

Спортивная тренировка Sports training

Научная статья

УДК 796.332

DOI: 10.14529/hsm250412

ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ФУТБОЛЬНЫХ АРБИТРОВ

М.М. Цепелевич, riks00022@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0637-4532>

Д.А. Онищенко, onischenko.da@talantiuspeh.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2534-9455>

А.С. Кирсанов, isbraitwister@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-1005-8643>

Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория Сириус,
Краснодарский край, Россия

Аннотация. Цель: выявление взаимосвязи опыта и должности футбольных арбитров с показателями рабочей памяти и внимания и определение взаимосвязи способности к одновременному отслеживанию нескольких объектов с объемом рабочей памяти и скоростью переключения внимания. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 55 футбольных арбитров, у которых оценивались точность слежения за движущимися объектами, объем рабочей памяти в условиях ограниченного времени и скорость переключения внимания. **Результаты.** Результаты показали отсутствие различий между арбитрами, занимающими должность главного судьи, и арбитрами, занимающими должность ассистента, по показателям когнитивных тестов. Корреляционный анализ не выявил значимых взаимосвязей между результатами когнитивных тестов и опытом судейства арбитров, при этом установлена значимая взаимосвязь способности к одновременному отслеживанию нескольких объектов с объемом рабочей памяти в условиях ограниченного времени и скоростью переключения внимания. **Заключение.** Результаты опровергают гипотезу, согласно которой развитие специальных навыков отражается на способностях, измеряемых в неспецифических для деятельности парадигмах. В связи с этим использование экологически валидных парадигм в будущих исследованиях когнитивных аспектов профессионального мастерства арбитров представляется перспективным. Полученные данные также свидетельствуют о возможном участии рабочей памяти и переключении явного внимания в осуществлении слежения за движущимися объектами.

Ключевые слова: футбол, арбитры, когнитивные функции, память, внимание

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

Для цитирования: Цепелевич М.М., Онищенко Д.А., Кирсанов А.С. Исследование когнитивных функций футбольных арбитров // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № 4. С. 96–102. DOI: 10.14529/hsm250412

Original article

DOI: 10.14529/hsm250412

A STUDY OF COGNITIVE FUNCTIONS IN FOOTBALL REFEREES

*M.M. Tsepelevich, riks00022@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0637-4532>**D.A. Onishchenko, onishchenko.da@talantiuspeh.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2534-9455>**A.S. Kirsanov, isbraintwister@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-1005-8643>**Sirius University of Science and Technology, Sirius Federal Territory, Krasnodar Krai, Russia*

Abstract. Aim. This study aims to identify the relationships between football referees' experience and job position and their working memory and attention indicators; as well as to establish the correlations between multiple-object tracking ability, working memory capacity, and the speed of attention switching. **Materials and methods.** The study involved 55 football referees who were assessed for multiple-object tracking accuracy, working memory capacity under time constraints, and the speed of attention switching. **Results.** The results showed no differences between referees and assistant referees on the cognitive test scores. Correlation analysis revealed no significant relationships between the cognitive test results and the referees' experience. However, a significant correlation was established between multiple-object tracking ability and both working memory capacity and the speed of attention switching. **Conclusion.** The results do not support the hypothesis that developing domain-specific skills influences abilities measured in non-domain-specific cognitive paradigms. Therefore, employing ecologically valid paradigms appears to be a promising direction for future research on referees' cognitive skills. The data indicate that working memory and the speed of attention switching may play a role in multiple-object tracking.

Keywords: football, referees, cognitive functions, memory, attention

Acknowledgements. This work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Agreement No. 075-10-2025-017, dd. 27.02.2025).

For citation: Tsepelevich M.M., Onishchenko D.A., Kirsanov A.S. A study of cognitive functions in football referees. *Human. Sport. Medicine.* 2025;25(4):96–102. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm250412

Введение. Современный футбол – сложный вид спорта, в котором реализация технико-тактических действий предполагает частую смену траекторий перемещения и интенсивности двигательной деятельности. Это обуславливает высокие требования к профессиональной подготовленности не только игроков, но и арбитров [15]. Во время игры судья поддерживает зрительный контакт с другими судьями, отслеживает перемещения спортсменов по полю, постоянно находится в движении для позиционирования, оптимального для корректной оценки игровых эпизодов [15]. Одновременно с этим судье необходимо обеспечивать соблюдение правил, фиксировать результаты, точно распознавать нарушения [11, 15], профессионально коммуницировать [3]. Принятие решений в условиях многозадачности и постоянных изменений обстановки осложняются существенным эмоционально-психологическим давлением, связанным с повышенным вниманием к судебским решениям со стороны спортсменов, тренеров, спортивных функционеров и болельщиков [20]. Социально-культурная зна-

чимось футбола обуславливает актуальность изучения факторов, определяющих объективность решений арбитров как составляющую качества судейства. Наряду с физической и теоретической подготовленностью к таким факторам относят уровень развития когнитивных функций [14].

