

УДК 796.012.266:005.332.2

**М.Г. ГЛАДЫШЕВА**

аспирант кафедры физической культуры и спорта  
Полесский государственный университет,  
г. Пинск, Республика Беларусь  
*E-mail: [m.g.gladusheva@gmail.com](mailto:m.g.gladusheva@gmail.com)*



**И.Е. АНПИЛОГОВ**, канд. пед. наук,  
доцент кафедры медико-биологических дисциплин,  
оздоровительной и адаптивной физической культуры,  
Курский государственный университет,  
г. Курск, Российская Федерация  
*E-mail.com: [iam@ianpilogov.ru](mailto:iam@ianpilogov.ru)*



*Статья поступила 23 мая 2023 г.*

**ТЕНДЕНЦИИ В ПОДХОДАХ К ИЗУЧЕНИЮ ФУНКЦИИ РАВНОВЕСИЯ У СПОРТСМЕНОВ**

*В статье рассматриваются современные подходы к изучению показателей статодинамической устойчивости у спортсменов. Анализируются их преимущества, недостатки, информативность показателей. Рассматриваются особенности построения схем как чисто стабилметрического исследования, так и сочетания его с другими функциональными пробами.*

**Ключевые слова:** спортсмены, стабилметрическое исследование, функция равновесия, статодинамическая устойчивость, координационные способности.

**GLADUSHEVA M.G.**

Postgraduate Student Department of Physical Culture and Sports,  
Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus  
*E-mail: [m.g.gladusheva@gmail.com](mailto:m.g.gladusheva@gmail.com)*

**ANPILOGOV I.E., PhD in Ped. Sc.,**

Associate Professor of the Department of Biomedical Disciplines, Health & Adaptive Physical Culture,  
Kursk State University, Russian Federation

**TRENDS IN APPROACHES TO STUDYING THE BALANCE FUNCTION IN ATHLETES**

*The article discusses modern approaches to the study of indicators of statodynamic stability in athletes. Their advantages, disadvantages, informativeness of indicators are analyzed. The features of constructing schemes of both a purely stabilometric study and its combination with other functional tests are considered.*

**Keywords:** athletes, stabilometric study, balance function, statodynamic stability, coordination abilities.

**Введение.** «Стояние – частный случай движения человека» [5, с.74], это знаменитое выражение русского и советского физиолога А.А. Ухтомского начала XX века, как ничто иное отражает природу поддержания вертикальной позы человека. Позже, в 1950 – х

годах французский кинезиотерапевт Роже Тулон одним из первых предпринимет попытку измерить колебания центра тяжести человека с помощью площадки на подвижных ножках. Измерительное устройство отдаленно похожее на современный стабิโลграф, позволило

определить не только положение тела в конкретный *момент*, но и дисперсию (распределение) этих положений за *промежутки* времени, что до этого представлялось весьма проблематичным. О результатах измерений в 1956 г. Тулон напишет: «Четырехугольник проекции вертикали тяжести есть маленький квадрат со сторонами в 10 см.» и ошибиться лишь в том, что четырехугольник на деле, окажется ничем иным как эллипсом, который в нынешний стабилметрических исследованиях называют доверительным эллипсом площади статокинезиограммы (далее ELLS) [3, с.38]. Кроме величины площади ELLS современные стаблогографы, позволяют оперативно рассчитать более 40 показателей (спектральные, векторные, интегральные и т.д.) Учитывая это, не возникает вопроса почему стабилметрия в настоящее время признана «золотым стандартом» в оценке вертикальной устойчивости не только в клинической практике врачей, но и в сфере спорта [8, с.40]. Н.А. Бернштейн в своем трактате «О ловкости и ее развитии» размышляя о значимости функции равновесия для спортсмена приходит к важному выводу: «Способность сохранять равновесие является фоновым уровнем одного из важнейших качеств спортсмена – двигательной координации» [8, с.6]. Так, изучая особенности регуляции позы становится возможным сделать вывод о эффективности моторного регулирования спортсмена в целом. Кроме того, сочетание стабилметрического исследования, в разных вариантах с другими функциональными пробами позволяет ответить на вопросы о резистентности координационной системы спортсмена к вестибулярной нагрузке, утомлению, ограничению зрительной информации, скрытых двигательных нарушениях, особенностями межмышечного взаимодействия.

При этом возникновение множества подходов в оценке функций равновесия требуют более подробного анализа и систематизации, что, по нашему мнению, может послужить дополнительным стимулом для развития исследований в этом направлении. Это предположение и стало ключевых для формирования цели работы.

