

## ИЗУЧЕНИЕ БИЛАТЕРАЛЬНЫХ СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ПРЫГУНОВ В ВОДУ

**С.В. Седоченко**, 02051970@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2509-3704>  
**О.Н. Савинкова**, nauka.vgifik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1147-0070>  
**И.Е. Попова**, delta8080@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8815-5717>

*Воронежский государственный институт физической культуры, Воронеж, Россия*

**Аннотация. Цель исследования:** оценка стабилметрических параметров центра давления и билатеральных характеристик в пробе с поворотом головы квалифицированных прыгунов в воду. **Материалы и методы.** С использованием компьютерного стабиланализатора с биологической обратной связью «Стабилан-01-2» оценивались 16 стабилметрических классических и спектральных параметров по фронтالي и сагиттали. **Результаты.** Выявлено: наименьшее изменение устойчивости при повороте головы направо (согласно билатеральным параметрам и центра давления) с преобладанием микроколебаний во фронтальном направлении. В фоновой пробе и при повороте головы направо давление левой ноги смещено на носок, а правой – на пятку, а при повороте головы влево смещение преобразовывалось: стойка левой ноги с упором на пятку, а правой – на носок. Качество функции равновесия прыгунов в воду коррелирует преимущественно со значениями разброса, оценки движения, площадью доверительного эллипса, длины СКГ и спектральных показателей по фронтали. **Заключение.** На всех этапах пробы у прыгунов в воду выявлено специфичное соотношение спектральных показателей по фронтали для центра давления: высокие показатели микроколебаний, связанных с физиологическими процессами, и низкие значения неосознанных микроколебаний, то есть микроколебаний, связанных с физиологическими процессами центра давления, нивелируют неосознанные микродвижения для поддержания устойчивости вертикальной стойки прыгунов в воду.

**Ключевые слова:** стабилметрия, билатеральные показатели, квалифицированные ныряльщики в воду, спектральный анализ, корреляционные взаимосвязи

**Для цитирования:** Седоченко С.В., Савинкова О.Н., Попова И.Е. Изучение билатеральных стабилметрических параметров квалифицированных прыгунов в воду // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № S1. С. 23–27. DOI: 10.14529/hsm22s104

Original article  
DOI: 10.14529/hsm22s104

## BILATERAL FORCE-PLATE MEASUREMENTS IN SKILLED HIGH DIVERS

**S.V. Sedochenko**, 02051970@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2509-3704>  
**O.N. Savinkova**, nauka.vgifik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1147-0070>  
**I.E. Popova**, delta8080@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8815-5717>

*Voronezh State Institute of Physical Education, Voronezh, Russia*

**Abstract. Aim.** The paper aims to evaluate COP force-plate measurements and bilateral characteristics in the head rotation test among skilled high divers. **Materials and methods.** 16 traditional force-plate and spectral parameters were measured in the frontal and sagittal planes with the Stabilan-01-2 force plate system. **Results.** According to bilateral measurements and COP data, the smallest change was associated with right head rotation with predominance of micro-oscillations in the frontal direction. Background measurements and the data obtained during right head rotation demonstrated that pressure from the left and right legs was shifted to toes and heels, respectively. However, during the left head rotation test, the results were different: pressure from the left and right legs was shifted to heels and toes, respectively. The balance function correlates mainly with scatter values, motion assessment, ellipse area, statokinesigram and spectral

measurements in the frontal plane. **Conclusion.** Throughout the test, high divers demonstrated a specific ratio of spectral COP measurements in the frontal plane: high micro-oscillations associated with physiological processes and low unconscious micro-oscillations. Therefore, micro-oscillations associated with physiological processes of the COP neutralize unconscious micro-movements to maintain postural balance of high divers.

