

УДК 612.886:616.07

## ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАБИЛОМЕТРИИ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ХОККЕИСТОВ

**Быков Е.В., Зинурова Н.Г., Плетнев А.А., Чипышев А.В.***ФБГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет»,  
Челябинск, e-mail: bev58@yandex.ru*

Оценка адаптации спортсменов к нагрузкам требует учета их специфики. До настоящего времени малочисленны данные по оценке статокINETической устойчивости как базиса функционального состояния в игровых видах спорта; не выработаны критерии оценки вестибулярной системы, степени развития координации движений у спортсменов. Проведен анализ динамики стабилметрических показателей хоккеистов в начале и в конце соревновательного периода. На основании полученных результатов установлено, что уровень специальной подготовленности возрастал к концу сезона более чем у 75% спортсменов. Это проявлялось в улучшении показателей стабилметрии (средний разброс, площадь эллипса, оценка движения) и векторных показателей (коэффициент резкого изменения направления движения) как при исходной пробе с открытыми глазами, так и при функциональных пробах – с закрытыми глазами и «Мишень». Наиболее значимые сдвиги изученных показателей нами наблюдались при пробе с закрытыми глазами. Данную методику следует использовать в комплексной оценке функционального состояния организма спортсменов игровых видов спорта.

**Ключевые слова:** функциональное состояние, стабилметрия, хоккеисты, статокINETическая устойчивость

## DYNAMICS OF INDICATORS OF STABILOMETRY IN THE COMPETITIVE PERIOD IN EVALUATING THE FUNCTIONAL STATE HOCKEY PLAYER

**Bykov E.V., Zinurova N.G., Pletnev A.A., Chipyshev A.V.***South Ural State University, Chelyabinsk, e-mail: bev58@yandex.ru*

Rating adaptation of athletes to stress requires consideration their specificity. To date are few data on the evaluation of statokinetic sustainability as the basis of the functional state in team sports, not developed criteria for evaluating the vestibular system, the degree of coordination in athletes. We have studied the dynamics of stabilometry parameters of hockey-players at the beginning and at the end of the competition period. The obtained results showed that increased levels of specially trained by the end of the season in more than 75% of the athletes. This is manifested in improving stabilometry (average spread, the area of the ellipse, the motion estimation) and vector parameters (factor of sharp changes of direction) as in the original sample with open eyes, and in functional tests – «Eyes closed» and «Target». The most significant changes we studied parameters were observed during the test with the eyes closed. This technique should be used in a comprehensive assessment of the functional state of athletes playing sports.

**Keywords:** functional status, stabilometry, hockey players, statokinetic stability

Развитие энергетики мышечной деятельности – сложный процесс, включающий кардинальные изменения в структуре и функциональных характеристиках мышечных волокон, ферментных систем, деятельности вегетативных систем, в работе регуляторных центров [12]. Наибольшие изменения наблюдаются в органах и системах, которые вносят значительный вклад в достижение конечного приспособительного результата, а направленность тренировочного процесса является главным и определяющим фактором [6]. Уровень достижений в игровых видах спорта в значительной мере определяется нарабатываемыми моторными программами, которые в процессе тренировок совершенствуются, обеспечивая достижение высоких результатов при снижении затрат [6, 8]. Показано, что под влиянием систематических тренировок уровень адаптации к вестибулярным нагрузкам повышается во всех видах спорта, развиваются менее выраженные реакции на вестибулярное раздражение [7]. Сле-

довательно, процесс тренировки является физиологической основой роста тренированности и достижения высоких спортивных результатов, скорость формирования мышечных программ определяется характером спортивно-тренировочной деятельности [9].

Нагрузки, превышающие возможности спортсмена, ведут к развитию утомления, что в сложно-координационных видах спорта сказывается в первую очередь на нарушениях техники (дифференцировки тонких движений), сопровождается рассогласованием механизмов регуляции, снижением скорости двигательных реакций. Однако, несмотря на то, что в комплекс углубленного обследования спортсменов, включая сборные команды России, входят оценка ССС, нервно-мышечного аппарата, системы дыхания, ЭЭГ, РЭГ [1, 14], малочисленны данные по оценке статокINETической устойчивости (СКУ) как базиса функционального состояния в игровых видах спорта; не выработаны критерии оценки вестибулярной системы,

степени развития координации движений у спортсменов [10, 15].

Целью работы являлась оценка влияния физических нагрузок на функциональное состояние центральной нервной системы хоккеистов на основе изучения динамики стабилметрических показателей в течение соревновательного периода.

### Материал и методы исследования

Исследования проведены на базе научной лаборатории кафедры адаптивной физической культуры и медико-биологической подготовки ЮУрГУ. 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. В общей сложности получено более 40 стабиллографических и векторных показателей в каждой из проб.