Настоящее исследование сосредоточено на рассмотрении объема рабочей памяти в условиях ограниченного времени, скорости переключения внимания и точности слежения за движущимися объектами футбольных арбитров. Исходя из того, что арбитры в процессе матча решают многочисленные задачи, связанные с обработкой информации, удерживаемой в рабочей памяти [18], можно предположить положительный характер взаимосвязи между данной когнитивной функцией и опытом арбитров. Ряд исследований указывает на важность высокой скорости переключения внимания в процессе сканирования поля [7], а также на необходимость отслеживания перемещения нескольких объектов [4], на основе чего можно предположить преимущество более опытных судей в когнитивных

тестах данных способностей. Таким образом, в работе тестируется теоретическое предположение о том, что развитие специальных навыков отражается на способностях, измеряемых в неспецифических экспериментальных парадигмах [2, 16]. Хотя ряд исследователей указывает на развитие перцептивно-когнитивных способностей исключительно в процессе профессиональной деятельности и невозможность переноса эффекта на иные виды активности [17], использование неспецифических когнитивных парадигм может расширить представление о когнитивных механизмах, лежащих в основе мастерства футбольных арбитров.

Целями исследования являются: 1) выявление взаимосвязи опыта и должности футбольных арбитров с показателями рабочей памяти и внимания; 2) определение взаимосвязи способности к одновременному отслеживанию нескольких объектов с объемом рабочей памяти и скоростью переключения внимания.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 55 футбольных арбитров (7 женщин). Возраст участников составил $22,02 \pm 2,63$ года, средний опыт судейства $4,41 \pm 2,17$ года. На момент тестирования участники являлись действующими судьями юношеской футбольной лиги, молодежной футбольной лиги или футбольной национальной лиги.

Распределение внимания оценивалось в тесте «слежение за движущимися объектами» (MOT, от англ., Multiple Object Tracking). Тест MOT предъявлялся при помощи аппаратно-программного комплекса Сириус (Россия) в среде Unity 2019.2 на базе шлема виртуальной реальности HTC VIVE Pro Eye. Во время теста участники отслеживали четыре целевых объекта (желтые шары), хаотично движущиеся в 3D-комнате на фоне футбольного поля среди четырех идентичных шаров-помех. По окончании движения шаров участнику было необходимо определить целевые объекты, используя контроллер. Парадигма состояла из 15 уровней по 12 с. Скорость движения шаров на первом уровне составляла 1 м/с и увеличивалась на 0,2 м/с при 100 % точности ответа. Итоговый балл теста рассчитывался путем умножения общего числа верно отслеженных объектов на коэффициент сложности уровней.

Рабочая память оценивалась в тесте «объем восприятия» (PS, от англ. Perception Span)

системы Senaptec Sensory Station (США). Данный тест изначально разрабатывался для оценки объема восприятия [13], но современные исследования определяют его как инструмент оценки объема рабочей памяти в условиях ограниченного времени [5]. Тест PS был реализован согласно стандартной процедуре [13]. На экране предъявлялась симметричная сетка из кругов, после чего в центрах некоторых кругов на 100 мс одновременно появлялись точки. Задача участника состояла в запоминании и воспроизведении положения точек. На первых двух уровнях в сетке было 6 кругов с 2 и 3 точками соответственно, на следующих пяти уровнях – 18 кругов с 3–7 точками, а на последних четырех уровнях – 30 кругов с 7–10 точками. Тест выполнялся до тех пор, пока участник не совершит более 50 % ошибок. Результирующий показатель теста – число правильных ответов.

Переключение внимания оценивалось в тесте «захват цели» (ТС, англ. Target Capture) системы Senaptec Sensory Station [13]. Конфигурация теста предусматривает, что выполнение задачи возможно только при перемещении взгляда на целевой объект [13]. Таким образом, тест позволяет оценить способность быстро переключать внимание на значимую цель. Участник выполнял тест, стоя на расстоянии трёх метров от экрана (диагональ 55 дюймов), установленного на уровне глаз. В начале каждого уровня участник фиксировал взгляд на точке в центре экрана, после чего в одном из четырех углов экрана предъявлялось кольцо Ландольта с прорезью на одной из четырех сторон. Задача состояла в том, чтобы на устройстве ввода (планшете) провести пальцем в направлении прорези. Первоначальное время экспонирования кольца (500 мс) сокращалось на 50 мс на каждом следующем уровне. Результатом теста являлось наименьшее время экспонирования, при котором участник ответил верно.