**Keywords:** force-plate measurements, bilateral indicators, skilled high divers, spectral analysis, correlation relationships

**For citation:** Sedochenko S.V., Savinkova O.N., Popova I.E. Bilateral force-plate measurements in skilled high divers. *Human. Sport. Medicine.* 2022;22(S1):23–27. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm22s104

**Введение.** Стабилометрические параметры поддержания вертикальной устойчивости исследуются учеными всего мира. Стабилографический контроль предлагалось использовать в рамках комплексного обследования спортсменов различных специализаций и для своевременной коррекции тренировочного процесса [2, 4, 5], для сравнительного анализа уровня координационных способностей при произвольном контроле позы квалифицированных баскетболистов, пистолетчиков, винтовочников и лиц, не занимающихся спортом [2, 7, 8, 10]. Ряд исследований направлен на изучение стабилометрических показателей точности двигательных действий футболистов [1, 6], устойчивости гимнасток с учетом моторной и сенсорной асимметрии [3]

Статьи иностранных исследователей посвящены изучению тренировочного эффекта различной направленности на устойчивость спортсменов, оценку тренировочного воздействия стабилографической биологической обратной связи [9–12].

**Организация и методы исследования.** В исследовании приняли участие 12 квалифицированных прыгунов в воду. Оценка стабилометрических параметров центра давления и билатеральных характеристик в пробе с поворотом головы осуществлялась с применением методов математической статистики на основе данных компьютерного стабиланализатора с биологической обратной связью «Стабилан-01-2». Оценивались 16 параметров по фронтالي и сагиттали: МО (мм) – координаты центра давления (ЦД), Q (мм) – средний разброс, L (мм) – длина статокинезиограммы (СКГ), LFS (1/мм) – длина в зависимости от площади; спектральные характеристики: Pw1 (%) – неосознанные микродвижения и Pw2 (%) – осознанные микродвижения для поддержания равновесия, Pw3 (%) – микроколебания, вызванные физиологическими процессами (дыхание, сердцебиение, пищеварение и пр.), а также: EHS (мм<sup>2</sup>) площадь довери-

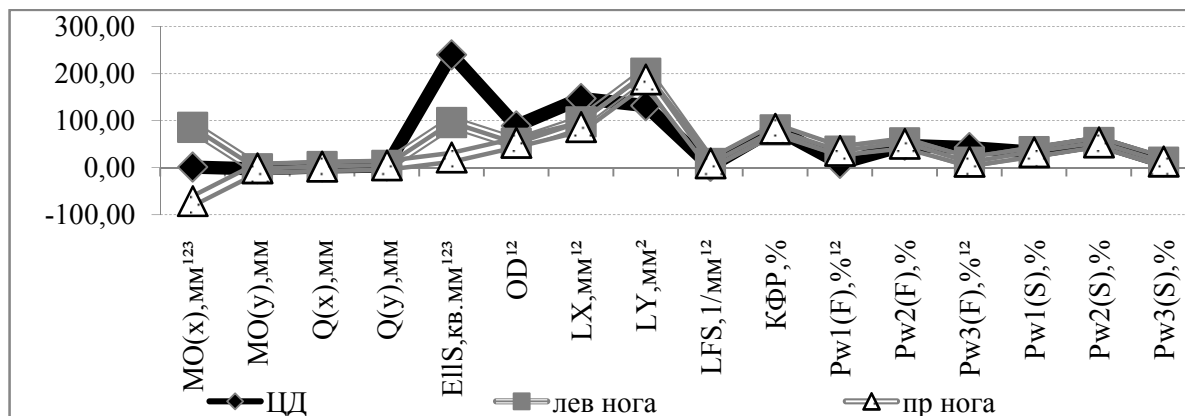
тельного эллипса, OD (у. е.) – оценка движения, КФР (%) – качество функции равновесия. Все показатели оценивались как для центра давления (ЦД), так и билатеральные (для каждой ноги).

Исследование осуществлялось в рамках выполнения государственного задания Министерства спорта РФ «Выявление ключевых параметров морфофункционального состояния организма при совершенствовании подготовки спортсменов высокого класса в прыжках в воду» на базе учебной лаборатории № 1 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный институт физической культуры».

