. Тест проводили на футбольном поле с разметкой: 20-метровые беговые отрезки и 5-метровая зона для восстановления. Звуковые сигналы задавали темп, который постепенно ступенчато увеличивался. Участники выполняли беговые отрезки между 20-метровыми отметками, после каждого прохода (40 м) следовал 10-секундный период активного восстановления в зоне отдыха. Тест завершался при неспособности участника дважды подряд выполнить отрезок в заданное время. Общая дистанция фиксировалась и использовалась для оценки физической подготовленности.

Статистическую обработку результатов проводили в программе JASP версии 0.18.3. Статистические данные представлены как среднее  $\pm$  ошибка среднего. Свойства распределения определяли по критерию Шапиро – Уилка. Для определения достоверности различий между сравниваемыми группами использовали t-тест для независимых выборок. Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Результаты для каждой группы представлены в таблице. Между группами не выявлено значимых различий по антропометрическим показателям, составу тела, силе приводящих и отводящих мышц, мышечному дисбалансу и результатам бегового теста на маневренность. Единственным значимым различием стали результаты бегового теста, где главные арбитры продемонстрировали более высокий уровень выносливости, что согласуется с предыдущими исследованиями и может быть связано с повышенными требованиями к физической подготовленности главных арбитров [11, 13].

Антропометрические характеристики, показатели силы и беговых тестов  
Anthropometric characteristics, muscle strength, and running performance

Показатели Parameter	Главные арбитры Referees	Ассистенты главных арбитров Assistant referees
Возраст, лет / Age, years	21,9 ± 0,3	22,7 ± 1,0
Стаж арбитров, лет Refereeing experience, years	4,8 ± 0,2	4,7 ± 0,9
Рост, см / Height, cm	181,7 ± 0,9	179,6 ± 2,3
Вес, кг / Body mass, kg	75,9 ± 1,2	71,2 ± 2,7
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup> Body mass index (BMI), kg/m <sup>2</sup>	22,9 ± 0,3	22,0 ± 0,3
Процент жира, % / Body fat percentage, %	13,5 ± 0,3	13,6 ± 1,7
Скелетная мышечная масса, кг Skeletal muscle mass, kg	37,2 ± 0,6	34,8 ± 1,3
Сила отведения, Н Hip abduction strength, N	350,9 ± 8,6	344,3 ± 14,5
Сила приведения, Н Hip adduction strength, N	390,4 ± 11,4	383,6 ± 12,7
Дисбаланс отведения, % Abduction imbalance, %	4,3 ± 0,6	3,3 ± 1,3
Дисбаланс приведения, % Adduction imbalance, %	5,7 ± 1,4	2,1 ± 0,5
Беговой тест 5-0-5 с разворотами, правая сторона, с 505 agility test (right side), s	2,4 ± 0,02	2,4 ± 0,04
Беговой тест 5-0-5 с разворотами, левая сторона, с 505 agility test (left side), s	2,4 ± 0,03	2,4 ± 0,03
Беговой тест, уровень Endurance running test, level	18,9 ± 0,1	18,0 ± 0,4*

\* – различия между значениями групп сравнения статистически значимы (уровень значимости  $p < 0,05$ ).

\* – intergroup differences are significant at  $p < 0.05$ .

Матчи требуют от арбитров выносливости и сохранения силы при утомлении. Одним из перспективных методов повышения силовых возможностей и устойчивости к утомлению в футболе являются тренировки с ограничением кровотока [7, 14].

Полученные данные подтверждают важность дифференцированного подхода к подготовке арбитров в зависимости от их роли на поле. Особое внимание следует уделять разработке программ, направленных на развитие выносливости и восстановление после матчей для главных арбитров, а также улучшение взрывной силы и ускорений для ассистентов [2].

Ограничения данного исследования включают небольшую выборку участников и возможное влияние разнородности в стаже. Тем не менее результаты подчеркивают необхо-

димость дальнейшего изучения механизмов адаптации к физическим нагрузкам и применения новых технологий в подготовке футбольных арбитров.

**Заключение.** Современный футбол требует от арбитров высокой аэробной и анаэробной подготовки. В исследовании оценены различия в мышечном балансе и выносливости между главными арбитрами и ассистентами. Значимых различий в мышечном дисбалансе не выявлено, однако тесты показали влияние роли арбитра на уровень выносливости и физической подготовки.

Полученные результаты подчеркивают важность изучения физической подготовки арбитров для дальнейшей оптимизации целевых тренировочных программ, направленных на улучшение их функциональных возможностей и качества работы на поле.