Статистическая обработка результатов проводилась в программе RStudio 2024.04.01 (R version – 4.4.0). Для выявления взаимосвязи опыта судейства с показателями рабочей памяти, переключения и распределения внимания рассчитывались коэффициенты корреляции Спирмена, так как распределение значений переменных значимо отличалось от нормального по критерию Шапиро – Уилка. Для определения взаимосвязи между должностью арбитров и показателями когнитивных тестов

выполнялось межгрупповое сравнение результатов тестов MOT, PS, TC между арбитрами, занимающими должность главного судьи ($n = 14$), и арбитрами, занимающими должность ассистента ($n = 41$), с использованием критерия Вилкоксона для независимых выборок. Связь результатов когнитивных тестов между собой оценивалась на основе значения коэффициента корреляции Спирмена.

Результаты. Результаты корреляционного анализа показали отсутствие значимых взаимосвязей между показателями тестов MOT, PS, TC и опытом судейства арбитров ($r = 0$, $r = 0,10$, $r = -0,16$ для тестов MOT, PS, TC соответственно; все $p > 0,05$). Кроме того, в результатах трех когнитивных тестов отсутствуют значимые различия между арбитрами, занимающими должность главного судьи ($n = 14$), и арбитрами, занимающими должность ассистента ($W = 346$, $W = 294$, $W = 209$ для тестов MOT, PS, TC соответственно; все $p > 0,05$).

Выявлена значимая взаимосвязь способности к одновременному отслеживанию нескольких объектов с объемом рабочей памяти в условиях ограниченного времени ($r = 39$, $p < 0,01$) и скоростью переключения внимания ($r = 32$, $p = 0,02$).

Обсуждение. Полученные данные указывают на отсутствие взаимосвязи опыта и должности футбольных арбитров со способностью к отслеживанию нескольких объектов, объема рабочей памяти и скорости переключения внимания. Результаты можно трактовать в пользу подхода, предполагающего, что перцептивно-когнитивные способности неотделимы от предметных знаний и профессионального опыта [15, 17, 21]. Поскольку рассматриваемые в работе когнитивные функции являются базовыми, они, вероятно, не подвержены значительному влиянию профессионального опыта в рамках судейской деятельности. Это согласуется с исследованиями, показывающими, что рабочая память и исполнительные функции формируются в детском и молодом возрасте и к зрелости остаются относительно неизменными, несмотря на профессиональный опыт [8]. Это подчёркивает значимость специальных знаний и навыков для достижения высокого уровня мастерства. Так, несмотря на постоянное взаимодействие между рабочей и долговременной памятью в процессе запуска релевантного поведения арбитров [18], объем рабочей памяти в усло-

виях ограниченного времени, вероятно, имеет меньшее значение, чем объем, дифференцированность и скорость доступа к профессиональным знаниям. Аналогичным образом, скорость переключения внимания может быть менее значима для эффективного зрительного поиска по сравнению со знаниями о том, на какую область пространства нужно перевести взгляд для получения наибольшей информации в конкретной ситуации [19]. С другой стороны, исследование, в котором паттерны сканирования поля сравнивались у судей разной квалификации во время матчей, показало отсутствие различий в локализации взгляда между участниками, при этом для арбитров более высокого уровня отмечалась более высокая скорость зрительного поиска [7]. Для слежения за движущимися объектами также не была установлена связь с опытом судейства, что может быть объяснено изолированностью проявления измеряемой способности в рамках парадигмы, тогда как в реальных игровых ситуациях отслеживание нескольких объектов может требовать переключения восходящих и нисходящих процессов внимания с учетом знаний и опыта [4]. Наряду с перечисленными причинами полученные результаты могут объясняться отсутствием учета факторов реальной деятельности арбитров во время матчей: утомления (физического и ментального), эмоционально-психологического давления и др. [15]. Отсутствие различий между главными судьями и ассистентами по когнитивным показателям может свидетельствовать о том, что для выполнения обязанностей на определенной должности большее значение придается таким факторам, как физическая подготовленность, специальные знания и опыт, личностные характеристики, а не перцептивно-когнитивным способностям.

