

Методические рекомендации по использованию стабилметрических методов оценки функций равновесия у спортсменов в зимних видах спорта

Москва 2013

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	3
1. Возможности стабิโลграфии в спорте.....	5
2. Особенности функций равновесия у спортсменов, специализирующихся в зимних видах спорта.....	9
3. Диагностические стабิโลметрические методики (тест Ромберга, тест с поворотом головы, оптокинетический тест, тест корреляции стабิโลграмм и дыхания и др.) и их использование в зимних видах спорта.....	20
4. Исследовательские стабิโลметрические методики (стабิโลграфическая проба, допусковый контроль, тест «Мишень», тест на устойчивость, тест со ступенчатым отклонением, тест с эвольвентой, тест «Треугольник», тест на изометрическое сокращение мышц ног) и их использование в зимних видах спорта.....	23
5. Билатеральные стабิโลметрические исследования в спорте (билатеральный тест, билатеральная «Мишень», билатеральный тест Ромберга, билатеральный оптокинетический тест, билатеральный тест с поворотом головы) и их использование в зимних видах спорта.....	31
Заключение.....	35

Введение

Известно, что утомление спортсмена проявляет себя в форме расстройств координации в удержании равновесия. Поэтому суть исследований биомеханики процесса поддержания человеком вертикальной позы в спорте, являющимся динамическим феноменом, методами и средствами компьютерной стабиллографии сводится к установлению качественной и количественной связи между координирующими свойствами человека и нарушениями в работе его нервной системы, а также ведущих сенсорных систем. Методика стабиллографии приобрела актуальное значение в измерении и оценке статодинамической устойчивости в зимних видах спорта, где умение сохранять равновесие определяет спортивный результат: биатлон, фристайл, горнолыжный спорт, хоккей с шайбой и др. При всей сложности комплекса аппаратуры, используемой в методике стабиллографии, спортсмен во время измерений не обременяется креплением датчиков к биозвеньям тела, ему лишь необходимо встать на стабиллографическую платформу и выполнить ряд тестов на равновесие (проба Ромберга, проба Бирюк и др.) либо контрольное упражнение (например, стойка на руках или поворот на 360° в стойке на одной ноге и др.).

Стабиллометрические методы решают ряд актуальных спортивно-педагогических задач:

- 1) исследование статодинамической устойчивости тела спортсмена и системы тел, количественная и качественная оценка этой устойчивости, дополнение знаний о спортивной технике упражнений;
- 2) осуществление контроля качества обучения упражнениям, связанным со сложным двигательным навыком сохранения равновесия тела;
- 3) определение функционального состояния организма спортсмена по показателям статодинамической устойчивости;

4) определение уровня и динамики тренированности функции балансирования в системе взаимодействующих тел;

5) проведение прогнозирования и профессиональный отбор спортсменов в команду.

По итогам стабิโลграфических обследований даются индивидуальные заключения об уровне и динамике статодинамической устойчивости в структуре функциональной и технической подготовленности спортсменов. Серию тестов можно модифицировать и дополнить в зависимости от контингента испытуемых и задач исследования, а также в соответствии со специфическими требованиями того или иного зимнего вида спорта.

Таким образом, применение стабилметрических методов оценки функций равновесия может значительно повысить эффективность подготовки спортсменов в зимних видах спорта.

1. Возможности стабилотграфии в спорте

Деятельность человека в значительной степени определяется способностью экономично и с большим рабочим эффектом удерживать определенные позы, изменять их, добиваясь гармонии в движениях. Рациональные движения и позы определяют результат деятельности человека и поэтому регуляция позы тела человека является предметом исследований и экспериментов на протяжении многих десятилетий и даже веков. Еще в середине XIX в. немецкий врач Ромберг ввел в клинику наблюдения за вертикальным положением тела при стоянии (известная проба Ромберга – оценка колебаний тела и тремора рук при стоянии в сомкнутой стойке с закрытыми глазами, руки вперед) и им было установлено, что координация вертикального положения тела при стоянии является индикатором функционального состояния организма человека, уровня его здоровья.

В дальнейшем проблемы сохранения равновесия тела стали предметом детальных исследований и обобщений. Данные многочисленных клинических исследований позволили установить, что прямохождение – это врожденный рефлекс и установка тела. Однако наряду с условно-рефлекторными предпосылками реализации функции равновесия тела человеку необходима постоянная тренировка (с самого рождения) органов и систем, обеспечивающих устойчивость тела.

При всей сложности комплекса аппаратуры, используемой в методике стабилотграфии, спортсмен во время измерений не обременяется креплением датчиков к биозвеньям тела, ему лишь необходимо встать на стабилотграфическую платформу и выполнить ряд тестов на равновесие (проба Ромберга, проба Бирюк и др.) либо контрольное упражнение (например, стойка на руках или поворот на 360° в стойке на одной ноге и др.).

Методика стабилотграфии в спорте приобрела за последние годы ряд новых «специальностей». Наряду с биомеханической оценкой устойчивости

стабилография используется при изучении функционального состояния организма, оценке уровня переносимости тренировочных и соревновательных нагрузок по показателям координации вертикального положения тела, при профорientации и профотборе в команды и др.

Современный этап исследований статодинамической устойчивости тела и системы тел - это электронная стабилография. Использование современного прикладного программного обеспечения, разработанного в среде DELPHI 3, и блока сопряжения стабилографической платформы с персональным компьютером дало возможность создать автоматизированный измерительный комплекс «Стабилограф», позволяющий оперативно выполнять оценку индивидуальной устойчивости к перемещению общего центра масс (ОЦМ) тела или системы тел по сагиттальной и фронтальной плоскостям.

В состав комплекса входят: тензостабилографическая платформа; тензоусилитель ТОПА3-4; блок нормирующих усилителей (БНУ); плата ввода-вывода аналоговых сигналов ADA-1292; персональный компьютер со специальным программным обеспечением.

Стабилометрические методы решают ряд актуальных спортивно-педагогических задач:

- 1) исследование статодинамической устойчивости тела спортсмена и системы тел, количественная и качественная оценка этой устойчивости, дополнение знаний о спортивной технике упражнений;
- 2) осуществление контроля качества обучения упражнениям, связанным со сложным двигательным навыком сохранения равновесия тела;
- 3) определение функционального состояния организма спортсмена по показателям статодинамической устойчивости;
- 4) определение уровня и динамики тренированности функции балансирования в системе взаимодействующих тел;

5) проведение прогнозирования и профессиональный отбор спортсменов в команду.

