

УДК 616.8-009.1:796

**СТАБИЛОМЕТРИЯ В СПОРТЕ: РЕАЛЬНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ****А.А. МАЛИЧЕНКО***(Витебский государственный медицинский университет);***И.Ю. КОСТЮЧИК***(Полесский государственный университет, Пинск);***Ю.В. НИКОЛАЕВА***(Витебская городская клиническая больница № 1);**канд. мед. наук, доц. Т.Л. ОЛЕНСКАЯ**(Витебский государственный медицинский университет);**д-р мед. наук, доц. Н.Г. КРУЧИНСКИЙ**(Полесский государственный университет, Пинск)*

*Стабилоплатформа представляет собой современный кинезотренажер, способный анализировать возможности человека управлять собственным телом. Применение биологических обратных связей позволяет использовать их в качестве тренажерных устройств, направленных на совершенствование функции равновесия, координационных способностей, психологической устойчивости, грамотного тактического мышления.*

**Ключевые слова:** *стабилоплатформа, футбол, хоккей, пулевая стрельба, борьба, теннис.*

В настоящее время в мире имеется огромное число индивидуумов со значительными отклонениями от идеальной позы в совокупности с расстройствами равновесия, которые часто игнорируются специалистами, поскольку не имеют клинических проявлений [4, 7–9, 13]. Поэтому исследование биомеханики процесса поддержания человеком вертикальной позы дает объективную картину количественной и качественной связей между координирующими процессами и работой основных сенсорных систем [9, 19, 22, 23].

Двигательные способности человека реализуются через функционирование определенных свойств нервно-мышечной системы человека. Внутренний взор, а именно сигналы, поступающие от системы суставных и мышечных рецепторов, обеспечивает позную (вертикальную) устойчивость. Эта посылка предлагает тему для исследований вертикальной стойки человека. Хорошо известно, что заболевания ЦНС, интоксикация, утомление значительно влияют на возможность правильного поддержания равновесия [4, 7, 8, 13].

Основным инструментальным методом исследования вертикальной стойки человека является стабилметрия. Этот метод используют в научных целях в спорте и медицине для исследования пострального контроля человека [1, 3, 11, 13, 19–21, 26]. Стабилметрическая платформа представляет собой современный кинезотренажер, способный анализировать возможности человека управлять собственным телом и предоставляющий в режиме реального времени биологическую обратную связь [4, 7, 17]. Стабилметрический анализатор измеряет координаты центра давления человека на плоскость опоры. Центр давления физически связан с изменением положения центра тяжести человека, перемещением веса на опоре – например, с одной ноги на другую при стоянии. Существуют стабилметрические платформы для положения обследуемого «сидя» или «лежа». Анализ перемещений центра давления позволяет получить объективную информацию об изменениях позы постурологии [5, 7, 16, 20].

Анализ позы (системы равновесия) человека особенно актуализировался с развитием авиации и космонавтики, авиационной и космической медицины, что способствовало разработке новых приборов. Одним из первых разработчиков стабилметрических платформ часто считают В.С. Гурфинкеля, создавшего в СССР на рубеже 1960-х гг. группу по изучению нейробиологии моторного контроля (ныне лаборатория № 9 в Институте проблем передачи информации имени А.А. Харкевича (РАН, возглавляемая Ю.С. Левиком) [8]. Исследователи использовали опытные устройства, собранные в лабораторных условиях. В СССР стабилографы разрабатывались во Всесоюзном научно-исследовательском институте медицинского приборостроения, но не были внедрены в массовое производство и большого распространения не получили. К началу XXI в. в Российской Федерации был организован первый промышленный выпуск стабилографов (стабилметрических платформ), большой вклад в который внес С.С. Слива [16–18]. В настоящее время для обеспечения потребностей здравоохранения и науки стабилоплатформы серийно производятся рядом российских компаний. В других странах серийные стабилметрические платформы получили распространение в 1980-е гг. с основными центрами производства и применения во Франции, Германии, Италии и США [7, 17, 18, 24–26].