**Список литературы / References**

1. Онищенко Д.А., Бравый Я.Б. Оценка силы мышц сгибателей и разгибателей туловища в изокINETическом режиме // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 4. С. 134–141. [Onishchenko D.A., Bravy Ya.B. Evaluation of the Strength of the Flexor and Extensor Muscles of the Trunk in Isokinetic Mode. *Human. Sport. Medicine*, 2024, vol. 24, no. 4, pp. 134–141. (in Russ.)] DOI: 10.14529/hsm240417
2. Martinho D.V., Field A., Rebelo A. et al. A Systematic Review of the Physical, Physiological, Nutritional and Anthropometric Profiles of Soccer Referees. *Sports Medicine – Open*, 2023, vol. 9, no. 1, p. 72. DOI: 10.1186/s40798-023-00610-7
3. Bozdoğan T.K., Kızılet A., Biçer B. The Effect of Morphological Characteristics on the Physical and Physiological Performance of Turkish Soccer Referees and Assistant Referees. *SHS Web of Conferences*, 2017, vol. 37, 01032. DOI: 10.1051/shsconf/20173701032
4. Urhausen A., Vivas J., Lambert C., Weiler B. Cardiovascular Stress in Football Referees. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 2022, vol. 73, no. 1, pp. 30–35. DOI: 10.5960/dzsm.2021.511
5. Castagna C., Abt G., D’Ottavio S. Activity Profile of International-Level Soccer Referees During Competitive Matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2004, vol. 18, no. 3, pp. 486–490. DOI: 10.1519/00124278-200408000-00016
6. Santos-Silva P.R., D’Andrea Greve J.M., Pedrinelli A. et al. Comparing the Aerobic Fitness of Professional Male Soccer Players and Soccer Referees. *Current Sports Medicine Reports*, 2019, vol. 18, no. 12, pp. 497–501. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000668
7. Iskarevskii G.V., Pekonidi A.A., Beknazarova A.M. et al. Effect of Blood Flow Restriction on Recruitment Threshold and Amplitude-Frequency Characteristics of Motor Units During Exercise. *2024 Sixth International Conference Neurotechnologies and Neurointerfaces (CNN)*, 2024, pp. 44–46. DOI: 10.1109/CNN63506.2024.10705860
8. Castillo D., Cámara J., Castagna C., Yanci J. Effects of the off-Season Period on Field and Assistant Soccer Referees' Physical Performance. *Journal of Human Kinetics*, 2017, vol. 56, no. 1, pp. 159–166. DOI: 10.1515/hukin-2017-0033
9. Harper D.J., Carling C., Kiely J. High-Intensity Acceleration and Deceleration Demands in Elite Team Sports Competitive Match Play: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Sports Medicine*, 2019, vol. 49, no. 12, pp. 1923–1947. DOI: 10.1007/s40279-019-01170-1
10. Haugen T.A., Tønnessen E., Seiler S. Anaerobic Performance Testing of Professional Soccer Players 1995–2010. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2013, vol. 8, no. 2, pp. 148–156. DOI: 10.1123/ijsp.8.2.148
11. Castillo-Rodríguez A., Alejo-Moya E.J., Figueiredo A. et al. Influence of Physical Fitness on Decision-making of Soccer Referees Throughout the Match. *Heliyon*, 2023, vol. 9, no. 9, e19702. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e19702
12. Manilo Y.V. Locomotor Activity of Professional Football Referees. *Physical Education of Students*, 2014, vol. 18, no. 6, pp. 37–40. DOI: 10.15561/20755279.2014.0607
13. Maughan P.C., MacFarlane N.G., Swinton P.A. Quantification of Training and Match-play Load Across a Season in Professional Youth Football Players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2021, vol. 16, no. 5, pp. 1169–1177. DOI: 10.1177/17479541211000328
14. Hosseini Kakhak S.A., Kianigul M., Haghghi A.-H. et al. Performing Soccer-Specific Training with Blood Flow Restriction Enhances Physical Capacities in Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2022, vol. 36, no. 7, pp. 1972–1977. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003737
15. Castillo D., Cámara J., Lozano D. et al. The Association Between Physical Performance and Match-play Activities of Field and Assistants Soccer Referees. *Research in Sports Medicine*, 2019, vol. 27, no. 3, pp. 283–297. DOI: 10.1080/15438627.2018.1534117
16. Wallace J.L., Norton K.I. Evolution of World Cup Soccer Final Games 1966–2010: Game Structure, Speed and Play Patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2014, vol. 17, no. 2, pp. 223–228. DOI: 10.1016/j.jsams.2013.03.016

**Информация об авторах**

**Онищенко Дмитрий Александрович**, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория Сириус, Краснодарский край, Россия.

**Бравый Ян Робертович**, старший научный сотрудник, Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория Сириус, Краснодарский край, Россия.

**Суханов Николай Александрович**, младший научный сотрудник, Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория Сириус, Краснодарский край, Россия.

**Балтин Максим Эдуардович**, кандидат биологических наук, Старший научный сотрудник, направление «Междисциплинарные исследования спорта», Научный центр генетики и наук о жизни, Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория Сириус, Краснодарский край, Россия; старший научный сотрудник лаборатории статистики и аналитики спорта, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия.

**Information about the authors**

**Dmitry A. Onishchenko**, Candidate of Biological Sciences, Research Fellow, Sirius University of Science and Technology, Krasnodar Krai, Sirius Federal Territory, Russia.

**Yan R. Bravyu**, Senior Research Fellow, Sirius University of Science and Technology, Krasnodar Krai, Sirius Federal Territory, Russia.

**Nikolay A. Sukhanov**, Junior Research Fellow, Sirius University of Science and Technology, Krasnodar Krai, Sirius Federal Territory, Russia.

**Maksim E. Baltin**, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Fellow, Interdisciplinary Sports Research, Scientific Center for Genetics and Life Sciences, Sirius University of Science and Technology, Krasnodar Krai, Sirius Federal Territory, Russia; Senior Research Fellow, Laboratory of Sports Statistics and Analytics, Volga Region State University of Physical Education, Sports and Tourism, Kazan, Russia.

**Вклад авторов:**

Онищенко Д.А. – научный руководитель, концепция исследования, итоговые выводы;

Бравый Я.Р. – развитие методологии, аналитика, доработка;

Суханов Н.А. – анализ данных, статистическая обработка;

Балтин М.Э. – аналитика, доработка текста публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:**

Onishchenko D.A. – supervision, study conceptualization, final conclusions;

Bravyu Ya.R. – methodology, formal analysis, revision;

Sukhanov N.A. – data analysis, statistical analysis;

Baltin M.E. – formal analysis, revision.

The authors declare no conflict of interest.

**Статья поступила в редакцию 05.05.2025**

**The article was submitted 05.05.2025**