Компьютерная стабилография на современном уровне развития позволяет выделить следующие направления ее в физической культуре и спорте: научно-исследовательское; контроль функционального состояния спортсменов; обучение и тренинг на основе компьютерных технологий; диагностика и реабилитация в спортивной медицине; использование в сфере спортивных услуг.

Научно-исследовательское направление в настоящее время включает в себя исследования собственно функции равновесия, как традиционное направление в следующих видах спорта: стрельба, гимнастика, прыжки в воду, тяжелая атлетика, борьба, прыжки на лыжах с трамплина, биатлон, групповая акробатика и др. Актуально также исследование системы управления движениями человека, при котором позное равновесие рассматривается как один из видов движений, эволюционно предшествующее локомоторным движениям. Следует рассматривать произвольные и произвольные движения, а также их рефлекторные и кортикальные компоненты. Не менее значимы исследования равновесия человека в комплексе с другими системами жизнеобеспечения, психофизиологией спортсмена и его состоянием в экстремальных и неблагоприятных ситуациях.

Контроль функционального состояния спортсменов на основе методов и средств компьютерной стабилографии сегодня не имеет альтернатив по комфортности и времени обследования, высокой чувствительности к отклонениям функционального состояния, возможности формирования индивидуальных и групповых нормативов, а также мониторингу текущего состояния спортсменов. Контроль в спорте и физической культуре традиционно разделяется на следующие виды:

1) Отбор как на первоначальном этапе, так и на определенных этапах многолетней тренировки, важно в следующих видах спорта: горнолыжный, прыжки в воду, акробатика прыжковая, групповая акробатика, спортивная гимнастика, воздушная акробатика, альпинизм и др.

2) Текущее обследование состояния различных систем организма спортсмена: сердечно-сосудистой, дыхательной, различных систем ЦНС, мышечной, а также психологического состояния спортсмена. К этому разделу можно отнести и оценку общего состояния спортсмена, его готовности к сложнокоординационной деятельности в ходе тренировочного процесса, а также оценку воздействия различной нагрузки на адаптационные процессы спортсменов. Стабилографический контроль функционального состояния спортсмена может быть рекомендован для всех видов спорта ежедневно, или хотя бы через 1 – 2 дня.

3) Этапное обследование позволяет оценивать состояние спортсменов после выполнения тренировочных нагрузок определенного временного периода, рекомендуется проводить не реже одного раза в 1 – 2 месяца. Рекомендуется также проводить 1 раз в год в комплексном медицинском обследовании спортсмена.

Обучение и тренинг на основе стабилографических технологий направлены на совершенствование управления спортсменами отдельными мышечными группами, формирование правильной начальной позы в соответствии с требованиями спортивной специализации, формировании осанки и адекватного сохранения равновесия после возмущений и т.п.

Диагностика и реабилитация в спортивной медицине аналогичны методам, используемым в обычной медицине с поправкой на кондиционные возможности спортсменов, характер травм и скорость их восстановления.

2. Особенности функций равновесия у спортсменов, специализирующихся в зимних видах спорта

Функции равновесия наиболее развиты у спортсменов зимних видов спорта, соревновательная деятельность которых связана с катанием на коньках и лыжах: конькобежный спорт (скоростной бег на коньках, шорт-трек), хоккей с шайбой, фигурное катание (одиночное, парное, танцы, синхронное катание), лыжные гонки, биатлон, фристайл и др. Например, установлено, что хоккеисты имеют высокие показатели коэффициента «качества функции равновесия», скоростных параметров статокинезиограммы, ортостатической устойчивости, как в покое, так и при функциональных пробах (с закрытыми глазами, проба «мишень») чем индивиды, не занимающиеся спортом. Хоккеистам, как и фигуристам, предпочтительным является динамичный характер поддержания равновесия в сложных условиях сохранения поз, нежели статический.

Особенности функций равновесия у хоккеистов

Уровень достижений в таких игровых видах спорта как хоккей в значительной мере определяется наработанными моторными программами, которые в процессе тренировок совершенствуются, обеспечивая достижение высоких результатов при снижении затрат. Показано, что под влиянием систематических тренировок уровень адаптации к вестибулярным нагрузкам повышается во всех видах спорта, развиваются менее выраженные реакции на вестибулярное раздражение. Следовательно, процесс тренировки является физиологической основой роста тренированности и достижения высоких спортивных результатов, скорость формирования мышечных программ определяется характером спортивно-тренировочной деятельности.

В работе Быкова и соавт. (2012) была проведена оценка влияния физических нагрузок на функциональное состояние центральной нервной

системы хоккеистов на основе изучения динамики стабилметрических показателей в течение соревновательного периода. В исследованиях принимали участие спортсмены мужского пола, занимающиеся хоккеем ($n = 26$ чел.), возраст 18-26 лет, стаж тренировок более 5 лет.

Оценка функционального состояния центральной нервной системы проводилась с помощью прибора ОКБ «Ритм» «Стабилан 01-2», состояла из 3-х функциональных проб (ФП) по 30 секунд: пробы с открытыми и закрытыми глазами (ПОГ, ПЗГ), проба «Мишень» (ПМ). Исследования проведены в начале (сентябрь, 1-й этап) и в конце (апрель, 2-й этап) спортивного сезона.

У обследованных спортсменов во всех пробах выявлена меньшая величина показателя в конце сезона: при ПОГ - на 88% ($p < 0,01$), при ПЗГ - на 86% ($p < 0,05$), при ПМ - на 46%. Помимо этого, в начале сезона этот показатель достоверно возрастал при проведении ПЗГ по сравнению с ПОГ. К концу сезона улучшались показатели СКУ по показателям «разброс по фронтали» (ПОГ и ПЗГ, $p < 0,01$) и «разброс по сагиттали» (ПОГ, $p < 0,05$), «средний разброс». На 1-м этапе исследований прирост изученных показателей при проведении проб был более существенным (от 20 до 40 % по сравнению с результатами в конце сезона).

Индекс скорости позволяет оценить среднюю скорость изменения положения центра давления (ЦД) спортсмена за время обследования. Достоверно значимых различий данного показателя в течение сезона не выявлено, на обоих этапах было установлено увеличение значений при пробах ($p < 0,05-0,01$).