Стабилометрия – это метод исследования функций организма, связанных с поддержанием состояния равновесия. Этот метод позволяет в полном объеме охарактеризовать баланс тела, давая при этом и дополнительные возможности для выявления целого ряда функциональных особенностей и нарушений [7, 10, 11, 17, 18]:

- при заболеваниях позвоночника, нервной системы, вестибулярного и зрительного анализаторов;
- опороспособности как конечности в целом, так и голеностопных суставов.

Следовательно, возможности стабิโลграфического комплекса целесообразно использовать в нескольких направлениях [2, 4, 5, 7, 16, 18, 21–23, 26]:

- научно-исследовательском;
- как оценку и контроль функционального состояния спортсменов;
- при диагностике и реабилитации в медицине в целом и в спортивной медицине в частности;
- при обучении и тренинге спортсменов и/или пациентов на основе работы компьютерных технологий с механизмом биологически обратной связи.

Научно-исследовательское направление в стабิโลметрии расширяет возможности методики оценки физиологических процессов, происходящих в организме атлетов во время тренировочных занятий. Это позволяет оценить собственно состояние проприоцептивной системы, исследовать равновесие человека в комплексе с другими параметрами (антропометрия) и системами (кардио-респираторная, например) и судить о наличии либо отсутствии нарушений со стороны ЦНС как главной системы-регулятора [1–3, 6–11, 14, 15, 20, 23–25].

По мнению многих исследователей контроль функционального состояния спортсменов на основе методов и средств компьютерной стабิโลграфии сегодня не имеет альтернатив по комфортности и времени обследования, высокой чувствительности к отклонениям функционального состояния, возможности формирования индивидуальных и групповых нормативов, а также проведения мониторинга текущего состояния спортсменов [2, 5, 6, 16, 18, 19, 22, 26].

Диагностика и реабилитация в спортивной медицине, осуществляется с помощью тех же методов, что и в обычной клинической практике, только с учетом уровня физической работоспособности спортсмена, характера полученных травм и повреждений, скорости восстановительных процессов. Компьютерная диагностика на стабิโลграфе позволяет диагностировать нарушения вестибулярного (при ЛОР-заболеваниях) и опорно-двигательного (при выявлении различных травм) аппарата, нарушения функции равновесия (связь с патологией центральной и периферической нервной системы) [14, 17, 23].

Оснащение в последнее время компьютерных стабิโลграфов биологически обратной связью различной модальности позволяет использовать их в качестве тренажерных устройств, направленных на совершенствование функции равновесия, координационных способностей, психологической устойчивости и грамотного тактического мышления. Перспективы данного направления просматриваются при условии создания искусственной среды, при которой степень воздействия на сенсорные каналы максимально соответствует определенному виду спорта [4, 5, 7, 8, 13, 26]. Кроме того, набор методик стабิโลграфического анализа позволяет проводить медико-биологические исследования с целью дифференциальной диагностики вестибулярной, мозжечковой и сенситивной атаксий и исследования участия различных сенсорных систем организма в установке тела. Он предоставляет возможность математической обработки статокинезиограммы при выполнении различных функциональных проб: статического равновесия, минимизации колебаний тела, динамического равновесия, со стимуляцией (оптической, электрической, вибрационной и др.) [16, 18, 22, 26].

Однако наряду с условно-рефлекторными предпосылками реализации функции равновесия спортсмену необходима и постоянная тренировка органов и систем, обеспечивающих устойчивость тела. Поэтому координация положения тела, вертикального в частности, служит своеобразным индикатором здоровья, состояния функционального развития организма, физической подготовленности и уровня спортивного мастерства [6, 15, 23]. Использование двухплатформенного варианта стабילוанализатора существенно расширяет диагностические и тренировочные возможности метода и позволяет проводить регистрацию [7, 11, 17, 18]:

- проекции стоп на опорную поверхность стабילוплатформ;
- распределения веса испытываемого на его правую и левую ногу;
- зон предпочтения в статокинезиограммах каждой стопы, в которых центр давления конечности находится чаще.