**Результаты.** Результаты фоновой пробы у прыгунов в воду представлены на рисунке.

Выявленные показатели в фоновой пробе указывали на смещение левой ноги на носок, а правой – на пятку. Специфичным для прыгунов в воду явилось соотношение спектральных показателей Pw по фронтали, для ЦД выявлено (в среднем): Pw3 – 43 %, Pw2 – 47 % и Pw1 – 10 %, а в билатеральных параметрах в среднем 12 % – 52,5 % – 35,5 % соответственно. Данная динамика микроколебаний указывает на то, что привычка к глубокому дыханию увеличивает микродвижения ЦД, но на билатеральных параметрах это не сказывается, даже в фоновой пробе это снижает устойчивость прыгунов в воду. Спектральные показатели по сагиттали значимых различий не имели.

При повороте головы направо выявлены статистически достоверные отличия между билатеральными параметрами и ЦД. Значения данной пробы указывали на смещение левой ноги на носок, а правой – на пятку. По сравнению с ЦД билатеральные параметры были более статичны; наблюдалось учащение колебаний с уменьшением амплитуды, а по сагиттали значимых отличий не выявлено. В спектральных показателях Pw по фронтали для ЦД выявлены следующие показатели: Pw1 – 43 %, Pw2 – 47 % и Pw3 – 10 %, а в билатеральных



Динамика стабилметрических параметров у прыгунов в воду ( $n = 12$ ) в фоновой пробе с поворотами головы (в фоновой пробе): 1 – различия достоверны между ЦД и правой ногой; 2 – различия достоверны между ЦД и левой ногой; 3 – различия достоверны между левой и правой ногой (критическое значение  $t$ -критерия Стьюдента = 2,074, при уровне значимости  $\alpha \geq 0,05$ )

Fig. 1. Dynamics of force-plate measurements in high divers ( $n = 12$ ) during head rotation: 1 – differences are significant between the COP and right leg data; 2 – differences are significant between the COP and left leg data; 3 – differences are significant between the left and right legs (critical value for the Student  $t = 2.074$ , significance level  $\alpha \geq 0.05$ )

(в среднем) 12 % – 52,5 % – 35,5 % соответственно.

Сравнительный анализ динамики билатеральных показателей при повороте головы налево продемонстрировал замедление колебаний с увеличением амплитуды, а по сагиттали – уменьшение устойчивости; для правой ноги – снижение устойчивости в обоих направлениях. Спектральные показатели для ЦД и билатеральные имели схожую тенденцию (как при повороте головы направо).

#### Выводы

1. У прыгунов в воду выявлено наименьшее изменение устойчивости при повороте головы направо (согласно билатеральным параметрам и центру давления) с преобладанием микроколебаний во фронтальном направлении. В фоновой пробе и при повороте головы направо давление левой ноги смещено на носок, а правой – на пятку. При повороте головы влево смещение преобразовывалось: стойка

левой ноги с упором на пятку, а правой – на носок.

2. Качество функции равновесия прыгунов в воду имеет обратные корреляционные взаимосвязи преимущественно со значениями разброса, оценки движения, площадью доверительного эллипса, длины СКГ и спектральных показателей по фронтали.

3. На всех этапах пробы у прыгунов в воду выявлено специфичное соотношение спектральных показателей по фронтали для центра давления, заключающееся в высоких показателях Pw3 (микроколебания, связанные с физиологическими процессами, т. е. с глубоким дыханием) и низких значениях Pw1 (неосознанные микроколебания). Микроколебания, связанные с физиологическими процессами центра давления, нивелируют неосознанные микродвижения для поддержания устойчивости вертикальной стойки прыгунов в воду.

#### Список литературы

1. Аверьянов, И.В. Многолетняя динамика стаблогографических показателей, определяющих точность двигательных действий футболистов / И.В. Аверьянов, А.А. Близнюк // Омский научный вестник. – 2014. – № 5 (132). – С. 166–170.

2. Бердичевская, Е.М. Стаблогографическая оценка точности движений квалифицированных баскетболистов разного игрового амплуа / Е.М. Бердичевская, А.С. Тришин // Физ. культура, спорт – наука и практика. – 2015. – № 3. – С. 65–70.