**Цель:** Систематизация подходов в области применения стабилметрического тестирования в спортивной практике.

**Задачи:**

1. Определить основные подходы в изучении функций равновесия у спортсменов

2. Проанализировать особенности использования ключевых подходов, недостатки, преимущества, информативность результатов

3. Определить приоритетные направления развития стабилметрического исследования в практике спорта

**Методы и организация исследования:** информационно-патентный поиск (далее ИПП), анализ литературных источников В процессе ИПП для анализа было отобрано 11 литературных источников из которых: девять статей из периодических изданий (входят в РИНЦ – 8, рецензируются ВАК – 7), монография и учебное издание.

**Результаты и их обсуждение.** В работах, связанных с изучением поструральной устойчивости у спортсменов за последние 11 лет, можно выделить несколько основных подходов: сравнительный анализ между группами спортсменов разных видов спорта [4], [9], [1], [8], [6]; между группами спортсменов одного вида спорта, разной квалификации; между женщинами и мужчинами одного вида и квалификации [5], [8]; между спортсменами одного вида но разного амплуа [1]; между спортсменами одного вида в разные этапы тренировочного цикла [10], [2] и смешанный подход, где стабилметрическое исследование проводится в комплексе с другими функциональными пробами [8],[1].

Для изучения особенностей влияния тренировочных нагрузок разной координационной направленности авторы используют сравнение показателей статодинамической устойчивости между спортсменами циклических (бег, лыжи, триатлон, плавание), ситуационных (футбол, бадминтон, волейбол, единоборства) прицельных (стендовая стрельба) видов спорта и контрольной группой не занимающейся спортом. Полученные в ходе исследований данные указывают на независимость эффективности поструральной регуляции от направленности нагрузки или ее отсутствию (контроль) в обычных условиях (проба с открытыми глазами, основная стойка) [8, с.63], [9, с.82], [4, с.113]. Однако при ограничении зрительной информации (проба с закрытыми глазами) или вестибулярной нагрузки (тест на кресле Барани) [9, с.79], напряжение системы регуляции позы наблюдается у спортсменов разной специализации в разной степени. У представителей циклических и прицельных видов – больше, ситуационных – меньше, а показатели контроля

уступают всем группам спортсменов [8, с.62], [9, с.84], [4 с.114].

Для анализа авторы используют показатели разброса ОЦД про фронтали ( $Q_y$ ) и сагиттали ( $Q_x$ ), среднюю линейную скорость колебания ОЦД ( $V_{cp}$ ), среднюю скорость изменения площади статокинезиограммы ( $V_s$ ), площадь доверительного эллипса статокинезиограммы (ELLS), коэффициент функции равновесия (КФР), индекс скорости (IV), длину статокинезиограммы к среднему радиусу колебаний (OD). При этом факторный анализ всех стабилметрических показателей выявил, что наибольшей информативностью обладают всего 4 из них:  $Q_x$  и  $Q_y$ ,  $V_s$  или средняя линейная скорость по плоскостям (далее ЛСС), средняя угловая скорость колебания ОЦД (далее УСС) и показатели спектрального анализа (далее РВ) [8, с.50]. И если первые три группы показателей тесно связаны с изучаемыми в работах, то последняя группа (РВ) рассматривается авторами крайне редко. В то время, когда именно данные спектрального анализа позволяют оценить вклад различных нейрональных цепей в механизмы регуляции равновесия [8, с. 46], что является особенно актуальным в ситуации отсутствия модельных значений.

Независимо от этого, в работе установлено что с увеличением статической нагрузки стоечного характера (акробаты верхней пары), разность отношения длинны траектории по сагиттали и фронтали менее выражена ( $Q_y - 545,1$ ,  $Q_x - 577,4$ ). У спортсменов чья спортивная деятельность связана преимущественно с вращательным типом движения (прыжки в воду, фристайл, прыжки по акробатическим дорожкам) наблюдается обратное явление -  $Q_x > Q_y$ . [1, с.77]. При этом, в целом, уменьшение доли координационных нагрузок в тренировочном процессе ведет к увеличению разности между показателями разброса (циклические виды спорта). Однако стоит отметить, что в данной работе не учитываются показатели линейной скорости перемещения ОЦД, что не позволяет оценить степень напряжение постуральной регуляции или «плату» за определенную степень устойчивости [8, с. 58].