Площадь эллипса характеризует рабочую площадь опоры человека. Значения показателя в конце сезона были лучше в сравнении с началом сезона: на 89% при ПОГ ($p < 0,01$), на 72% при ПЗГ ($p < 0,05$) и при ПМ на 35%. При проведении ПЗГ и ПМ показатель достоверно повышался (в начале сезона - в 1,2-2,1 раза; в конце сезона - в 1,7-2,3 раза). Меньшая величина

площади эллипса в конце сезона отражает более высокий уровень СКУ хоккеистов.

Наиболее низкие показатели скорости изменения площади статокинезиграммы были выявлены при ПООГ, причем в конце сезона результат был в 1,5 раза меньше по сравнению с показателями начала сезона ($p < 0,05$). При ПЗГ и ПМ значения увеличивались ($p < 0,05-0,01$) (снижение СКУ), при этом сохранялись более низкие величины при пробах в конце сезона, что свидетельствует о повышении СКУ у спортсменов к концу сезона.

Увеличение в динамике средней скорости перемещения ЦД отражает наличие напряжения по поддержанию вертикальной позы, обусловленных нарушениями функции одной или нескольких систем организма; в ПОГ к концу сезона имела тенденция к снижению (на 14%) этого показателя. Показатель «Оценка движения» оптимален, когда составляющие его показатели «длина кривой» и «средний разброс» уменьшаются - в этом случае уменьшается разброс колебаний (тремор), что означает улучшение качества функции равновесия.

На 1-м этапе по сравнению со 2-м этапом показатель при ПОГ был выше - на 15,6 %, ПЗГ - на 16,6 %, при ПМ - на 20,6% ($p < 0,05$). В ПМ значения этого показателя на обоих этапах значительно увеличивались по сравнению с исходными ($p < 0,001$).

Важное значение в оценке СКУ имеют векторные показатели, характеризующие распределение векторов скорости и ускорения движения ЦД. При своевременной компенсации человеком отклонений его тела от вертикали скорость движения ЦД должна быть минимальной. Показатель «качество функции равновесия» (КФР) авторами считается интегральным, он дает представление о том, насколько минимальна скорость изменения ЦД: чем выше значение КФР, тем лучше человек поддерживает равновесие.

Величина КФР была наибольшей в конце сезона при ПОГ и ПЗГ, при ПМ различий на протяжении сезона не выявлено. В начале сезона отмечена более выраженная динамика сдвигов КФР при ПЗГ ($p < 0,01$); существенное уменьшение значений при ПЗГ по сравнению с фоновыми данными было на обоих этапах ($p < 0,01$).

Увеличение нормированной площади векторограммы в динамике отражает снижение СКУ. При ПОГ достоверных различий в динамике соревновательного сезона не установлено. В конце сезона при ПЗГ увеличение было в 1,6 раза, при ПМ - двукратное по отношению к исходным значениям (в начале сезона найдено трехкратное увеличение).

Коэффициент резкого изменения направления движения отображает оптимальность затрат человека в процессе удержания вертикальной позы. Увеличение показателя при проведении проб на 2-м этапе по сравнению с 1-м составляло около 50% при ПОГ и ПМ, ПЗГ - 70%. И в начале, и в конце сезона достоверных различий между показателями при ФП не было выявлено; не было выявлено лиц с наличием патологии функции равновесия. Показатель «Средняя линейная скорость» не имел достоверных различий в разных периодах сезона, но установлено его увеличение при проведении ПЗГ и ПМ как на 1-м, так и на 2-м этапе исследования.

В другой работе (Овечкин и соавт. 2012) были протестированы хоккеисты высокой квалификации. В ходе обследования анализировались параметры стабильности, связанные с отклонениями общего центра давления (ОЦД) испытуемого: в пробе «Ступени» - точность выполнения двигательного задания, в пробе «Треугольник» - площадь пространственной фигуры, воспроизводимой по памяти, в пробе «Эвольвента» - средняя ошибка отклонений в саггитальной и фронтальной плоскостях от задаваемого образца.

В исследовании приняли участие спортсмены сборной команды России по хоккею с шайбой на льду в ходе непосредственной подготовки к участию

в чемпионатах мира 2008 и 2009 гг. ($n=46$), а также футболистов двух команд премьер-лиги чемпионата России ($n=40$).

Анализ данных показал достоверные ($p<0,05$) различия по точности выполнения двигательного задания между нападающими и защитниками. Группу защитников отличает от нападающих достоверно ($p<0,05$) лучшие результаты в предсказании неожиданно возникающих ситуаций. Полученные данные характеризуют в целом соответствующие требования для каждого амплуа, если иметь в виду, что защитникам необходимо в игровых ситуациях в противодействии нападающим как можно раньше распознавать их перемещения. У нападающих повышенная, относительно других игроков, точность выполнения движений всем телом, что вероятнее всего связано с большим объемом работы, направленной на выполнение точных бросков по воротам, а также большего времени поиска в атаке своего точного расположения в зоне нападения перед воротами соперника.

При анализе экспериментальных данных был проведен сравнительный анализ между хоккеистами и футболистами. Результаты показали, что существует устойчивая зависимость между амплуа игроков в данных видах спортивных игр и показателями, характеризующими отдельные стороны координационных способностей. В то же время, отмечается статистическая разница ($p<0,05$) между игроками, специализирующимися в игре в футбол и хоккеем с шайбой на льду. Футболисты по всем анализируемым показателям уступают в среднем спортсменам-хоккеистам.

Особенности функций равновесия у спортсменов, занимающихся фристайлом

В фристайле к функции равновесия спортсменов предъявляются повышенные требования, и достижение высоких спортивных результатов зависит от уровня развития данной функции. Совершенствование

вестибулярных функций - важная составная часть тренировочного процесса, особенно на этапе начальной спортивной специализации.

В работе Сопова и Анохова (2009) было проведено кинезиологическое и психофизиологическое обследование сборных команд России по фристайлу. При этом использовался компьютерный стабиланализатор с биологической обратной связью «Стабилан-01-2», посредством подпрограммы «Допусковый контроль» и «Тест на устойчивость». Психологическое обследование проведено комплексной программой психологического тестирования спортсменов «Аргонавт-Олимп».

Анализ корреляционных связей координационных способностей и свойств личности спортсменов показал, что функции равновесия положительно связаны на достоверном уровне с показателями общей мотивации спортивной деятельности, мотивацией достижения, лидерства, чувства долга, упрямства и экспрессивности, а отрицательная взаимосвязь наблюдается с показателями открытости, потребности в поощрении. Спортсмены, обладающие развитой функцией равновесия отличаются высокой мотивацией на достижение спортивных результатов, самоуверенны, энергичны, целеустремленны, но малообщительны, не нуждаются в материальном или моральном поощрении, часто становятся лидерами. Таким образом, обнаружено наличие важной функциональной связи между конструктивными свойствами личности и психофизиологической (психомоторной) организацией человека, что создает предпосылки для детального изучения данного феномена в различных видах спорта.

