

АНАЛИЗ БИЛАТЕРАЛЬНЫХ СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ПРЫГУНОВ В ВОДУ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОПТОКИНЕТИЧЕСКОГО НИСТАГМА

С.В. Седоченко, 02051970@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2509-3704>
О.Н. Савинкова, nauka.vgifk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1147-0070>
И.Е. Попова, delta8080@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8815-5717>
Воронежская государственная академия спорта, Воронеж, Россия

Аннотация. Цель: выявить изменения функции равновесия, связанные с влиянием оптокинетического нистагма, вызванного наблюдением за движением по монитору черных и белых полос у квалифицированных прыгунов в воду. **Материалы и методы.** В исследовании принимали участие 12 квалифицированных прыгунов в воду. Оценка стабилметрических параметров в оптокинетической пробе осуществлялась с применением методов математической статистики на основе данных компьютерного стабиланализатора с биологической обратной связью «Стабилан-01-2». Оценивались 11 билатеральных классических и спектральных параметров по фронтали и сагиттали. **Результаты.** Результаты исследования демонстрируют динамику в параметрах смещения по фронтали (X) и в значениях угла поворота (Angle) для центра давления (ЦД) значения минимальные, а для левой ноги выявлено смещение влево, для правой – вправо, что очевидно демонстрирует естественный разворот стопы. Выявлено, что прыжки в воду способствуют развитию адаптации к оптокинетическому нистагму у квалифицированных прыгунов в воду. У квалифицированных прыгунов в воду при воздействии оптокинетического нистагма преобладают микроколебания во фронтальной плоскости и минимизированы – в сагиттальной. **Заключение.** При воздействии оптокинетического нистагма физиологические процессы увеличивают микроколебания в ЦД и снижают в нижних конечностях только по фронтали, а неосознанные микродвижения также во фронтальной плоскости, наоборот, активизируют работу ног для поддержания равновесия. Квалифицированные прыгуны в воду неосознанно активизируют работу нижних конечностей для поддержания равновесия в направлении пятка – носок.

Ключевые слова: стабилметрия, функция равновесия, билатеральные показатели, квалифицированные прыгуны в воду, оптокинетическое воздействие

Для цитирования: Седоченко С.В., Савинкова О.Н., Попова И.Е. Анализ билатеральных стабилметрических характеристик квалифицированных прыгунов в воду при воздействии оптокинетического нистагма // Человек. Спорт. Медицина. 2023. Т. 23, № S2. С. 19–23. DOI: 10.14529/hsm23s203

Original article
DOI: 10.14529/hsm23s203

ANALYSIS OF BILATERAL FORCE PLATFORM MEASUREMENTS IN SKILLED HIGH DIVERS UNDER THE INFLUENCE OF OPTOKINETIC NYSTAGMUS

S.V. Sedochenko, 02051970@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2509-3704>
O.N. Savinkova, nauka.vgifk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1147-0070>
I.E. Popova, delta8080@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8815-5717>
Voronezh State Academy of Sports, Voronezh, Russia

Abstract. Aim. To identify changes in the sense of balance in skilled high divers associated with optokinetic nystagmus induced by optokinetic stripes. **Materials and methods.** The study involved 12 skilled high divers. Force platform measurements were obtained during the optokinetic test on the Stabilan-01-2 force platform with biofeedback. The results obtained were statistically processed and consisted of 11 bilateral traditional and spectral measurements in the frontal and sagittal planes. **Results.** The results obtained show

changes in frontal displacement (X) and rotational angle measurements (Angle). For the Center of Pressure (CoP), minimal values were found; displacement to the left and to the right was established for the left and right legs, respectively, which demonstrated a natural toe-out angle. Diving contributes to the development of an adaptation to optokinetic nystagmus in skilled high divers. In skilled high divers under the conditions of optokinetic nystagmus, there is a predominance of micro-oscillations in the frontal plane, while those in the sagittal plane are minimized. **Conclusion.** Optokinetic nystagmus contributes to the increase in micro-oscillations in the CoP and decreases micro-oscillations in legs in the frontal plane. Unconscious micro-movements stimulate leg performance for balance maintenance. Skilled high divers unconsciously activate leg performance in the heel-toe direction for balance maintenance.