Проведенное исследование позволило установить взаимосвязь способности к одновременному отслеживанию нескольких объектов с объемом рабочей памяти в условиях ограниченного времени, что расширяет представление о механизмах слежения за движущимися объектами. Рабочая память играет важную роль в обработке информации в реальном времени, обеспечивая основу для принятия решений в условиях высокой когнитивной нагрузки. Экспериментально подтверждено, что с увеличением объема элементов, удерживаемых в рабочей памяти, снижается точность определения местоположения визу-

альных целей [9]. Участие рабочей памяти в осуществлении слежения за движущимися объектами – одна из дискуссионных тем. Большинство исследований придерживаются мнения о том, что информация о движущихся объектах обновляется одновременно, так как скорости последовательного сканирования недостаточно для «прохождения» всех объектов источником (одним или несколькими) внимания [10, 12]. Однако существуют и противники такой концепции, указывающие на возможность последовательного обновления информации за счет возвращения внимания не к объекту, а к последней сохраненной позиции объекта, что указывает на роль памяти как буфера информации о местоположении. Полученные данные, таким образом, косвенно свидетельствуют в поддержку этой позиции и согласуются с рядом работ [1]. Помимо участия рабочей памяти ведутся дискуссии о роли переключения явного внимания в процессе слежения. Исследования с использованием метода регистрации движений глаз (айтрекинга) демонстрируют противоречивые результаты с точки зрения взаимосвязи между паттернами движений глаз и точностью слежения [6]. Полученные в настоящем исследо-

вании данные поддерживает идею о возможном участии переключения внимания в обеспечении точности отслеживания нескольких объектов.

Заключение. Результаты, указывающие на отсутствие взаимосвязи опыта и должности футбольных арбитров с показателями памяти и внимания, не подтверждают гипотезу о том, что развитие специальных навыков арбитров отражается на способностях, измеряемых в неспецифических для деятельности парадигмах. Это согласуется с результатами существующих исследований и подчёркивает значимость специальных знаний и навыков для достижения высокого уровня мастерства. В связи с этим использование экологически валидных парадигм, в том числе учитывающих единство восприятия и действия, в будущих исследованиях когнитивных аспектов профессионального мастерства арбитров представляется перспективным. Полученные данные также свидетельствуют о возможном участии рабочей памяти и переключении явного внимания в осуществлении слежения за движущимися объектами, что расширяет представление о фундаментальных механизмах данного процесса.

Список литературы / References

1. Ehmann P., Beavan A., Spielmann J. et al. 360-multiple Object Tracking in Team Sport Athletes: Reliability and Relationship to Visuospatial Cognitive Functions. *Psychology of Sport and Exercise*, 2021, vol. 55, p. 101952. DOI: 10.1038/s41598-019-54054-9
2. Voss M.W., Kramer A.F., Basak C. et al. Are Expert Athletes ‘Expert’ in the Cognitive Laboratory? A Meta-analytic Review of Cognition and Sport Expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 2010, vol. 24, no. 6, pp. 812–826. DOI: 10.1002/acp.1588
3. Cunningham I., Simmons P., Mascarenhas D.R.D. Sport Officials’ Strategies for Managing Interactions with Players: Face-work on the Front-stage. *Psychology of Sport and Exercise*, 2018, vol. 39, pp. 154–162. DOI: 10.1016/j.psychsport.2018.08.009
4. Hüttermann S., Helsen W.F., Put K., Memmert D. Does Visual Attention Impact on Decision Making in Complex Dynamic Events? *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 2018, vol. 40, no. 3, pp. 163–166. DOI: 10.1123/jsep.2017-0169
5. Poltavski D., Bernhardt K., Mark C., Biberdorf D. Frontal Theta-gamma Ratio is a Sensitive Index of Concussion History in Athletes on Tasks of Visuo-motor Control. *Scientific Reports*, 2019, vol. 9, no. 1, p. 17565. DOI: 10.1038/s41598-019-54054-9
6. Hyönä J., Li J., Oksama L. Eye Behavior During Multiple Object Tracking and Multiple Identity Tracking. *Vision*, 2019, vol. 3, no. 3. DOI: 10.3390/vision3030037
7. van Biemen T., Oudejans R.R.D., Savelsbergh G.J.P. et al. Into the Eyes of the Referee: A Comparison of Elite and Sub-elite Football Referees’ On-field Visual Search Behaviour when Making Foul Judgements. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2023, vol. 18, no. 1, pp. 78–90. DOI: 10.1177/17479541211069469
8. Kar B.R., Kenderla P.K. Working Memory and Executive Attention: Insights from Developmental Studies and Implications for Learning and Education. *Journal of the Indian Institute of Science*, 2017, vol. 97, no. 4, pp. 497–510. DOI: 10.1007/s41745-017-0044-2