Двухплатформенная комплектация компьютерного стабילוграфического комплекса позволяет развивать на новом технологическом уровне направления исследований по оценке оптимальности статики опорно-двигательного аппарата человека [17, 23].

Стабילוграфический контроль в рамках комплексного обследования спортсменов дает возможность своевременно оценивать функциональную подготовленность и физическую выносливость (на основе методики становой и кистевой динамометрии) спортсменов, проводить коррекцию тренировочного

процесса и реабилитационных мероприятий, т.к. результаты проведенных обследований практически сразу становятся известны тренерам и врачам команд как в виде заключения по результатам обследования, так и в виде конкретных (например, комплексы упражнений для коррекции кинетической устойчивости тела) рекомендаций [6, 11, 14, 15, 23–26].

Более того, учет индивидуальных особенностей соотношения биомеханических параметров устойчивости, при обязательном условии динамического исследования уровня кинетической устойчивости тела, позволяет адекватно анализировать уровень технического мастерства, разрабатывать современные технологии спортивной тренировки и реабилитации. Так, обучение и тренинг на основе стабиллографии могут быть направлены на совершенствование управления системы движений спортсмена. В первую очередь речь идет о владении отдельными мышечными группами, формировании правильной начальной позы, исходя из технических требований спортивной специализации, получении адекватных реакций организма при нарушении состояния равновесия. Например, комплексы упражнений с использованием программ компьютерных игр-тренажеров с биологической обратной связью рекомендуются для применения в тренировочном и реабилитационном процессах дзюдоистов, хоккеистов, стрелков как различной квалификации, так и состояния здоровья [2, 3, 6, 9, 15].

Разработки ученых помогают спортивным врачам и тренерам не только своевременно восстанавливать атлетов после травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата, но и дают возможность предугадать спад формы и/или, наоборот, пик его физического и психологического состояния и уже с учетом этих данных подбирать индивидуальный тренировочный режим для каждого спортсмена. Полученная информация о состоянии спортсмена позволяет более эффективно участвовать в соревнованиях и показывать высокие результаты, что важнее всего в спорте высоких достижений [1, 2–4, 12, 13, 16].

Известно, что функции равновесия наиболее развиты у спортсменов летних видов спорта, соревновательная деятельность которых связана с устойчивостью в вертикальной позе (спортивная и художественная гимнастика, борьба, стрельба, акробатика, прыжки в воду и прыжки на батуте, виды гребли и др.). Важно отметить необходимость именно комплексной оценки функционального состояния спортсмена, например, при анализе роли функциональной асимметрии зрения в поструральном контроле у спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе из винтовки. Для оценки физиологических и биомеханических характеристик позы и произвольных движений применялись методы стабиллографии, регистрировалась точность стрельбы по мишени [14]. В результате выявлена высокая зависимость точности стрельбы от соматических параметров позы, из которых наибольшее влияние на результат оказывали низкочастотные колебания общего центра массы тела, поддающиеся произвольному управлению. Это позволило разработать прогностические модели зависимости точности стрельбы от характера регуляции позы в период изготовления и выстрела. Полученные результаты раскрывают механизмы функционирования и взаимодействия двух систем управления – позы и произвольного движения. Регрессионные модели моделируют и прогнозируют устойчивость позы и точность стрельбы в период изготовления и выстрела [14, 23].