Keywords: force platform, balance, bilateral measurements, skilled high divers, optokinetic nystagmus

For citation: Sedochenko S.V., Savinkova O.N., Popova I.E. Analysis of bilateral force platform measurements in skilled high divers under the influence of optokinetic nystagmus. *Human. Sport. Medicine.* 2023;23(S2):19–23. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm23s203

Введение. В спортивной практике стабилметрия как информативный и высокоточный метод оценки функции равновесия применяется для своевременной коррекции тренировочного процесса, а также оценки и сравнительного анализа контроля поструральной устойчивости спортсменов различных видов спорта [1, 3, 6, 7, 10]. Значительное количество современных стабилметрических научных исследований осуществляется с применением биологической обратной связи, такой как гравитационная нагрузка, повороты головы и пр. [1, 2, 6, 11]. В оценке профиля сенсомоторной асимметрии российские ведущие ученые также используют стабилметрические исследования [1, 4]. Иностранцами исследователями изучается динамика пострурального контроля спортсменов в течение сезона с констатацией усиления асимметрии [9]. В последние годы были работы по оценке корреляции между результатами динамического теста, полученного на стабиллоплатформе, и результатами, полученными в тесте Y-баланса (Y-BT) [8]. Многолетние исследования вестибулярного аппарата ныряльщиков констатировали отсутствие нарушений [12].

Для квалифицированных прыгунов в воду стабилметрические исследования применялись в единичных случаях [5, 6].

Организация и методы исследования. В исследовании принимали участие 12 квалифицированных прыгунов в воду. Оценка стабилметрических параметров в оптокинетической пробе осуществлялась на основе данных компьютерного стабиллоанализатора с биологической обратной связью «Стабилан-01-2». Оценивались 11 параметров как для центра давления (ЦД), так и билатеральные (для каждой ноги), по фронтали (x) и сагиттали (y): (МО) – величина отклонения координат; Q –

девиация в основном направлении; Angle – угол поворота; Pw1 – неосознанные микроколебания, связанные с регуляцией вертикального положения; Pw2 – осознанные микродвижения для регуляции позы; Pw3 – микроколебания, связанные с физиологическими процессами (дыхание, сердцебиение и пр.).

Исследование осуществлялось в рамках выполнения государственного задания Министерства спорта РФ «Выявление ключевых параметров морфо-функционального состояния организма при совершенствовании подготовки спортсменов высокого класса в прыжках в воду» на базе учебной лаборатории № 1 Воронежского государственного института физической культуры.

Цель исследования: выявить изменения функции равновесия, связанные с влиянием оптокинетического нистагма, вызванного наблюдением за движением по монитору черных и белых полос у квалифицированных прыгунов в воду.

Результаты. Нами оценивались билатеральные и спектральные стабилметрические параметры квалифицированных прыгунов в воду по методике «оптокинетический тест». Изучаемые параметры представлены на рис. 1 и 2.

На рис. 1 наглядно представлено отсутствие значимых изменений функции равновесия, связанных с оптокинетическим нистагмом, что очевидно объясняется спецификой вида спорта. Обращает на себя внимание минимальная динамика в параметрах смещения по фронтали (МО) и в значениях угла поворота (Angle) для центра давления (ЦД).

А для левой ноги выявлено смещение влево, для правой – вправо, что демонстрирует естественный разворот стопы.