### Результаты исследования и их обсуждение

Смещение центра кривой статокинезиграммы относительно центра координат стабиллоплатформы по фронтالي и сагиттали на 10 и более миллиметров говорит об асимметрии позы и о скрытых пострураль-

ных нарушениях. В наших исследованиях не было достоверных различий между показателями в начале и конце сезона, а также при проведении ФП. Разброс в плоскости определяет средний разброс колебаний центра давления пациента относительно смещения в процессе проведения обследования; его увеличение говорит о снижении устойчивости пациента в определенной плоскости (табл. 1). У обследованных нами 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 SKU 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) пациента за время обследования. Достоверно значимых различий данного показателя в течение сезона нами не выявлено, на обоих этапах было установлено увеличение значений при пробах ( $p < 0,05–0,01$ ).

Таблица 1

Показатели стабилметрии хоккеистов в начале (1) и в конце (2) сезона

Показатели	Период	Открытые глаза	Закрытые глаза	Проба Мишень
Разброс по фронтали, мм	1	3,14 ± 0,35	4,45 ± 0,58	3,23 ± 0,51
	2	1,67 ± 0,17 хх	2,38 ± 0,36 хх	2,20 ± 0,31
Разброс по сагиттали, мм	1	3,69 ± 0,28	4,46 ± 0,23	3,72 ± 0,30
	2	2,80 ± 0,28 х	3,82 ± 0,43	3,15 ± 0,38
Средний разброс, мм	1	4,02 ± 0,32	5,51 ± 0,42	4,10 ± 0,43
	2	2,87 ± 0,26 хх	3,99 ± 0,47 х *	3,24 ± 0,37
Средняя скорость перемещения ЦД, мм/с	1	10,60 ± 0,72	14,56 ± 1,26*	15,68 ± 1,50**
	2	9,08 ± 0,99	14,29 ± 2,07*	15,79 ± 1,94**
Скорость изменения площади статокинезиграммы, мм <sup>2</sup> /с	1	14,45 ± 1,80	27,83 ± 4,24**	22,54 ± 3,27
	2	9,61 ± 1,90 х	22,42 ± 3,50**	18,06 ± 2,88*
Площадь эллипса, мм <sup>2</sup>	1	127,84 ± 15,65	270,75 ± 37,80**	161,58 ± 21,63
	2	67,55 ± 8,47 хх	156,97 ± 22,44х**	119,16 ± 23,95*
Индекс скорости, усл. ед.	1	6,71 ± 0,47	9,25 ± 0,81*	9,97 ± 0,98*
	2	5,73 ± 0,63	8,94 ± 1,30*	9,96 ± 1,22**
Оценка движения, усл. ед.	1	64,20 ± 3,96	72,03 ± 5,31	97,49 ± 6,28***
	2	54,50 ± 4,44	60,77 ± 6,05	77,85 ± 5,17х***

Примечание: \* – достоверность различий между показателями 1-го и 2-го периодов при  $p < 0,05$ , \*\* – при  $p < 0,01$ ; \*\*\* – при  $p < 0,001$ ; х – достоверность различий показателей при пробах с закрытыми глазами и «мишень» при  $p < 0,05$ , хх – при  $p < 0,01$ .

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 [11]. 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 ( $p < 0,01$ ) (табл. 2).

Таблица 2

Векторные показатели хоккеистов в начале (1) и в конце (2) сезона

Показатели	Период	Открытые глаза	Закрытые глаза	Проба Мишень
Качество функции равновесия, %	1	77,04 ± 2,51	62,82 ± 4,36**	59,59 ± 4,84**
	2	82,26 ± 3,44	66,33 ± 5,40*	60,86 ± 5,96**
Нормированная площадь векторограммы, кв. мм/с	1	0,29 ± 0,07	0,79 ± 0,20*	0,91 ± 0,25*
	2	0,28 ± 0,05	0,45 ± 0,07	0,59 ± 0,13*
Коэффициент резкого изменения направления движения, %	1	21,61 ± 1,98	20,44 ± 2,44	21,35 ± 2,11
	2	14,15 ± 1,71 <sub>xx</sub>	11,98 ± 2,03 <sub>xx</sub>	14,04 ± 1,87 <sub>x</sub>
Средняя линейная скорость, мм/с	1	9,09 ± 1,00	14,30 ± 2,08	15,81 ± 1,95*
	2	10,61 ± 0,72	14,58 ± 1,26	15,70 ± 1,50*

Примечание: \* – достоверность различий между показателями 1-го и 2-го периодов при  $p < 0,05$ , \*\* – при  $p < 0,01$ ; x – достоверность различий показателей при пробах с закрытыми глазами и «мишень» при  $p < 0,05$ , xx – при  $p < 0,01$ .

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.