Также ранее выполнялись исследования по изучению координационных способностей высококвалифицированных хоккеистов различного амплуа. Сравнивались данные стабиллометрических исследований хоккеистов и футболистов [6]. В ходе обследования анализировались параметры стабиллографии, связанные с отклонениями общего центра давления (ОЦД) испытуемого: в пробе «Ступени» – точность выполнения двигательного задания; «Треугольник» – площадь пространственной фигуры, воспроизводимой по памяти; «Эвольвента» – средняя ошибка отклонений в сагиттальной и фронтальной плоскостях от задаваемого образца [13, 14]. Полученные результаты продемонстрировали, что существует устойчивая зависимость между амплуа игроков в данных видах спортивных игр и показателями, характеризующими отдельные стороны координационных способностей. Футболисты по всем анализируемым показателям уступают в среднем спортсменам-хоккеистам [6]. Полученные объективные данные состояния системы управления движениями спортсменов позволяют определить причины возникновения технических ошибок спортсменов и прогнозировать успешность выступления в соревнованиях. Проведенный анализ функционирования системы управления движениями спортсменов представляют общие и индивидуальные особенности показателей, определяющих успешность выполнения спортсменами технических элементов игровых действий.

Проба «Эвольвента» использовалась для оценки возможности хоккеистов с нарушением слуха принимать двигательные решения при внешнем управлении и для оценки ритмичности двигательных действий. Для этого предлагались задания на точность воспроизведения предлагаемых движений в определенном ритме. В процессе тестирования спортсмен должен был двигаться по траектории, представляющей собой кривую, раскручивающуюся из центра до определенной амплитуды, при этом было необходимо удерживать маркер в ее пределах. Стабиллографический тест позволял оценить выраженность поздних нарушений хоккеиста с нарушением слуха при поддержании вертикального положения тела [15]. Согласно данным, полученным в пробе «Эвольвента», более высокое качество следящего движения и способность хоккеистов

принимать двигательные решения в условиях предоставления внешнего зрительного управляющего сигнала достоверно выше у спортсменов, в тренировочный процесс которых были включены занятия с использованием компьютерного стабиллографического комплекса [5, 6, 11, 13, 24, 25].

У борцов способность поддерживать равновесие сравнительно выше, чем у неспортсменов, спортсменов других видов или у солистов балета. Повышенную устойчивость их позы связывают с повышенной чувствительностью проприоцептивного анализатора. Снижение скоростей колебания центра давления (тяжести) у борцов в полуприседе, по-видимому, обусловлено повышенной устойчивостью к локальному утомлению мышц, обеспечивающих выполнение полуприседа мышц ног и туловища. Известно, что под влиянием физического утомления регуляция статического равновесия ухудшается. Для регуляции же равновесия в обычной стойке при отсутствии зрительной информации наибольшее значение имеют длина ног и длина туловища. Так, некоторые антропометрические параметры (рост тела, высота свода стопы, длина и ширина пятки стопы, масса тела) коррелировали с показателями функции равновесия [3, 5, 13, 19].

Далее рассмотрим примеры успешного применения метода стабиллометрии в некоторых видах спорта. Основа правильной индивидуализации технического мастерства в теннисе лежит в развитии и совершенствовании координационных способностей. Возникает проблема поиска адекватных и объективных средств контроля за уровнем координации для работы с теннисистами. Тестирование уровня развития координационных способностей включает в себя оценку системы управления движениями с использованием биомеханического стенда на основе стабиллоанализатора [8, 10, 23]. Актуально и использование стабиллометрических технологий в плавании. Одним из условий показателей высшего спортивного мастерства может служить тонкое дифференцирование пространственной, временной и силовой характеристик движения [5, 9]. Высококвалифицированные пловцы показывают исключительные сенсорно-перцептивные способности для оценки и регуляции различных параметров движения [12]. Это помогает проявить свой двигательный «талант» в условиях соревновательной деятельности и при совершенствовании новых технических элементов, дает возможность выполнять рациональные действия при дефиците времени. Именно координационные возможности двигательной системы помогают эффективно совершать двигательные действия при состоянии утомления, когда ЦНС не успевает обработать сигнал, идущий от анализатора [26]. В этой связи ключевым моментом можно обозначить возможность количественной оценки системы двигательных способностей пловцов с помощью стабиллографического метода тестирования.