Особенности функций равновесия у фигуристов

Фигурное катание благоприятно влияет на физическое развитие занимающихся, совершенствуя координацию и форму движений. Общеизвестным является важное значение упражнений фигурного катания для повышения устойчивости к ускорениям при прямолинейных и

вращательных нагрузках. Разностороннее совершенствование функций центральной нервной системы при управлении движениями, органов опоры и движений сочетается с совершенствованием систем кровообращения, дыхания, повышением обмена веществ. Величины нагрузок, стимулирующих функции различных систем, достаточно легко дозируются и управляются в процессе занятий.

Фигурное катание на коньках является видом спорта со сложными стереотипными движениями с качественной оценкой. Отличается сложными координированными движениями отдельных частей тела, поддержанием равновесия и ориентировкой в пространстве и времени. Современное фигурное катание с многообразием сложных элементов предъявляет значительные требования прежде всего к центральной нервной системе и анализаторам. В фигурном катании наблюдается высокая частота сердечных сокращений при небольшом потреблении кислорода. Это объясняется выраженным усилением вегетативных реакций под влиянием эмоционального фактора. Отмечается более позднее биологическое созревание как у девушек, так и у юношей высокой квалификации.

В процессе занятий фигурным катанием вырабатывается высокая устойчивость вестибулярной функции, выражающаяся в сохранении равновесия тела при вращательном и прямолинейном ускорениях. Фигурное катание оказывает огромное влияние не только на развитие двигательного аппарата, но и на функции сенсорных систем организма. Многочисленные ускорения и замедления, наклоны и вращения, сложность сохранения равновесия на малой площади опоры повышают тонкость анализа положений и перемещений тела и развивают вестибулярный аппарат. Повышаются мышечно-суставная и тактильная чувствительность, точность глазомера, дифференцировка слуховых ощущений, способность к комплексному восприятию информации от многих сенсорных систем (чувство льда).

Слуховая сенсорная система имеет особое значение для усвоения музыкального ритма и темпа, в оценке временных интервалов. Восприятие хруста льда в сочетании с быстротой передвижений и осязательными ощущениями создает комплексное чувство льда (А. Н. Крестовников). Выполнение движений под музыку позволяет усовершенствовать чувство ритма на основе взаимодействия проприоцептивных и слуховых сигналов, быстрее формировать и доводить до автоматизма двигательные навыки, повышает эмоциональность и зрелищность движений.

Исследования А. Н. Крестовникова показали важную роль информации, поступающей от зрительной сенсорной системы, в пространственной ориентации движений фигуриста, в точном воспроизведении обязательных фигур, в соблюдении симметричности фигур. Особенно заметно на качество исполнения фигур влияет периферическое зрение. При выключении центрального зрения (очки с заклеенными в центре стеклами) структура движений изменялась незначительно, а при выключении периферического зрения (трубчатые очки) наблюдалось нарушение ориентировки на площадке, резко страдала симметричность рисунка, толчки правой и левой ногой следовали в различных направлениях, что исключало точное покрытие следа при повторении фигуры, при вращениях не сохранялась вертикальная ось, качество исполнения резко снижалось.

Особенности функций равновесия у горнолыжников

Одной из важнейших, современных задач горнолыжного спорта является выделение главных (ведущих) качеств, от которых зависит успех, как начинающих, так и профессиональных горнолыжников при подготовке и выступлении на соревнованиях. При подготовке юных горнолыжников особое внимание следует уделять не только развитию силовых качеств, выносливости, скоростной выносливости, быстроты, но и таким важнейшим в этот период качествам, как ловкость и координация движений, т.к. в

данном виде спорта спортсмен должен на большой скорости преодолевать разные по рельефу трассы с неровностями и поворотами, а также должен уметь быстро и точно реагировать на любые изменения.

Диагностика двигательно-координационных качеств горнолыжников сводится к оценке отклонений от оптимального выполнения ими заданных произвольных движений, повышая эффективность тестирования спортсменов при профессиональном контроле. Тестирование уровня развития координационных способностей включает в себя оценку системы управления движениями с использованием биомеханического стенда на основе инструментальной методики - стабилоанализатор компьютерный «Стабилан-01» с биологической обратной связью.

В работе Зубковой и соавт. (2008) у спортсменов сборных команд России по горнолыжному спорту ($n = 14$) и в группе сравнения (современное пятиборье; $n = 12$) были проанализированы параметры стабیلографии.

Анализ показал, что горнолыжницы быстрее и лучше двигательно адаптируются к новой ситуации. Также группу горнолыжниц отличают достоверно лучшие результаты в предсказании неожиданно возникающих ситуаций. Полученные данные характеризуют в целом соответствующие требования для каждого вида спорта.

Особенности функций равновесия у лыжников-двоеборцев

Лыжное двоеборье и прыжки на лыжах с трамплина по динамической структуре движений относятся к группе сложно-координационных видов спорта. Формирование устойчивого двигательного навыка, прежде всего, в технике прыжка с трамплина и, в незначительно меньшей степени, в лыжной гонке, у квалифицированных спортсменов в этих видах спорта занимает несколько лет.

Эффективность результатов соревнований определяется рядом факторов, одним из которых является уровень развития координационных

способностей спортсменов. Распознавание и своевременное корректирующее воздействие в тренировочном процессе позволит добиться более высоких темпов совершенства техники основных соревновательных упражнений.

В работе Емельянова (2011) изучались вопросы совершенствования диагностики двигательной структуры подготовленности спортсменов, специализирующихся в лыжном двоеборье, с использованием программно-аппаратных диагностических стендов на основе объективной оценки координационных способностей. При этом в период 2009-10 г. по программе ЭКО проведено обследование 5 спортсменов, членов сборной команды России по лыжному двоеборью в динамике с интервалом в один год.

Динамическая оценка проводилась по универсальным стабиллографическим показателям в соответствии с разработанными уровневыми значениями изучаемых параметров координационного обеспечения. Стабиллографическое обследование проводилось до и после воздействия в виде интенсивной физической нагрузки на беговом тредбане лаборатории функциональной диагностики, соответствующей получаемой в процессе тренировки.