Оценка спектральных показателей по

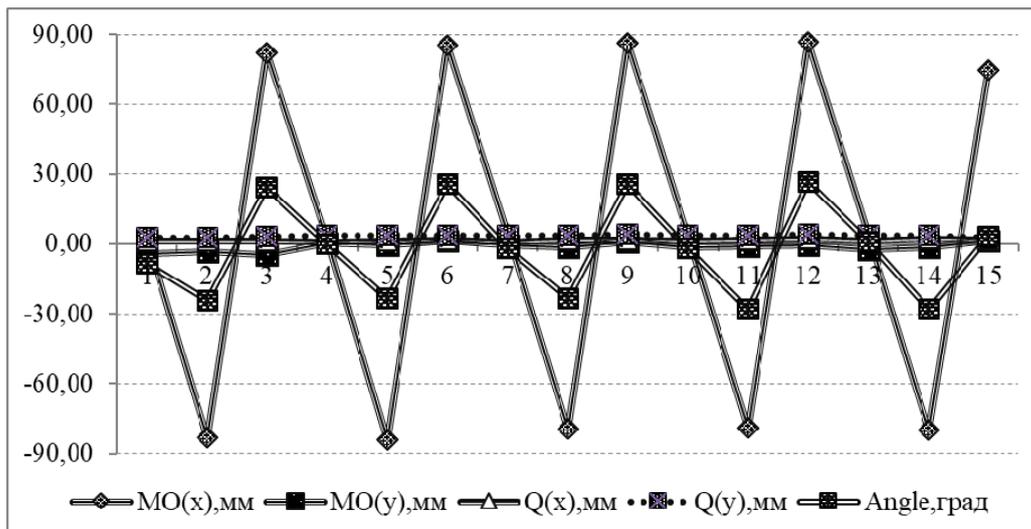


Рис. 1. Динамика стабилметрических билатеральных параметров в оптокинетическом тестировании квалифицированных прыгунов в воду (n = 12)
Fig. 1. Changes in force platform bilateral measurements during optokinetic stimulation in skilled high divers (n = 12)

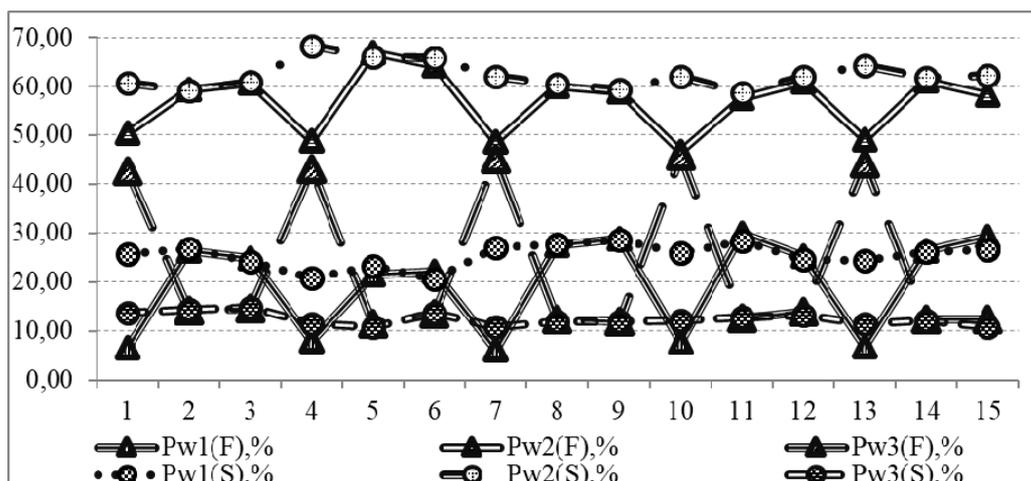


Рис. 2. Динамика стабилметрических спектральных параметров в оптокинетическом тестировании квалифицированных прыгунов в воду (n = 12)
Fig. 2. Changes in force platform spectral measurements during optokinetic stimulation in skilled high divers (n = 12)

фронталю Pw1, Pw2 и Pw3 представлена на рис. 2. Выявлена динамика, связанная с вышеописанными смещениями. Микроколебания ЦД минимальны, а для каждой ноги имеют более высокие показатели в характеристиках микроколебаний, связанных с неосознанными микродвижениями (Pw1 F) (увеличение значений в среднем в 3,7 раза). Микроколебания, связанные с физиологическими процессами (Pw3 F), имеют противоположную динамику: для ЦД значения выше в среднем в 3,4 раза, чем для каждой нижней конечности. Микроколебания, связанные с осознанной регуляцией позы (Pw2 F), продемонстрировали нерез-

кую динамику для ЦД и более высокие значения для каждой ноги (в среднем в 1,2 раза). Динамика изучаемых параметров в сагиттальной плоскости незначительна.

Заключение. Вид спорта «прыжки в воду» способствует развитию адаптации к оптокинетическому нистагму у квалифицированных прыгунов в воду. У квалифицированных прыгунов в воду при воздействии оптокинетического нистагма преобладают микроколебания во фронтальной плоскости и минимизированы – в сагиттальной. При воздействии оптокинетического нистагма физиологические процессы увеличивают микроколебания в ЦД и снижа-

ют в нижних конечностях только по фронтали, а неосознанные микродвижения также во фронтальной плоскости, наоборот, активизируют работу ног для поддержания равновесия.

