

УДК 796.922.093.642:159.91

**Применение систем регистрации движений глаз
в психологической подготовке биатлонистов**

Ганичева Анна Алексеевна^{1,2}

Поликанова Ирина Сергеевна², кандидат психологических наук

Панфилова Елизавета Аркадьевна²

Леонов Сергей Владимирович², кандидат психологических наук

¹*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва*

²*Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, Москва*

Аннотация. Анализ движений глаз в спорте является одним из перспективных методов, как диагностики уровня мастерства атлетов, так и тренировки когнитивных аспектов профессионально важных качеств в конкретных видах спорта, в том числе в биатлоне. В статье представлено исследование по систематизации и анализу данных относительно использования систем регистрации движений глаз в биатлоне.

Ключевые слова: анализ движений глаз, айтрекинг, биатлон, психофизиология спорта.

The use of eye movement tracking systems in the psychological training of biathletes

Ganicheva Anna Alekseevna^{1,2}

Polikanova Irina Sergeevna², candidate of psychological sciences

Panfilova Elizaveta Arkadyevna²

Leonov Sergey Vladimirovich², candidate of psychological sciences

¹*Lomonosov Moscow State University, Moscow*

²*Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, Moscow*

Abstract. Analysis of eye movements in sports is one of the perspective methods of both diagnostics of athletes' skill level and training of cognitive aspects of professionally important qualities in specific sports, including biathlon. The article presents a study on the systematization and analysis of data on the use of eye movement registration systems in biathlon.

Keywords: eye movement analysis, eye tracking, biathlon, psychophysiology of sports.

ВВЕДЕНИЕ. Системы регистрации отслеживания глаз, или айтрекинг (англ. eye-tracking), или окулография, представляют собой инновационные технологические решения, позволяющие анализировать движения глаз спортсмена и его взаимодействие с окружающей средой в режиме реального времени. Благодаря этому становится возможным оптимизировать технику обучения во время тренировочного процесса, а также улучшать результаты соревнований во многих видах спорта [1, 2]. В последние годы данная технология все чаще используется в подготовке биатлонистов [3].

Анализ данных айтрекинга позволяет изучать не только особенности движения глаз, но и связанные с ними психологические процессы, такие как внимание и антиципация [4].

Стратегии движений глаз у спортсменов могут характеризовать не только процессы внимания, но и успешность решения ими профессиональных задач [5]. В настоящее время имеются убедительные доказательства того, что при совершении саккады происходит соответствующий сдвиг внимания в её направлении. Это означает, что, когда спортсмены переводят взгляд на новую область, они переключают своё внимание на эту область, хотя бы на короткое время. При этом подчёркивается важность того факта, что при достижении взгляда новой точки продолжительность взгляда не всегда может быть показателем внимания: спортсмены могут переключать внимание, оставляя фиксацию в прежнем месте [5].

Тем не менее, движения глаз в некоторых случаях позволяют хорошо охарактеризовать профессиональные качества спортсменов и дают возможность дифференцировать их по опыту и мастерству. Окулография имеет ряд преимуществ: достаточная экспериментальная валидность, возможность использования не только в лаборатории, но и в «полевых условиях», на тренировках, а также возможность не только диагностировать изменения в реакциях, но и тренировать спортсмена для улучшения общего результата [6]. Кроме того, айтрекинг можно комбинировать с другими методами психофизиологии, такими как электроэнцефалография (ЭЭГ), вариабельность сердечного ритма, электромиография (ЭМГ) и другими. Также представляет интерес возможность сочетания окулографии с технологией виртуальной реальности [7].

К показателям айтрекинга, на которых исследователи сосредотачивают внимание, можно отнести диаметр зрачка, количество и длительность саккад, фиксаций, морганий, а также характеристики стратегий визуального поиска [6].

Биатлон относится к видам спорта, в которых важную роль играет прицеливание. Сюда же можно отнести виды спорта, в которых выполняется не только непосредственно стрельба по мишеням, но также метание, броски, передачи и выполнение пенальти [6]. Для таких активностей проводится поиск глазодвижительных параметров, по которым можно установить различия между опытными спортсменами и новичками по уровню подготовки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Изучение феномена Quiet Eye (QE) у спортсменов.