Уровень сохранности координационных возможностей спортсменов изучали посредством оценки статической составляющей балансирующих реакций. Данная методика предполагает проведение двух тестов в определенном порядке. Тест №1, когда спортсменом выполняется поддержание вертикальной позы стоя с открытыми глазами. В таких условиях обследования все каналы афферентной информации (зрительный, проприорецептивный, вестибулярный) функционируют в соответствии со своими приоритетами и внутренними обратными связями. Тест №2, когда спортсменом выполняется поддержание вертикальной позы также в произвольной стойке, но с закрытыми глазами. При этом происходит блокирование зрительного канала и повышается нагрузка на остальные каналы.

У большинства спортсменов в обследованной группе результаты стабиллографического обследования показали неудовлетворительную степень компенсации балансировочных реакций. В частности, увеличенные значения стабиллометрических показателей были выявлены у 4 спортсменов, у троих из них отмечался значительный вклад зрительного анализатора в поддержании статического баланса, что говорит о низком базовом уровне координационного обеспечения. Указанным спортсменам были даны рекомендации по включению в тренировочный процесс дополнительно методов улучшения балансировочных реакций.

В то же время недостаточная степень адаптации координационной системы к тренировочной нагрузке констатирована для всех 5 спортсменов, поскольку отмечалось значимое ухудшение качества балансировочных реакций по сравнению с оценкой фонового состояния. В результате динамического наблюдения после годового цикла подготовки значительное улучшение стабиллометрических показателей до адекватного уровня значений продемонстрировали двое спортсменов, для остальных - изменения не отмечались.

Таким образом, в обследовании квалифицированных лыжников - двоеборцев показана очевидная необходимость дальнейшего продолжения обследований и получение информации для тренером по совершенствованию процесса подготовки. Предложенная методика оценки координационной составляющей двигательной структуры подготовленности лыжников-двоеборцев с использованием программно-аппаратного диагностического стенда «Стабилан 1» доказала эффективность применения, поэтому необходима в целях совершенствования и индивидуализации тренировочного процесса.

3. Диагностические стабилметрические методики (тест Ромберга, тест с поворотом головы, оптокинетический тест, тест корреляции стабилограмм и дыхания) и их использование в зимних видах спорта

При проведении стабилметрических методик используется комплекс (рис. 1), состоящий из: стабилоанализатора компьютерного с биологической обратной связью «Стабилан-01»; монитора; программного обеспечения StabMed 2.

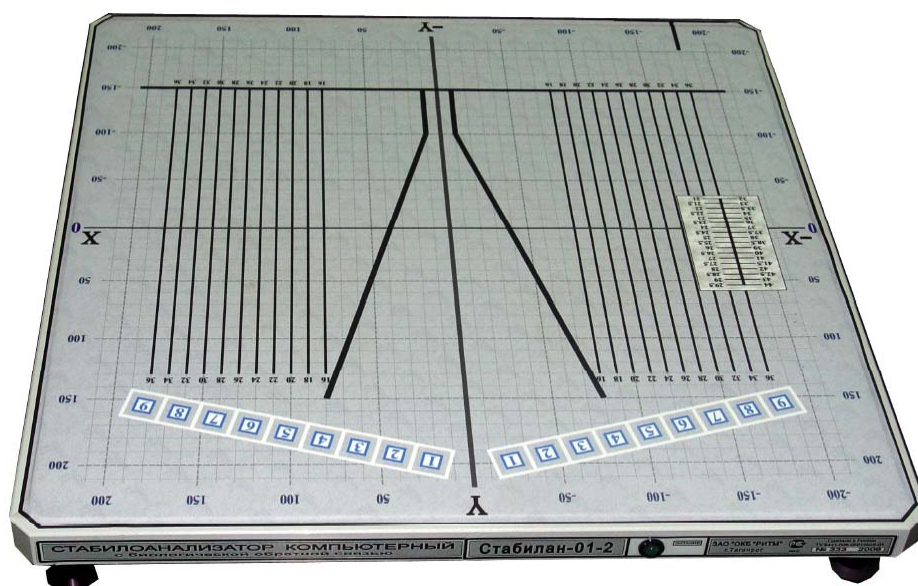


Рис. 1. Стабилоанализатор компьютерный с биологической обратной связью «Стабилан-01»

Для оценки статодинамической устойчивости (СДУ) тела спортсмена и системы тел предлагается следующий комплекс тестов:

1. Проба Ромберга усложнённая (вертикальная поза тела, руки вперёд, пальцы разведены, стопы расположены на одной линии «пятка - носок»; выполняется с открытыми глазами - 10 с и с закрытыми глазами - 10 с). Проба позволяет оценить качество координации вертикального положения

тела при стоянии в сложной позе; уровень сформированности навыков двигательной сенсорной системы по управлению устойчивости тела; характеризует качество нервно-мышечной активности.

Методика состоит из двух проб - с открытыми и закрытыми глазами. Она является основной при проведении обследований с целью контроля динамики эффекта тренировки и ряда других исследований.

Для анализа устойчивости позы используются следующие стабิโลграфические показатели колебаний ЦД:

- ЛСС, мм/сек – средняя линейная скорость колебания ЦД;
- УСС, град/сек – средняя угловая скорость;
- Средняя скорость – изменение направления векторов скорости движения ЦД;
- QX и QY (мм) - среднеквадратическое отклонение ЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях;
- R (мм) - средний радиус отклонения ЦД;
- LX и LY длина траектории ЦД по фронтали и сагиттали (мм);
- V (мм/сек) - средняя скорость перемещения ЦД;
- S (мм²) - площадь СКГ;
- SV (мм²/с) – скорость изменения площади статокинезиграмм;
- КФР (%) - качество функции равновесия;
- ELLS (мм²) - площадь эллипса;
- IV (мм/с) - индекс скорости;
- OD (рад/с) - оценка движения;
- ELLE - коэффициент площади доверительного эллипса.

2. Тест с поворотом головы

Цель обследования состоит в выявлении изменений функции равновесия, связанные с нарушением кровообращения в вертебробазиллярном

бассейне. Методика состоит из трех проб - фоновой, поворотом головы направо и поворотом головы налево.

В пробе с поворотом головы налево использована звуковая стимуляция в виде тональных сигналов, количество которых необходимо сосчитать обследуемому человеку. При записи этой пробы спортсмен, стоя на стабиллоплатформе, должен максимально повернуть голову в левую сторону. В завершении записи на экране монитора появляется окно запроса количества звуковых сигналов.