Квалифицированные прыгуны в воду неосознанно активируют работу нижних конечностей для поддержания равновесия в направлении пятка – носок.

Список литературы

1. Бердичевская, Е.М. Стабилографическая билатеральная характеристика вертикальной устойчивости футболистов с правым и левым профилем сенсомоторной асимметрии / Е.М. Бердичевская, А.М. Пантелеева // *Физ. воспитание и спортив. тренировка*. – 2021. – № 2 (36). – С. 77–86.
2. Динамическая позная устойчивость высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в игровых видах спорта / А.С. Тришин, Е.М. Бердичевская, Е.С. Тришин, А.М. Пантелеева // *Журнал мед.-биол. исследований*. – 2020. – Т. 8, № 4. – С. 401–408.
3. Красноперова, Т.В. Физиологическое значение стабилметрических исследований в комплексно-координационных видах спорта / Т.В. Красноперова, Н.Б. Котелевская, Т.Ф. Абрамова // *Теория и практика физ. культуры*. – 2020. – № 7. – С. 56–58.
4. Пантелеева, А.М. Особенности проявлений симметрии-асимметрии при статической нагрузке у футболистов-правшей / А.М. Пантелеева, Е.М. Бердичевская // *Ресурсы конкурентоспособности спортсменов: теория и практика реализации*. – 2020. – № 1. – С. 205–207.
5. Попова, И.Е. Нервно-мышечный аппарат и сегментарный состав конечностей квалифицированных прыгунов в воду / И.Е. Попова, А.В. Сысоев // *Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта*. – 2020. – № 9 (187). – С. 293–296.
6. Седоченко, С.В. Изучение билатеральных стабилметрических параметров квалифицированных прыгунов в воду / С.В. Седоченко, О.Н. Савинкова, И.Е. Попова // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2022. – № S1. – С. 23–27. DOI: 10.14529/hsm22s104
7. Физиологические особенности поддержания вертикальной позы у спортсменов во фронтальной и сагиттальной плоскости / Е.С. Тришин, Е.М. Бердичевская, Д.С. Седнев, К. Акуабу // *Ресурсы конкурентоспособности спортсменов: теория и практика реализации*. – 2019. – № 1. – С. 344–346.
8. Assessment of the Relationship between Y-Balance Test and Stabilometric Parameters in Youth Footballers / D. Sikora, M. Palac, A. Myśliwiec et al. // *BioMed Research International*. – 2020. – Vol. 11. – P. 5. DOI: 10.1155/2020/6968473
9. Effects of a full season on stabilometric Parameters of team handball elite athletes / P.H. Marchetti, M.I.V. Orselli, L.M.S. Martins, M. Duarte // *Motriz: Revista de Educação Física*. – 2014. – Vol. 20, Iss.1. – P. 71–77. DOI: 10.1590/S1980-65742014000100011
10. Postural stability in athletes: The role of sport direction / A. Andreeva, A. Melnikov, D. Skvortsov et al. // *Gait & Posture*. – 2021. – Vol. 89. – P. 120–125. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2021.07.005
11. Takada, H. Stabilometry in Sports Medicine & Doping Studies / H. Takada // *Journal of Sports Medicine & Doping Studies*. – 2013. – Vol. 3. – Art. 1000e129. DOI: 10.4172/2161-0673.1000e129
12. Vestibular effects of diving – a 6-year prospective study / F.K. Goplen, M. Grønning, T. Aasen, S.H.G. Nordahl // *Occupational Medicine*. – 2010. – Vol. 60 (1). – P. 43–48. DOI: 10.1093/occmed/kqp148

References

1. Berdichevskaya E.M., Panteleeva A.M. [Stabilographic Bilateral Characteristic of the Vertical Stability of Football Players with the Right and Left Profile of Sensorimotor Asymmetry]. *Fizicheskoye vospitaniye i sportivnaya trenirovka* [Physical Education and Sports Training], 2021, no. 2 (36), pp. 77–86. (in Russ.)
2. Trishin A.S., Berdichevskaya E.M., Trishin E.S., Panteleeva A.M. [Dynamic Cognition of the Stability of Highly Qualified Athletes Specializing in Game Sports]. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy* [Journal of Biomedical Research], 2020, vol. 8, no. 4, pp. 401–408. (in Russ.) DOI: 10.37482/2687-1491-Z033
3. Krasnoperova T.V., Kotelevskaya N.B., Abramova T.F. [Physiological Significance of Stabilometric Studies in Complex Coordination Sports]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2020, no. 7, pp. 56–58. (in Russ.)