**Заключение.** Таким образом, приведенные в настоящем обзоре данные позволяют заключить, что постурология играет важнейшую роль в спортивной деятельности человека практически на всех этапах, а метод стабиллографии позволяет раскрыть физиологические механизмы тонических и установочных реакций организма человека.

Возможности компьютерной стабиллографии в спорте и спортивной медицине практически уникальны. Широкие функциональные возможности метода позволяют на новом уровне:

- проводить научные исследования по изучению системы управления движениями спортсменов различных видов спорта;
- оценивать влияние внешних факторов на функцию равновесия;
- оперативно контролировать функциональное состояние спортсменов в условиях учебно-тренировочной и соревновательной деятельности; формировать нормативные шкалы на этапах отбора;
- диагностировать спортсменов и осуществлять мероприятия по их физической реабилитации;
- выполнять специальные виды тренировок по ряду спортивных дисциплин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абзалов, Р.Р. Особенности скоростной выносливости, умственной деятельности и сократительной способности сердца спортсменов / Р.Р. Абзалов // Теория и практика физ. культуры. – 2016. – № 6. – С. 42–44.
2. Акжигитов, Р.Ф. Перспективы применения комплекса «СТАБИЛАН» для тестирования спортсменов / Р.Ф. Акжигитов // Изв. ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 8. – С. 8–12.
3. Анисимов, Е.А. Биомеханика дыхательных движений грудной клетки и колебаний общего центра массы тела в состоянии покоя и при утомлении / Е.А. Анисимов // БИОМЕХАНИКА-2002 : тез. докл. VI Всерос. конф. по биомеханике. – Н. Новгород, 2002. – С. 206.
4. Биологическая обратная связь по опорной реакции: методология и терапевтические аспекты / О.О. Кубряк [и др.]. – М. : Маска, 2015. – 126 с.
5. Болобан, В. Сенсомоторная координация как основа технической подготовки / В. Болобан // Наука в Олимпийском спорте. – 2006. – № 2. – С. 96–102.
6. Влияние координационных способностей на технико-тактическую подготовленность высококвалифицированных хоккеистов / А.М. Овечкин [и др.] // Изв. ЮФУ, Технические науки. – 2009. – № 9 (98). – С. 203–206.
7. Гаже, П.-М. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека : [пер. с франц.] / П.-М. Гаже, Б. Вебер. – СПб. : СПбМАПО, 2008. – 316 с.