3. Крайнова, Т.В. Возрастная динамика стаблогографических характеристик поздней устойчивости юных спортсменок на этапе начальной подготовки в эстетической гимнастике / Т.В. Крайнова, Е.М. Бердичевская // Физ. культура, спорт – наука и практика. – 2016. – № 3. – С. 67–72.

4. Красноперова, Т.В. Физиологическая значимость стабилометрического исследования в сложнокоординационных видах спорта / Т.В. Красноперова, Н.Б. Котелевская, Т.Ф. Абрамова // Теория и практика физ. культуры. – 2020. – № 7. – С. 13–15.
5. Ложкина, Н.И. Стабилографические показатели спортсменов разных специализаций / Н.И. Ложкина, Т.П. Замчий // Приволж. науч. вестник. – 2013. – № 3 (19). – С. 109–114.
6. Назаренко, А.С. СтатокINETическая устойчивость футболистов после ступенчато возрастающей нагрузки до максимальной аэробной мощности / А.С. Назаренко, Ф.А. Мавлиев // Наука и спорт: соврем. тенденции. – 2017. – Т. 16. – № 3 (16). – С. 55–59.
7. Оценка влияния задержки дыхания и гипервентиляции на устойчивость вертикальной позы человека с помощью спектрального анализа стабилографического сигнала / М.В. Малахов, Е.А. Макаренкова, А.А. Мельников, А.Д. Вукеров // Физиология человека. – 2014. – Т. 40, № 1. – С. 90.
8. Седоченко, С.В. Сравнительный анализ стабилометрических билатеральных характеристик устойчивости стрелков пистолетчиков и винтовочников / С.В. Седоченко, И.А. Сабирова, А.В. Черных // Вестник Луган. гос. ун-та им. Тараса Шевченко. – 2016. – № 1 (2). – С. 96–102.
9. Blumenstein, B. Biofeedback for Sport and Performance Enhancement / B. Blumenstein, I. Orbach // Psychology, Health Psychology. – 2014. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199935291.013.001
10. Changes in Postural Control After a Ball-Kicking Balance Exercise in Individuals With Chronic Ankle Instability / J.S. Conceição, F.G. Schaefer de Araújo, G.M. Santos et al. // Journal of Athletic Training. – 2016. – Vol. 51(6). – P. 480–490. DOI: 10.4085/1062-6050-51.8.02
11. Changes in balance ability, power output, and stretch-shortening cycle utilisation after two high-intensity intermittent training protocols in endurance runners / F. García-Pinillos, J.A. Párraga-Montilla, V.M. Soto-Hermoso, P.A. Latorre-Román // Journal of Sport and Health Science. – 2016. – Vol. 5 (4). – P. 430–436. DOI: 10.1016/j.jshs.2015.09.003
12. Pop-Jordanova, N. Biofeedback Training for Peak Performance in Sport – Case Study / N. Pop-Jordanova, Aneta Demerdzieva // Macedonian Journal of Medical Sciences. – 2010. – Vol. 3 (2). – P. 113–118. DOI: 10.3889/MJMS.1857-5773.2010.0098