Значительная часть различий между спортсменами разного уровня обнаружена в показателях, характеризующих феномен Quiet Eye (QE). QE представляет собой финальную фиксацию при нацеливании, выполняемую перед действием по попаданию в цель, в случае биатлона – перед выстрелом. В соответствии с определением по Lebeau (2016) [8], Quiet Eye представляет собой окончательную фиксацию или отслеживание, локализующееся на области пространства или объекте в пределах 3° угла обзора в течение минимум 100 мс. Начало QE происходит до конечного движения в задании, а завершение может быть зафиксировано и после выполнения этого движения.

Состояние Quiet Eye имеет следующие особенности:

- направлено на значимый целевой объект;
- начинается перед финальным движением, общим для всех исполнителей навыка;
- его продолжительность, как правило, больше у опытных спортсменов;
- оно стабильно, что подтверждает необходимость оптимальной фокусировки на одном месте или объекте перед окончательным выполнением навыка [6].

Впервые данное явление было исследовано при выполнении задачи по броску в баскетболе, где исследователи обнаружили, что профессиональные баскетболистки демонстрируют большую продолжительность QE, удерживая взгляд на целевых областях (в основном, на передней кромке баскетбольного кольца) в успешных попытках по сравнению с неуспешными [9]. Сходные результаты были получены и для других целевых навыков/видов спорта, таких как метание дротиков и стрельба, а также для хоккея [10] и настольного тенниса [11].

В исследовании Janelle и др. (2000) [12] было показано, что у экспертов по стрельбе из винтовки наблюдается более длительный период QE и более выраженная асимметрия полушарий, по сравнению с неспециалистами. В других исследованиях обнаружено, что более сложные задачи требуют более длительных QE [13]. В исследовании на баскетболистах также было показано, что опытные игроки дольше фиксируются на цели в сочетании с ранним смещением фиксации по мере развития броска [9]. Перед совершением движения специалисты раньше обнаруживают цель глазами и дольше удерживают на ней взгляд.

Исследуются механизмы поддержания внимания, отражающиеся на движении глаз, в частности, работа нейронных сетей. Vickers объясняет длительность QE работой нейронной сети бдительности, координирующей работу ориентировочной (направляющей внимание) и исполнительной (распознающей достижение объектом определённой цели) сетей. Если QE продолжительна, это отражает хорошую координацию ресурсов внимания сетью бдительности. Более поздние работы [14] учитывают дорсальную сеть внимания (DAN) и вентральную сеть внимания (VAN). Основная функция DAN — поддерживать фокус внимания, блокируя любые раздражители, которые могут проникнуть из системы VAN. Гиппокамп и миндалевидное тело, входящие в состав VAN, отвечают за запись воспоминаний и эмоциональный контроль соответственно. Роль VAN заключается в том, чтобы направить внимание на неожиданные стимулы. Предполагается, что QE большой продолжительности действует как умственный буфер, который не позволяет навязчивым мыслям или эмоциям, возникающим в гиппокампе и миндалевидном теле, отвлекать внимание [14]. Таким образом, QE большой длительности увеличивает концентрацию внимания и защищает от ненужных мыслей и эмоций.

Влияние разных факторов на QE.

Существует определенное количество исследований, посвященных влиянию на QE факторов, которые, как известно, влияют на производительность, таких как сложность задачи и утомляемость. В исследовании [15] анализировалось влияние утомляемости и сложности задачи на продолжительность финальной фиксации у людей, занимающихся настольным теннисом. Показано, что спортсмены демонстрировали более длительную QE перед попаданием по сравнению с промахами, а при утомлении QE и результативность снижались. Таким образом, данный параметр может зависеть от утомления.