Девияция - наибольшее отклонение от среднего положения. В результате обследования рассматривается разница между показателями проб. По резкому (более чем в 1.5 раз) ухудшению показателей можно судить о нарушении кровотока в пережатых сосудах головы со стороны, противоположной ее повороту.

3. Оптикинетический тест

Цель теста - выявить изменения функции равновесия, связанные с влиянием оптикинетического нистагма, вызванного движением по экрану черных и белых полос. Для проведения методики спортсмена устанавливают на стабиллоплатформу и запускают новое обследование, выбрав в списке методик - Оптикинетический тест. Методика состоит из пяти проб:

- фоновая;
- полосы вверх;
- полосы вниз;
- полосы вправо;
- полосы влево.

В конце приводится заключение по результатам теста для проб воздействия в сравнении с фоновой (первой) пробой, указываются величины смещения по фронтали и сагиттали, и во сколько раз изменилась величина девиации в каждой плоскости.

4. Исследовательские стабилометрические методики (стабилографическая проба, допусковый контроль, тест «Мишень», тест на устойчивость, тест со ступенчатым отклонением, тест с эвольвентой, тест «Треугольник», тест на изометрическое сокращение мышц ног) и их использование в зимних видах спорта

В этом разделе представлены методики дополнительного исследования человека. Их использование позволяет оценивать выраженность нарушений функции равновесия, запас устойчивости человека, исследование моторной и кратковременной двигательной памяти человека. Проведение методик основано на записи стабилографического сигнала в один или несколько этапов. После обработки записанных сигналов можно просмотреть результаты проведенного обследования.

Установка спортсменов на платформу производится без обуви, руки расположены вдоль туловища в европейской стойке: пятки вместе (расстояние между пятками 2 см), носки разведены на угол в 30 градусов).

Наиболее распространенные методики:

1. Стабилографическая проба

Цель пробы - оценить выраженность нарушений функции равновесия больного в основной (привычной для спортсмена позиции при вертикальном стоянии) позе. Стабилографическая проба реализуется с помощью модуля универсальной стабилографической пробы (УСП), при котором происходит запись сигнала стоящего на стабилоплатформе человека. Запись стабилографической пробы проводится в один этап.

В модуле У СП имеется большой набор различных вариантов видеостимуляций:

- цветные круги;
- мишень;

- движущиеся полосы;
- четыре зоны;
- фоновая и т.д.

Пользователь на основе видеостимуляций, содержащихся в УСП, имеет возможность создавать свои варианты пробы. Созданные пробы могут быть направлены на выявление усталости человека, отклонение его показателей от нормы, для исследования или для проверки общего состояния ведущих систем человека, отвечающих за регуляцию позы (функцию равновесия) человека.

На панели визуализаторов имеются закладки Статокинезеграмма, Стабилограммы, Гистограммы, Спектральный анализ, Анализ векторов, Диаграммы, Аниматор, Зоны предпочтения, Когерентный анализ.

Статокинезеграмма - графическое представление траектории движения ЦД в проекции на горизонтальную плоскость.

Стабилограмма - графики перемещения ЦД, представленные как функция от времени для фронтальной и сагиттальной плоскости.

Гистограмма - графическое изображение статистических распределений сигнала по количественному признаку. Гистограмма представляет собой совокупность смежных прямоугольников, построенных на одной прямой; площадь каждого из них пропорциональна частоте нахождения сигнала в интервале, на котором построен данный прямоугольник.

Спектральный анализ - способ математической обработки колебаний ЦД, определения основных частот и амплитуд колебаний ЦД. Анализ векторов - анализ перемещения ЦД, основанный на изучении облака векторов и функции распределения длин скоростей.

Аниматор - позволяет проводить визуальный анализ стабилограмм и воспроизводить изменение положения ЦД испытуемого во времени. Зоны

предпочтения - видоизмененное представление сигнала, представленного в виде пространственного графика плотности ЦД в каждой точке плоскости.

Когерентный анализ - предполагает вычисление взаимного спектра и функции когерентности двух сигналов их обработку и получение на выходе комплексного массива для взаимного спектра и двух вещественных массивов для функции когерентности. Используя данную функцию, пользователь может определить совпадают ли сигналы по частоте и фазе (т.е. являются ли сигналы корреляционными). Когерентный анализ возможен для сигналов большой длительности.

2. Допусковый контроль

Методика допускового контроля предназначена для проведения медицинского контроля индивидов перед тренировкой / рабочей сменой (предрейсового, предсменного, предполетного контроля), а также контроля после тренировки / смены. Для проведения методики спортсмена устанавливают на стабиллоплатформу (способы установки человека на стабиллоплатформу описаны в разделе) и запускают новое обследование, выбрав в списке методик - Допусковый контроль.

Методика состоит из трех проб:

- с открытыми глазами;
- с закрытыми глазами;
- «Мишень».

В результате выполнения теста выдаются результаты сравнения показателей КФР для проб с групповыми и индивидуальными нормами. Окончательное заключение строится на основании имеющихся норм, причем для сравнения и выдачи заключения берется самый худший результат. Результат сравнения с нормами для проб и окончательное заключение принимает одно из значений: норма, условная норма и не норма.

В случае соответствия результатов норме рекомендуется допуск к работе без ограничений. Если показатель текущего значения находится в условной норме, то обследование рекомендуется повторить через 5-10 минут. Результат повторного обследования, вошедший в норму, позволяет дать допуск к работе, в противном случае рекомендуется провести обследование другими средствами. Если же показатели находятся в зоне не нормы, рекомендуется отказать в допуске к работе, после чего провести обследование медицинскими и психологическими средствами.

Для построения индивидуальной нормы необходимо провести некоторое количество обследований для каждого спортсмена (пять обследований), устанавливая при этом одинаковые условия проведения для каждого обследования. В начале работы, когда необходимое количество обследований для построения индивидуальной нормы не набрано, выдается либо шкала соответствия показателей групповой норме (если групповая норма набрана с соответствующим условием проведения), либо просто значение КФР.

Детальная расшифровка результата дается к каждой пробе проведенного обследования. При неудовлетворительных или недостоверных результатах рекомендуется провести повторное обследование.

3. Тест Мишень.

Тест проводится в один этап со зрительной обратной связью. Испытуемый, стоящий на платформе, должен отклонением тела удерживать маркер в центре мишени при большом масштабе отображения.