#### References

1. Aver'yanov I.V., Bliznyuk A.A. [Long-Term Dynamics of Stabilographic Indicators Determining the Accuracy of Motor Actions of Football Players]. *Omskiy nauchnyy vestnik* [Omsk Scientific Bulletin], 2014, no. 5 (132), pp. 166–170. (in Russ.)
2. Berdichevskaya E.M., Trishin A.S. [Stabilographic Assessment of the Accuracy of Movements of Qualified Basketball Players of Different Playing Roles]. *Fizicheskaya kul'tura, sport – nauka i praktika* [Physical Culture, Sport – Science and Practice], 2015, no. 3, pp. 65–70. (in Russ.)
3. Kraynova T.V., Berdichevskaya E.M. [Age Dynamics of Stabilographic Characteristics of Postural Stability of Young Athletes at the Stage of Initial Training in Aesthetic Gymnastics]. *Fizicheskaya kul'tura, sport – nauka i praktika* [Physical Culture, Sport – Science and Practice], 2016, no. 3, pp. 67–72. (in Russ.)
4. Красноперова Т.В., Котелевская Н.Б., Абрамова Т.Ф. [The Physiological Significance of Stabilometric Research in Complex Coordination Sports]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2020, no. 7, pp. 13–15. (in Russ.)
5. Ложкина Н.И., Замчий Т.П. [Stabilographic Indicators of Athletes of Different Specializations]. *Privolzhskiy nauchnyy vestnik* [Privolzhsky Scientific Bulletin], 2013, no. 3 (19), pp. 109–114. (in Russ.)
6. Назаренко А.С., Мавлиев Ф.А. [Statokinetic Stability of Football Players After a Stepwise Increasing Load to Maximum Aerobic Capacity]. *Nauka i sport: sovremennyye tendentsii* [Science and Sport. Modern Trends], 2017, vol. 16, no. 3 (16), pp. 55–59. (in Russ.)
7. Malakhov M.V., Makarenkova E.A., Melnikov A.A., Vikulov A.D. [Assessment of the Effect of Breath Retention and Hyperventilation on the Stability of a Person's Vertical Posture Using Spectral Analysis of a Stabilographic Signal]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2014, vol. 40, no. 1, p. 90. (in Russ.) DOI: 10.1134/S0362119713040099

8. Sedochenko S.V., Sabirova I.A., Chernykh A.V. [Comparative Analysis of the Stabilometric Bilateral Characteristics of Stability of Pistol and Rifle Shooters]. *Vestnik Luganskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Tarasa Shevchenko* [Bulletin of Luhansk Taras Shevchenko State University], 2016, no. 1 (2), pp. 96–102. (in Russ.)

9. Blumenstein B., Orbach I. Biofeedback for Sport and Performance Enhancement. *Psychology, Health Psychology*, 2014. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199935291.013.001

10. Conceição J.S., Schaefer de Araújo F.G., Santos G.M. et al. Changes in Postural Control After a Ball-Kicking Balance Exercise in Individuals with Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*, 2016, vol. 51 (6), pp. 480–490. DOI: 10.4085/1062-6050-51.8.02

11. García-Pinillos F., Párraga-Montilla J.A., Soto-Hermoso V.M., Latorre-Román P.A. Changes in Balance Ability, Power Output, and Stretch-Shortening Cycle Utilisation After Two High-Intensity Intermittent Training Protocols in Endurance Runners. *Journal of Sport and Health Science*, 2016, vol. 5 (4), pp. 430–436. DOI: 10.1016/j.jshs.2015.09.003

12. Pop-Jordanova N., Demerdzieva A. Biofeedback Training for Peak Performance in Sport – Case Study. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 2010, vol. 3 (2), pp. 113–118. DOI: 10.3889/MJMS.1857-5773.2010.0098

### **Информация об авторах**

**Седоченко Светлана Владимировна**, кандидат педагогических наук, ведущий научный сотрудник, доцент кафедры теории и методики физической культуры, педагогики и психологии, Воронежский государственный институт физической культуры. Россия, 394036, Воронеж, ул. Карла Маркса, д. 59.

**Савинкова Ольга Николаевна**, кандидат педагогических наук, доцент, проректор по научной деятельности, Воронежский государственный институт физической культуры. Россия, 394036, Воронеж, ул. Карла Маркса, д. 59.

**Попова Ирина Евгеньевна**, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой медико-биологических, естественно-научных и математических дисциплин, Воронежский государственный институт физической культуры. Россия, 394036, Воронеж, ул. Карла Маркса, д. 59.

### **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 Institute of Physical Education, Voronezh, Russia.

**Olga N. Savinkova**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Vice-rector for Research, Voronezh State Institute of Physical Education, Voronezh, Russia.

**Irina E. Popova**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Medical and Biological, Natural Science and Mathematical Disciplines, Voronezh State Institute of Physical Education, Voronezh, Russia.

**Статья поступила в редакцию 15.11.2021**

**The article was submitted 15.11.2021**