4. Panteleeva A.M., Berdichevskaya E.M. [Peculiarities of Manifestations of Symmetry-Asymmetry Under Static Load in Right-Handed Football Players]. *Resursy konkurentosposobnosti sportmenov: teoriya i praktika realizatsii* [Resources of Competitiveness of Athletes. Theory and Practice of Implementation], 2020, no. 1, pp. 205–207. (in Russ.)

5. Popova I.E., Sysoev A.V. [Neuromuscular Apparatus and Segmental Composition of the Limbs of Qualified Water Jumpers]. *Uchenyye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the University P.F. Lesgaft], 2020, no. 9 (187), pp. 293–296. (in Russ.)

6. Sedochenko S.V., Savinkova O.N., Popova I.E. Study of Bilateral Stabilometric Parameters of Qualified Water Jumpers. *Human. Sport. Medicine*, 2022, no. S1, pp 23–27. DOI: 10.14529/hsm22s104

7. Trishin E.S., Berdichevskaya E.M., Sednev D.S., Akuabu K. [Physiological Features of Maintaining a Vertical Posture in Athletes in the Frontal and Sagittal Plane]. *Resursy konkurentosposobnosti sportmenov: teoriya i praktika realizatsii* [Resources of Competitiveness of Athletes. Theory and Practice of Implementation], 2019, no. 1, pp. 344–346. (in Russ.)

8. Sikora D., Pałac M., Myśliwiec A. et al. Assessment of the Relationship between Y-Balance Test and Stabilometric Parameters in Youth Footballers. *BioMed Research International*, 2020, vol. 11, p. 5. DOI: 10.1155/2020/6968473

9. Marchetti P.H., Orselli M.I.V., Martins L.M.S., Duarte M. Effects of a Full Season on Stabilometric Parameters of Team Handball Elite Athletes. *Motriz: Revista de Educação Física*, 2014, vol. 20, iss. 1, pp. 71–77. DOI: 10.1590/S1980-65742014000100011

10. Andreeva A., Melnikov A., Skvortsov D. et al. Postural Stability in Athletes: The Role of Sport Direction. *Gait & Posture*, 2021, vol. 89, pp. 120–125. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2021.07.005

11. Takada H. Stabilometry in Sports Medicine & Doping Studies. *Journal of Sports Medicine & Doping Studies*, 2013, vol. 3, art. 1000e129. DOI: 10.4172/2161-0673.1000e129

12. Goplen F.K., Grønning M., Aasen T., Nordahl S.H.G. Vestibular Effects of Diving – a 6-Year Prospective Study. *Occupational Medicine*, 2010, vol. 60 (1), pp. 43–48. DOI: 10.1093/occmed/kqp148

Информация об авторах

Седоченко Светлана Владимировна, кандидат педагогических наук, ведущий научный сотрудник, доцент кафедры теории и методики физической культуры, педагогики и психологии, Воронежская государственная академия спорта, Воронеж, Россия.

Савинкова Ольга Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент, проректор по научной деятельности, Воронежская государственная академия спорта, Воронеж, Россия.

Попова Ирина Евгеньевна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой медико-биологических, естественно-научных и математических дисциплин, Воронежская государственная академия спорта, Воронеж, Россия.

Information about the authors

Svetlana V. Sedochenko, Candidate of Pedagogical Sciences, Leading Researcher, Associate Professor of the Department of Theory and Methods of Physical Education, Pedagogy and Psychology, Voronezh State Academy of Sports, Voronezh, Russia.

Olga N. Savinkova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Research, Voronezh State Academy of Sports, Voronezh, Russia.

Irina E. Popova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biomedical, Natural Science and Mathematical Disciplines, Voronezh State Academy of Sports, Voronezh, Russia.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 13.11.2022

The article was submitted 13.11.2022