8. Гурфинкель, В.С. Регуляция позы человека / В.С. Гурфинкель, Я.М. Коц, М.Л. Шик. – М. : Наука, 1965. – 256 с.
9. Гурфинкель, В.С. Концепция схемы тела и моторный контроль. Схема тела в управлении позными автоматизмами / В.С. Гурфинкель, Ю.С. Левик, М.А. Лебедев // Интеллектуальные процессы и их моделирование. Пространственно-временная организация : сб. / под ред. А.В. Чернавского. – М. : Наука, 1991. – С. 24–53.
10. Гурфинкель, В.С. Механизмы поддержания вертикальной позы / В.С. Гурфинкель, Ю.С. Левик // Сб. ст. по стабиллографии. – Таганрог : РИТМ, 2006. – С. 5–11.
11. Лях, В.И. Координационные способности: диагностика и развитие / В.И. Лях. – М. : Дивизион, 2006. – 290 с.
12. Платонов, В.Н. Подготовка квалифицированных спортсменов / В.Н. Платонов. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 288 с.
13. Попова, Т.В. Современные представления психофизиологии о биоэлектрической активности мозга при различных психоэмоциональных состояниях у детей и взрослых / Т.В. Попова, Г.И. Максимова // Вестн. психофизиологии. – 2015. – № 3. – С. 36–41.
14. Приймаков, А.А. Устойчивость равновесия в вертикальной стойке и управление произвольным движением у спортсменов-стрелков в процессе изготовления и стрельбы по мишени / А.А. Приймаков, Е. Эйдер, Е.В. Омельчук // Физ. воспитание студентов. – 2015. – № 1. – С. 36–42.
15. Румянцева, Э.Р. Воспитание координационных способностей хоккеистов с нарушением слуха в группах начальной специализации / Э.Р. Румянцева, А.В. Овчинников, Н.Ю. Токмакова // Изв. Тул. гос. ун-та. Сер. Физическая культура. Спорт. – 2017. – № 4. – С. 187–192.
16. Слива, С.С. Развитие возможностей компьютерной стабиллографии для использования в спорте / С.С. Слива, Д.В. Кривец, И.В. Кондратьев // Биомеханика-2002 : тез. докл. VI Всерос. конф., Нижний Новгород, 20–24 мая 2002 г. – Н. Новгород, 2002. – С. 231.
17. Слива, С.С. Отечественная компьютерная стабиллография: состояние, проблемы и перспективы / С.С. Слива, И.В. Кондратьев, А.С. Слива // МИС-2008 : материалы Междунар. конф. – Таганрог, 2008. – С. 98–101.
18. Слива, С.С. Современные возможности компьютерной стабиллографии в спорте / С.С. Слива, И.Д. Войнов, А.С. Слива // МИС-2009 : материалы Междунар. конф. – Таганрог, 2009. – С. 25–29.
19. Сотский, Н.Б. Измерение параметров позы и биомеханический компьютерный синтез двигательного действия человека / Н.Б. Сотский // Приборы и методы измерений. – 2015. – № 1. – С. 114–120.
20. Усачев, В.И. Стабилометрия в постурологии : учеб. пособие / В.И. Усачев, Д.Е. Мохов. – СПб. : МАПО, 2004. – 20 с.
21. Шестаков, М.П. Проблемы использования информационного подхода при разработке теории обучения человека движениям / М.П. Шестаков // Теория и практика физ. культуры. – 2004. – № 2. – С. 17.
22. Шестаков, М.П. Компьютерная стабиллография в физической культуре и спорте / М.П. Шестаков, С.С. Слива, И.Д. Войнов // БИОМЕХАНИКА-2004 : тез. докл. VII Всерос. конф. по биомеханике, Н.-Новгород, 24–28 мая 2004 г. В 2 т. – Т. 2. – С. 188–189.
23. Шестаков, М.П. Использование стабиллометрии в спорте : моногр. / М.П. Шестаков. – М. : ТВТ Дивизион, 2007. – 112 с.
24. Hirtz, P. Zum Techningtraining in den Sportspielen-Fahigkeits, Schema – oderWahrnehmungs orientiert? / P. Hirtz // Science in Sports Team Games / ed.J. Bergier. InstytutWych. Fiz. I Sportu. BialaPodlaska. – 1995. – P. 474–485.
25. Neumaier, A. Allgemeines oder Sportartspezifisches. Koordinationstraining? / A. Neumaier, H. Mechling // Leistungssport. – 1995. – № 5. – P. 14–18.
26. Shmidt, W. Eff ects of various training modalities on blood volume / W. Shmidt, N. Prommer // Scand F. Med. Sci. Sport. – 2008. – № 1. – P. 57–69.

Поступила 27.06.2019

## STABILOMETRY IN SPORT: REALITIES AND PROSPECTS

A. MALICHENKO, I. KOSTYUCHIK, Yu. NIKOLAEVA,  
T. OLEENSKAYA, N. KRUCHINSKY

*Stabilometriya is a method, to capable to analyze possibilities of the person to operate own body. Use of biological feedback allows to apply them as the training devices directed to improvement of function of balance, coordination abilities, psychological stability, competent tactical thinking.*

**Keywords:** *stabiloplatforma, football, hockey, bullet firing, fight, tennis.*