9. Li L., Zhang J.-X., Jiang T. Visual Working Memory Load-Related Changes in Neural Activity and Functional Connectivity. *PLOS ONE*, 2011, vol. 6, no. 7, e22357. DOI: 10.1371/journal.pone.0022357
10. Meyerhoff H.S., Papenmeier F., Huff M. Studying Visual Attention Using the Multiple Object Tracking Paradigm: A Tutorial Review. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 2017, vol. 79, no. 5, pp. 1255–1274. DOI: 10.3758/s13414-017-1338-1
11. Neville T.J., Salmon P.M. Never Blame the Umpire – a Review of Situation Awareness Models and Methods for Examining the Performance of Officials in Sport. *Ergonomics*, 2016, vol. 59, no. 7, pp. 962–975. DOI: 10.1080/00140139.2015.1100758
12. Pylyshyn Z. The Role of Location Indexes in Spatial Perception: A Sketch of the FINST Spatial-index Model. *Cognition*, 1989, vol. 32, no. 1, pp. 65–97. DOI: 10.1016/0010-0277(89)90014-0
13. Erickson G.B., Citek K., Cove M. et al. Reliability of a Computer-based System for Measuring Visual Performance Skills. *Optometry-Journal of the American Optometric Association*, 2011, vol. 82, no. 9, pp. 528–542. DOI: 10.1016/j.optm.2011.01.012
14. Samuel R.D., Filho E., Galily Y. Attention Allocation in Elite Football Refereeing: Conceptual, Empirical, and Applied Considerations. *Journal of Cognitive Psychology*, 2024, vol. 36, no. 4, pp. 474–492. DOI: 10.1080/20445911.2024.2345407
15. Samuel R.D., Tenenbaum G., Galily Y. An Integrated Conceptual Framework of Decision-making in Soccer Refereeing. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2021, vol. 19, no. 5, pp. 738–760. DOI: 10.1080/1612197X.2020.17665
16. Scharfen H.-E., Memmert D. Measurement of Cognitive Functions in Experts and Elite Athletes: A Meta-analytic Review. *Applied Cognitive Psychology*, 2019, vol. 33, no. 5, pp. 843–860. DOI: 10.1002/acp.3526
17. Brams S., Ziv G., Levin O. et al. The Relationship between Gaze Behavior, Expertise, and Performance: A Systematic Review. *Psychological Bulletin*, 2019, vol. 145, no. 10, p. 980. DOI: 10.1037/bul0000207
18. Spitz J., Put K., Wagemans J. et al. The Role of Domain-generic and Domain-specific Perceptual-cognitive Skills in Association Football Referees. *Psychology of Sport and Exercise*, 2018, vol. 34, pp. 47–56. DOI: 10.1016/j.psychsport.2017.09.010
19. Spitz J., Put K., Wagemans J. et al. Visual Search Behaviours of Association Football Referees During Assessment of Foul Play Situations. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2016, vol. 1, no. 1, p. 12. DOI: 10.1186/s41235-016-0013-8
20. Yıldız Ö., Yıldız M. Values of Football Referees. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 2020, vol. 22, no. 2, pp. 161–170. DOI: 10.15314/tsed.759874
21. Mann D.T.Y., Williams A.M., Ward P., Janelle C.M. Perceptual-Cognitive Expertise in Sport: A Meta-Analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2007, vol. 29, no. 4, pp. 457–478. DOI: 10.1123/jsep.29.4.457

Информация об авторах

Цепелевич Маргарита Михайловна, младший научный сотрудник, Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория Сириус, Краснодарский край, Россия.

Онищенко Дмитрий Александрович, кандидат биологических наук, ведущий инженер-исследователь, Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория Сириус, Краснодарский край, Россия.

Кирсанов Александр Сергеевич, научный сотрудник, Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория Сириус, Краснодарский край, Россия.

Information about the authors

Margarita M. Tsepelevich, Junior Researcher, Sirius University of Science and Technology, Sirius Federal Territory, Krasnodar Krai, Russia.

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

Alexander S. Kirsanov, Researcher, Sirius University of Science and Technology, Sirius Federal Territory, Krasnodar Krai, Russia.

Вклад авторов:

Цепелевич М.М. – научный руководитель, концепция исследования, анализ данных, написание текста статьи, итоговые выводы.

Онищенко Д.А. – развитие методологии, доработка текста публикации.

Кирсанов А.С. – концепция исследования, анализ данных, написание текста статьи, итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

Tsepelevich M.M. – supervision, conceptualization, data analysis, writing – original draft, final conclusions.

Onishchenko D.A. – methodology, writing – review and editing.

Kirsanov A.S. – conceptualization, data analysis, writing – original draft, final conclusions.

The authors declare no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 15.02.2025

The article was submitted 15.02.2025