Кроме того, было показано, что на продолжительность QE может влиять уровень психологического напряжения [5]. Степень влияния зависит от особенностей внимания конкретного человека. Например, у людей, сохраняющих внешнее внимание в условиях психологического напряжения, показатели cognitive anxiety (d-CA), cognitive worry (d-CW), heart rate (d-HR), rate of perceived exertion (d-RPE) и QE duration не претерпевали значительных изменений, в то время как у людей, переключающихся на внутреннее внимание, — изменялись.

Таким образом, наибольший интерес при исследовании глазодвигательных реакций в биатлоне могут представлять продолжительность финальной фиксации с учётом особенностей внимания испытуемых и воздействия в процессе эксперимента (степени психологического напряжения).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Понимание особенностей глазодвигательных реакций в биатлоне позволит оптимизировать спортивные результаты за счёт эффективного контроля взгляда. Показано, что спортсмены, добивающиеся высоких результатов, обладают хорошей зрительно-моторной координацией и способны эффективно концентрировать внимание. Параметры Quiet Eye (QE) у биатлонистов перед выстрелом могут быть использованы как диагностический инструмент уровня профессионализма спортсменов, а также для оценки динамики уровня утомления.

Финансирование. Работа выполнена в рамках Лаборатории конвергентных исследований когнитивных процессов ФНЦ ПМИ, созданной в рамках конкурса Минобрнауки России.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Discombe R. M., Cotterill S. T. Eye tracking in sport: A guide for new and aspiring researchers // *Sport & Exercise Psychology Review*. 2015. № 11 (2). P. 49–58.
2. Hüttermann S., Noël B., Memmert D. Eye tracking in high-performance sports: Evaluation of its application in expert athletes // *International Journal of Computer Science in Sport*. 2018. № 17 (2). P. 182–203.
3. Baca A., Kornfeind P. Stability analysis of motion patterns in biathlon shooting // *Human movement science*. 2012. № 31 (2). P. 295–302.
4. Поликанова И. С., Леонов С. В., Якушина А. А., Чертополохов В. А., Исаев А. В. Использование систем регистрации движений глаз в психологической подготовке единоборцев // *Физическая культура, спорт, туризм: научно-методическое сопровождение*. Пермь, 2022. P. 106–109.
5. Vickers J. N. Advances in coupling perception and action: the quiet eye as a bidirectional link between gaze, attention, and action // *Progress in brain research*. 2009. № 174. P. 279–288.
6. Grushko A., Leonov S., Veraksa A. Eye-tracking in sport psychology // *Advances in Sports Research*. 2015. P. 1–15. ISBN 978-1-63483-798-9
7. Леонов С. В., Поликанова И. С., Булаева Н. И., Клименко В. А. Особенности использования виртуальной реальности в спортивной практике // *Национальный психологический журнал*. 2020. № 1 (37). С. 18–30.
8. Lebeau J. C., Liu S., Sáenz-Moncaleano C., Sanduvete-Chaves S., Chacón-Moscoso S., Becker B. J., Tenenbaum G. Quiet eye and performance in sport: A meta-analysis. DOI: 10.1123/jsep.2015-0123 // *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2016. № 38 (5). P. 441–457.
9. Vickers J. N. Visual control when aiming at a far target. DOI:10.1037/0096-1523.22.2.342 // *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*. 1996. № 22 (2). P. 342.
10. Panchuk D., Vickers J. N. Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. DOI: 10.1016/j.humov.2006.07.001 // *Human movement science*. 2006. № 25 (6). P. 733–752.
11. Rodrigues S. T., Vickers J. N., Williams A. M. Head, eye and arm coordination in table tennis. DOI: 10.1080/026404102317284754 // *Journal of sports sciences*. 2002. № 20 (3). P. 187–200.
12. Janelle C. M., Hillman C. H., Apparies R. J., Murray N. P., Meili L., Fallon E. A., Hatfield B. D. Expertise differences in cortical activation and gaze behavior during rifle shooting // *Journal of Sport and Exercise psychology*. 2000. № 22 (2). P. 167–182.
13. Klostermann A., Kredel R., Hossner E. J. The “quiet eye” and motor performance: Task demands matter! DOI:10.1037/a0031499 // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2013. № 39 (5). P. 1270.
14. Vickers J. N. Neuroscience of the quiet eye in golf putting // *International Journal of Golf Science*. 2012. № 1 (1). P. 2–9.
15. Vincze A., Jurchiş R. Quiet Eye as a mechanism for table tennis performance under fatigue and complexity. DOI: 10.1080/00222895.2022.2060929 // *Journal of Motor Behavior*. 2022. № 54 (6). P. 657–668.