Следующий подход в изучении статодинамической устойчивости спортсменов базируется на сравнении представителей одной вида спорта разных квалификаций [8], [5]. Так авторами было установлено, что рост спортивной квалификации пловцов сопровождается развитием постуральной системы. Кроме того, были установлены корреляцион-

ные взаимосвязи уровня квалификации с значением ELLS<sub>закрытые глаза</sub> ( $r=587$  при  $p<0,05$ ), КФР<sub>открытые глаза</sub> ( $r=0,0423$ ) и КФР<sub>закрытые глаза</sub> ( $r=0,407$ ) [5 с.20]. Однако, вопрос о направленности такого рода остается спорным т.к. совершенствование функции равновесия может являться следствием увеличения общего объема нагрузок, в пользу чего и высказываются некоторые авторы [8 с. 78]. Учитывая это, возможно ли использовать данные стабилметрического тестирования как предиктор спортивных достижений [5, с. 20]? По нашему мнению, ответ в такой ситуации требует от авторов проведения лонгитудальных исследования с учетом разных сторон как спортивной подготовленности, так и тренировочного процесса.

При этом, стоит отметить, что отдалённые попытки проведения такого типа исследования в научной литературе встречаются [10], [2]. Так, Е.А. Сальникова изучая динамику стабилметрических показателей описывает напряжение функций равновесия у пловцов в соревновательный период по сравнению с подготовительным. Автором было выдвинуто предположение что такое явление может быть связано с воздействием стрессовой ситуации на механизм мышечной проприоцепции и мобилизацией [10, с. 75]. В работе Е.В. Быкова, напротив показатели ELLS и ЛСС хоккеистов к концу сезона значительно снизились, а КФР увеличился (возраста спортсменов 18-26 лет) [2 с. 798]. Однако в обоих случаях не были учтены особенности тренировочного процесса (объем нагрузок их направленность, интенсивность календарь соревнований) и результаты соревновательной деятельности, что не позволяет определить значимость базового уровня регуляции движениями для практики спорта.

К факторам, влияющим на снижение статодинамической устойчивости (далее СДУ) также относят: физическое утомление, ограничение сенсорной информации, вестибулярное раздражение, переключение внимания и др. Так «метаболиты утомления» (ионы калия, простагландины, молочная кислота, серотонин и т.д.) воздействуя на механорецепторы мышечных веретен приводят к снижению обратной проприоцептивной афферентации, что влияет на ощущение точности суставного угла. [7 с. 98]. Кроме того, нарушения нервно-мышечной передачи приводит к: увеличению электромеханической задержки, снижению скорости сенсомоторной реакции и плавности мышечного ответа, а также нарушению центрального ощущения мышеч-

ного усилия, затрагивания тем самым все звенья управления двигательной деятельностью. Для ответа на вопрос о воздействии физической нагрузки на постральную устойчивость спортсмена А.А. Мельников, А.А. Савин с соавторами предложили использовать сочетание стабилметрического тестирования с велоэргометрией. Для анализа были взяты показатели ELLS и ЛСС. В результате проведенных исследований, удалось установить, что воздействие стандартной аэробной нагрузки субмаксимальной мощности (PWC170) приводит к снижению СДУ в равной степени как у спортсменов (борьба), так и у не занимающихся спортом (контроль). При этом, наблюдалась слабая корреляционная взаимосвязь между максимальной мощностью PWC170 ( $W_{max}$ ) и показателями ELLS и ЛСС ( $r=0,28$ ,  $p<0,05$ ) после нагрузки. Однако, дозависимый эффект между степенью утомления и снижением СДУ остается явлением спорным, о чем говорит отсутствие корреляционных связей с концентрацией лактата в крови и показателями максимальной произвольной силы. Хотя последнее можно объяснить характером мышечных сокращений постральных коррекций (меньше максимальных) о чем и предположили авторы [8, с. 92]. В другом исследовании, где двум группам испытуемых предлагали выполнить велоэргометрическую нагрузку равную весу тела в килограммах (ЧСС 110-130 уд./мин.), увеличение ЛСС наблюдалась лишь в контроле. Из чего следует вывод: воздействие нагрузки умеренного характера на постральную регуляцию зависит от адаптации организма к мышечной деятельности [8, с. 97].

Другой фактор влияющий на снижение СДУ исследовал в уже упомянутой работе В. Балобан. Он предложил спортсменам (акробатам) выполнить пробу Бирюк на стабiloграфе, после сделать 5 кувырков вперед за 5 с., встать и после субъективного ощущения готовности выполнить повторный тест. Вестибулярная нагрузка с преимущественным раздражением сагиттальных полукружных каналов, привела к снижению (примерно в два раза), времени фиксации (тест Бирюк) и увеличению амплитуды и частоты колебаний тела. При этом у спортсменов верхней, средней и второй средней пары изменения носили менее выраженный характер что показывает: стабилизация СДУ связана с резистентностью полукружных, которая зависит от профессиональной направленности и амплуа.