Для анализа необходимо использовать следующие параметры:

- средний разброс смещений общего центра масс (ОЦМ) – средний радиус отклонения ОЦМ. Показатель определяет средний суммарный разброс колебаний ОЦМ: его увеличение говорит об уменьшении устойчивости спортсмена в обеих плоскостях;

- площади доверительного эллипса (ПДЭ). Это основная часть площади, занимаемой статокинезиграммой, которая характеризует рабочую поверхность площади опоры человека. Увеличение площади говорит об ухудшении устойчивости, а уменьшение – об улучшении;

- качество функции равновесия (КФР). Представляет собой математический анализ векторов смещения ОЦМ относительно осей координат. Полученный коэффициент выражается в процентах. Выбор данного параметра не случаен, так как он является самым стабильным показателем. Чем выше значение параметра, тем лучше устойчивость;

- коэффициент резкого изменения направления движения вектора (КРИНД). В математическом плане вычисление показателя заключается в процентном определении доли тех векторов, угол отклонения каждого из которых отличается от предыдущего вектора более чем на 45° . Считается, что увеличение значений показателя свидетельствует о не рациональном, расточительном использовании энергетических ресурсов организма.

4. Тест на устойчивость

Позволяет оценить запас устойчивости человека при отклонении в одном из четырех направлений - вперед, назад, вправо и влево. Для проведения методики спортсмена устанавливают на стабиллоплатформу и запускают новое обследование, выбрав в списке методик - Тест на устойчивость.

В поле ПНСС данного обследования располагаются два маркера красный и зеленый. Красный маркер отображает положение ЦД спортсмена. Зеленый маркер, управляемый компьютером, плавно смещается в одну из сторон. Задача спортсмена состоит в том, чтобы удерживать отклонением тела синий маркер на зеленом. Когда спортсмен теряет отслеживания маркера, он должен вернуть синий маркер в центр. После проведения обследования открывается окно обработки результатов.

Результаты обследования представлены в виде диаграммы, развернутой по направлениям тестирования. Длина каждого столбика определяется величиной отклонения в соответствующем направлении. Также приводятся числовые значения отклонения ЦД в миллиметрах для каждого направления. Полученные отношения сравнивают с нормативными значениями (нормативные значения располагаются справа от диаграммы), и на основе сравнения делают заключение.

5. Тест со ступенчатым отклонением

Методика направлена на исследование моторной памяти человека и оценки уровня чувствительности при управлении телом. Для проведения методики спортсмена устанавливают на стабиллоплатформу в основной стойке, руки скрещены на груди, глаза закрыты и запускают новое обследование, выбрав в списке методик - Тест со ступенчатым отклонением.

Во время записи исследуемый человек произвольно выполняет наклон туловища вперед на минимальную ощутимую им величину от вертикального положения и возвращается в исходное положение. Следующее отклонение должно быть выполнено с минимальным приростом относительно предыдущего. Проба выполняется до достижения максимума отклонения от вертикали, которым является отрыв пяток от опоры. После проведения обследования программа переходит к обработке результатов. В окне проведенного обследования «Тест со ступенчатым отклонением» для анализа результатов имеются закладки Результаты пробы «Проба со ступенчатым отклонением», Показатели, Анализ сигналов.

Оценивается количество отклонений, количество ошибок, минимальные и максимальные абсолютные значения отклонения центра давления в миллиметрах. Кинестетический анализатор играет роль внутреннего канала связи между всеми анализаторными системами и в силу этого занимает среди них особое положение. Показатели кинестетической

чувствительности связаны с качеством выполнения точных действий, например правильный и своевременный подход к мячу.

6. Тест «Эвольвента»

Данный тест является методикой, позволяющей оценить качество следящего движения. Испытуемый должен двигаться по заданной траектории, называемой эвольвента. Траектория эвольвенты представляет кривую, раскручивающуюся из центра до определенной амплитуды, затем делает несколько кругов и сворачивается опять к центру. Испытуемый должен удерживать свой маркер на маркере, задающем эвольвенту. Способность следящего движения оценивается по средней ошибке слежения за маркером в сагиттальной (MidErrY) и фронтальной (MidErrX) плоскостях; чем больше ошибок, тем ниже точность следящего движения по эвольвенте. Результат тренинга оценивается по анализу суммарной и средней ошибок слежения по каждому направлению (фронтали и сагиттали).

7. Тест «треугольник»

Данный тест является методикой, позволяющей оценить кратковременную двигательную память человека. Состоит из двух этапов проведения: обучения и анализа. На этапе обучения спортсмену следует изучить траекторию движения с помощью маркеров. На этапе анализа ему предлагается воспроизвести траекторию движения без вспомогательных маркеров. Для проведения методики спортсмена устанавливают на стабиллоплатформу и запускают новое обследование, выбрав в списке методик - Треугольник.

На этапе анализа с экрана монитора убираются маркеры. Перед спортсменом остается пустой экран серого цвета. Задача исследуемого человека продолжать перемещение ЦД по запомненной траектории. Если в графе Показывать маркер спортсмена на этапе анализа установлен «флажок»,

то на экране остается маркер, отображающий ЦД спортсмена (красный маркер). После проведения обследования программа переходит к обработке результатов. В окне проведенного обследования теста «Треугольник» для анализа результатов имеются закладки Результаты пробы «Треугольник», Показатели, Анализ сигналов.

Результат тренинга оценивается по сравнительному анализу показателей времени выполнения движения по определенной траектории, размеров пространственной фигуры, полученных в фазе обучения и в фазе воспроизводства.

8. Изометрическое сокращение мышц ног

Методика теста изометрического сокращения ног (ИСМН) предназначена для проведения пробы, позволяющей исследовать динамику усилия стоп. Для проведения методики спортсмена сажают на стул с задней стороны стабиллоплатформы так, чтобы обе его стопы были установлены на стабиллоплатформе. Положение стоп на платформе должно быть таким, что ось Y делит стопу 1:2 (ближе к пятке), а по оси X ступни равноудалены друг от друга.

В окне интерпретации приводится словесная расшифровка результатов обследования. На закладке Оценка динамики стопы имеются два окна визуализации графиков динамики стопы («Левая нога» и «Правая нога»), содержащие два графика: синий - график мгновенных значений и зеленый - усредненных значений и окно интерпретации. Динамика стопы показывает, какой частью стопы давил спортсмен (пяткой или носком), и было ли смещение (с носка на пятку или с пятки на носок). В окне интерпретации приводится словесная расшифровка результатов обследования.

5. Билатеральные стабилметрические исследования в спорте (билатеральный тест, билатеральная «Мишень», билатеральный тест Ромберга, билатеральный оптокинетический тест, билатеральный тест с поворотом головы) и их использование в зимних видах спорта

1. Билатеральный тест

Билатеральный тест реализуется с помощью модуля универсальной стабилографической пробы (УСП), при котором происходит запись сигнала стоящего на двух стабиллоплатформах человека.