REFERENCES

1. Discombe R. M., Cotterill S. T. (2015), “Eye tracking in sport: A guide for new and aspiring researchers”, *Sport & Exercise Psychology Review*, 11 (2), pp. 49–58.
2. Hüttermann S., Noël B., Memmert D. (2018), “Eye tracking in high-performance sports: Evaluation of its application in expert athletes”, *International Journal of Computer Science in Sport*, 17 (2), pp. 182–203.
3. Baca A., Kornfeind, P. (2012), “Stability analysis of motion patterns in biathlon shooting”, *Human movement science*, 31 (2), pp. 295–302.
4. Polikanova I. S., Leonov S. V., Yakushina A. A., Thistolokhov V. A., Isaev A. V. (2022), “The use of eye movement registration systems in the psychological training of martial artists”, *Physical culture, sports, tourism: scientific and methodological support*, Perm, pp. 106–109.
5. Vickers J. N. (2009), “Advances in coupling perception and action: the quiet eye as a bidirectional link between gaze, attention, and action”, *Progress in brain research*, 174, pp. 279–288.

6. Grushko A., Leonov S., Veraksa A. (2015), "Eye-tracking in sport psychology", *Advances in Sports Research*, pp. 1–15, ISBN 978-1-63483-798-9.
7. Leonov S. V., Polikanova I. S., Bulaeva N. I., Klimenko, V. A. (2020), "Features of using virtual reality in sports practice", *National Journal of Psychology*, 1 (37), pp. 18–30.
8. Lebeau J. C., Liu S., Sáenz-Moncaleano C., Sanduvete-Chaves S., Chacón-Moscoso S., Becker B. J., Tenenbaum G. (2016), "Quiet eye and performance in sport: A meta-analysis", *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 38 (5), pp. 441–457, doi: 10.1123/jsep.2015-0123.
9. Vickers J. N. (1996), "Visual control when aiming at a far target", *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 22 (2), p. 342, doi:10.1037/0096-1523.22.2.342.
10. Panchuk D., Vickers J. N. (2006), "Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints", *Human movement science*, 25 (6), pp. 733–752, doi: 10.1016/j.humov.2006.07.001.
11. Rodrigues S. T., Vickers J. N., Williams A. M. (2002), "Head, eye and arm coordination in table tennis", *Journal of sports sciences*, 20 (3), pp. 187–200, doi: 10.1080/026404102317284754.
12. Janelle C. M., Hillman C. H., Apparies R. J., Murray N. P., Meili L., Fallon E. A., Hatfield B. D. (2000), "Expertise differences in cortical activation and gaze behavior during rifle shooting", *Journal of Sport and Exercise psychology*, 22 (2), pp. 167–182.
13. Klostermann A., Kredel R., Hossner E. J. (2013), "The "quiet eye" and motor performance: Task demands matter!", *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39 (5), p. 1270, doi:10.1037/a0031499.
14. Vickers J. N. (2012), "Neuroscience of the quiet eye in golf putting", *International Journal of Golf Science*, 1 (1), pp. 2–9.
15. Vincze A., Jurchiş R. (2022), "Quiet Eye as a mechanism for table tennis performance under fatigue and complexity", *Journal of Motor Behavior*, 54 (6), pp. 657–668, doi: 10.1080/00222895.2022.2060929.

Информация об авторах:

Ганичева А.А., аспирант

Поликанова И.С., заведующая лабораторией, irinapolikanova@mail.ru

Панфилова Е.А., младший научный сотрудник

Леонов С.В., старший научный сотрудник

Поступила в редакцию 03.04.2024.

Принята к публикации 29.04.2024.