**Выводы.** Популярность исследования статодинамической устойчивости как базового уровня системы управления движениями спортсмена в настоящее время не вызывает сомнений, о чем свидетельствует систематические публикации на эту тему. При этом применение разнообразных подходов в оценке особенностей постральной регуляции с одной стороны, приносит значительный вклад в расширение научного представления о исследуемой проблеме. С другой, требуют от исследователя понимания контекста, в котором его выбор станет рациональным, а полученные данные наиболее информативными. В результате обзора научных источников можно сформировать следующие выводы:

1. Данные полученные в процессе сравнение эффективности позной регуляции представителей разных видов спорта, являются лишь подтверждением уже имеющегося факта: моторная деятельность любого характера ведет к совершенствованию механизмов управления движениями. Где степень этого совершенствования определяется лишь объемом и сложностью выполняемой координационной нагрузки. С этой позиции улучшение СДУ с ростом спортивной квалификации выглядит весьма закономерно.

2. При изучении динамики эффективности постральной регуляции авторами не учитываются объем, направленность, интенсивность физической нагрузки в микро и мезоциклах, количества стартов и их распределение в годовом календаре, анализ спектральных показателей стабилметрии. По нашему мнению, лонгитудинальное исследования функции равновесия в таком контексте поможет в дальнейшем определить вклад базового уровня координации в совокупность факторов, влияющих на соревновательную результативность.

3. При этом перспективным является и изучение реакций постральной системы на вестибулярное раздражение и физическую нагрузку разной мощности. И если первое может найти широкое применение в видах спорта с большими объемами вращательной нагрузки (акробатика, прыжки на батуте, гимнастика, фристайл и т.д.), то второе позволит раскрыть механизмы влияния утомления на различные уровни моторной регуляции (плавание, бег, гребля). Однако в рассмотренный нами период таких работ проводилось крайне мало, что делает их наиболее актуальным для дальнейших исследований в это области.

**Список литературы**

1. Болобан, В. Н. Сенсомоторная координация как основа технической подготовки / В.Н. Болобан // Наука в Олимпийском спорте. – 2015. – № 2. – С. 73 – 79.
2. Быков, Е. В. Динамика показателей стабиллометрии в соревновательном периоде в оценке функционального состояния хоккеистов / Е.В. Быков, Н.Г. Зингурова, А.А. Плетнев, А.В. Чипышев. – 2012. С № 9. – С. 796 -799.
3. Гаже, П.-М. Постуралогия. Регуляция и нарушения равновесия тела человека / Пьер-Мари Гаже, Бернар Вебер [и др.] ; перевод с фр. Yana Adreid ; под общ. ред. Б.И. Усачева. – СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2008. – 316 с.
4. Зингурова, Н. Г. Скоростные стабиллографические показатели у спортсменов различных видов спорта / Н.Г. Зингурова, Е.В. Быков // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 2. – С. 112 – 115.
5. Костючик, И. Ю. Оценка система управления движениями высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в плавании / И.Ю. Костючик, Н.Г. Кручинский // Прикладная спортивная наука. – 2021. – № 2. – С. 15-21.
6. Ложкина, Н. И. Стабиллографические показатели спортсменов разных специализаций / Н.И. Ложкина, Т.П. Замчий // Приволжский научн. вестн. – 2013. - № 3 – С. 109 – 114.
7. Маличенко, А. А. Стабиллометрия в спорте: реальность и перспективы / А.А. Маличенко, И.Ю. Костючик, Ю.В. Николаева с соавт. // Вестн. Полац. Гос. ун-та. Сер. Е. Педагогические науки, Полацк. – 2019. – № 15. – С. 142-146.
8. Мельников, А. А. Функция равновесия у спортсменов – борцов : монография / А.А. Мельников, А.Д. Викулов, М.В. Малахов. – Ярославль: РИО ЯГПУ, 2016. – 149 с.
9. Назаренко, А. С. Влияние вестибулярного раздражения на статокинетическую устойчивость спортсменов различных специализаций / А.С. Назаренко, А.С. Чинкин. – Наука и спорт. – 2015. – № 2. – С. 78 – 85
10. Сальникова, Е. А. Постуральная устойчивость высококвалифицированных пловцов в разные периоды тренировочного цикла / Е. А. Сальникова, Я.Е. Бугаец, А.С. Гронская с соавт. – Краснодар. – 2021. – № 3. – С. 72 – 78.
11. Усачев, В. И. Информативность стабиллометрических параметров / В.И. Усачев, В.Е. Беляев // Аппаратные и программные средства медицинской диагностики и терапии / Изв. Юж-го. фед. ун-та. – 2006. – Разд. 1. – С. 149-150.

*Received 23 May 2023*