Запись стабилографического сигнала билатеральной пробы проводится в один этап. В модуле УСП имеется большой набор различных вариантов видеостимуляций:

- открытые глаза (билатеральная);
- закрытые глаза (билатеральная);
- мишень (билатеральная);
- движущиеся полосы (билатеральная);
- фоновая (билатеральная).

Пользователь на основе видеостимуляций, содержащихся в УСП, имеет возможность создавать свои методики. Созданные методики могут быть направлены на выявление усталости человека, отклонение его показателей от нормы, для исследования или для проверки общего состояния ведущих систем человека, отвечающих за позную регуляцию человека.

2. Билатеральная «Мишень»

Тест проводится в один этап со зрительной обратной связью. Для проведения методики спортсмена устанавливают на стабиллоплатформу и запускают новое обследование, выбрав в списке методик - Билатеральная «Мишень».

Спортсмен должен отклонением тела удерживать маркер в центре мишени при большом масштабе отображения (подробнее описание об этапах настройки и проведения тренинга в разделе «Мишень»). После проведения обследования открывается окно обработки результатов.

В окне визуализаторов находится закладка Результаты пробы «Билатеральная Мишень», на которой результат теста оценен в набранных спортсменом очках. Максимум, который можно набрать, составляет 100 очков: за один процент времени пребывания в зоне 10 дается 1 очко, в зоне 9 - 0.9, и т.д.

3. Билатеральный тест Ромберга

Методика состоит из двух проб - с открытыми и закрытыми глазами. Она является основной при проведении обследований с целью контроля динамики тренировки и ряда других исследований.

Для проведения методики спортсмена устанавливают на стабиллоплатформу и запускают новое обследование, выбрав в списке методик - Билатеральный тест Ромберга.

Тест состоит из двух проб: с открытыми и закрытыми глазами (подробнее описание об этапах настройки и проведения тренинга в разделе «Тест Ромберга»). Пробы проводятся последовательно.

Анализ Теста Ромберга заключается в сравнении показателей проб с открытыми и закрытыми глазами. Отношение показателей пробы с открытыми глазами к показателям пробы с закрытыми глазами в норме должно находиться в пределах от 1.0 до 2.0. В результате получается разница между показателями двух проб в количественном выражении - отношение показателей с закрытыми глазами к показателям с открытыми глазами.

В норме отношение должно быть в пределах 1.5-:-2.5. На закладке Нормы для теста Ромберга имеется таблица показателей, в которой рядом с каждым показателем приводится заключение о соответствии его норме. По

заклучению о соответствии норме можно делать заключение об изменении показателей в сторону улучшения или ухудшения до, и после проведения какого-либо вмешательства (тренировка, лечение и т.д.).

4. Билатеральный оптокинетический тест

Цель теста - выявить изменения функции равновесия, связанные с влиянием оптокинетического нистагма, вызванного движением по экрану черных и белых полос.

Для проведения методики спортсмена устанавливают на две стабиллоплатформы и запускают новое обследование, выбрав в списке методик - Билатеральный оптокинетический тест.

Методика состоит из пяти проб:

- фоновая,
- полосы вверх,
- полосы вниз,
- полосы вправо,
- полосы влево.

При запуске обследования появляется окно Проведения пробы. Пробы проводятся последовательно (подробнее описание об этапах настройки и проведения тренинга в разделе «Оптокинетический тест»). В каждой пробе вначале проводится «центрирование», нажатием кнопки [Центровка]. Затем проводится калибровка для каждой стабиллоплатформы. После чего, нажав кнопку [Запись], исследователь переходит к записи сигнала. При завершении всех проб теста программа переходит к обработке результатов обследования «Билатеральный тест Ромберга». В окне проведенного обследования имеются закладки Анализ воздействия проб, Заключение, Анализ динамики показателей в тесте.

В ней (закладке) приводится заключение по результатам теста для проб воздействия в сравнении с фоновой (первой) пробой, указываются величины

смещения по фронтали и сагиттали, и во сколько раз изменилась величина девиации в каждой плоскости.

5. Билатеральный тест с поворотом головы

Цель обследования состоит в выявлении изменений функции равновесия, связанные с нарушением кровообращения в вертебробазилярном бассейне.

Методика состоит из трех проб - с открытыми глазами, закрытыми глазами с поворотом головы налево и с закрытыми глазами с поворотом направо. Для проведения методики спортсмена устанавливают на стабиллоплатформу и запускают новое обследование, выбрав в списке методик - Билатеральный тест с поворотом головы.

Тест состоит из трех проб: открытые глаза, голова направо и голова налево. Пробы проводятся последовательно (подробнее описание об этапах настройки и проведения тренинга в разделе 2 «Тест с поворотом головы»).

В результате обследования рассматривается разница между показателями проб. По резкому (более чем в 1.5 раз) ухудшению показателей можно судить о нарушении кровотока в пережатых сосудах головы со стороны, противоположной ее повороту.

Заключение

Утомление спортсмена проявляется себя в форме расстройств координации в удержании равновесия. Поэтому суть исследований биомеханики процесса поддержания человеком вертикальной позы в спорте, являющимся динамическим феноменом, методами и средствами компьютерной стабیلлографии сводится к установлению качественной и количественной связи между координирующими свойствами человека и нарушениями в работе его нервной системы, а также ведущих сенсорных систем. Методика стабیلлографии приобрела актуальное значение в измерении и оценке статодинамической устойчивости в зимних видах спорта, где умение сохранять равновесие определяет спортивный результат: фристайл, горнолыжный спорт, хоккей с шайбой и др.

Стабилометрические методы решают ряд актуальных спортивно-педагогических задач: 1) исследование статодинамической устойчивости тела спортсмена и системы тел, количественная и качественная оценка этой устойчивости, дополнение знаний о спортивной технике упражнений; 2) осуществление контроля качества обучения упражнениям, связанным со сложным двигательным навыком сохранения равновесия тела; 3) определение функционального состояния организма спортсмена по показателям статодинамической устойчивости; 4) определение уровня и динамики тренированности функции балансирования в системе взаимодействующих тел; 5) проведение прогнозирования и профессиональный отбор спортсменов в команду. По итогам стабیلлографических обследований даются индивидуальные заключения об уровне и динамике статодинамической устойчивости в структуре функциональной и технической подготовленности спортсменов.