**Заключение**

Постурология раскрывает физиологические механизмы тонических и установочных реакций, обеспечивающих позу и равновесие тела в условиях гравитации [3]. Для поддержания вертикальной позы необходимо участие большого числа мышц и хорошее согласование их активности при осуществлении произвольных движений [4]. Показано, что при спокойном стоянии центр тяжести совершает непрерывные колебания со средними частотами порядка 0,1–4 Гц, так что стояние, в сущности, представляет собой непрерывные движения тела относительно неподвижных стоп [11]. Площадь этой области составляет всего около 1–2% всей площади опорного контура. Такой большой запас устойчивости говорит о высоком качестве работы системы управления. Стабилизация положения звеньев тела друг относительно друга достигается системой локальных рефлексов на растяжение, а управление ими, обеспечивающее устойчивое положение тела в пространстве, осуществляется на основе вестибулярных и шейных тонических рефлексов и зрительной информации [2]. Тестирование состояния системы равновесия широко используется в клинической практике и в системе профессионального отбора, но пока не нашла достаточного распространения в спортивной медицине [5, 12, 14]. Представленные нами результаты отражают улучшение СКУ хоккеистов к концу сезона, что свидетельствует о высоком уровне адаптации постуральной системы к предъявляемым тренировочным и соревновательным нагрузкам. В то же время при индивидуальном анализе показателей было установлено, что стабилметрические характеристики, отражающие уровень специальной подготовленности хоккеистов, к концу сезона улучшались у 77% спортсменов. Наиболее значимые сдвиги нами наблюдались при ПЗГ. При регрессионном и корреляционном анализе были выявлены дополнительные различия стабилметрических показателей на разных этапах соревновательного периода, которые нами будут представлены в следующих публикациях. Мы полагаем, что для определения «цены адаптации» необходимо проведение комплекса исследований различных функциональных систем организма для определения ведущих факторов, в частности, спектрального анализа ключевых показателей гемодинамики.

**Список литературы**

1. Абалян А.Г. Особенности организации научно-методического обеспечения подготовки спортивных сборных команд Российской Федерации / А.Г. Абалян, Т.Г. Фомиченко, Е.Б. Мьякинченко, М.П. Шестаков // Теория и практика физической культуры. – 2011. – №11. – С. 67–70.
2. Бабияк В.И. Вестибулярная функциональная система / В.И. Бабияк, Ю.К. Янов. – СПб.: Гиппократ, 2007. – 432 с.
3. Гаже П.-М. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека: пер. с франц. / П.-М. Гаже, Б. Вебер. – СПб.: Изд. дом СПбМАПО, 2008. – 316 с.
4. Гурфинкель В.С. Механизмы поддержания вертикальной позы / В.С. Гурфинкель, Ю.С. Левик // Сборник статей по стабิโลграфии. – Таганрог: ЗАО «ОКБ «РИТМ», 2006. – С. 5–11.
5. Марченко А.А. Стабิโลграфический показатель напряженности человека-оператора в процессе деятельности // Медицинские информационные системы – МИС–2004: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Таганрог: Известия ТРТУ, 2004. – №6. – С. 22–24.
6. Меерсон Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
7. Назаренко А.С. Сердечно-сосудистые реакции на вестибулярное раздражение у спортсменов, занимающихся циклическими и ситуационными видами спорта / А.С. Назаренко, А.С. Чинкин // Адаптивная физическая культура, спорт и здоровье: интеграция науки и практики: сборн. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа: РИЦ БашИФК, 2009. – Ч. II. – С. 126–130.
8. Овчинников Н.Д. Некоторые результаты оценки адаптивного напряжения и направления повышения успешности выступления спортсменов России на Олимпийских играх 2008 г. / Н.Д. Овчинников, В.И. Егозина. – Теория и практика физической культуры. – 2007. – №5. – С. 34–38.
9. Овчинников Н.Д. Формирование моторных программ в центральной нервной системе как критерий определения функционального состояния человека при учебно-информационных и спортивно-тренировочных нагрузках // Н.Д. Овчинников, В.И. Егозина, Д.Н. Овчинников и др. – Теория и практика физической культуры. – 2011. – №11. – С. 43–46.
10. Слива С.С. Развитие возможностей компьютерной стабิโลграфии для использования в спорте / С.С. Слива, Д.В. Кривец, И.В. Кондратьев // Биомеханика–2002: тез. докл. VI Всерос. конф. – Н. Новгород, 2002. – С. 231.
11. Слива С.С. Отечественная компьютерная стабิโลграфия: технический уровень, функциональные возможности и области применения // Медицинская техника. – М.: Медицина, 2005. – Вып. 1. – С. 32–36.
12. Сонькин В.Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе человека // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, №3. – С. 93–94.
13. Ходарев С.В. Восстановительно-корректирующие технологии на этапах подготовки спортсменов сборных команд к XXI летним Олимпийским играм в Китае (г. Пекин) / С.В. Ходарев, О.П. Горбанева // Журнал Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов. – 2008. – №4. – С. 132–133.
14. Шестаков М.П. Использование стабิโลметрии в спорте. – М.: ТВТ Дивизион, 2007. – 112 с.

**References**

1. Abaljan A.G. Osobennosti organizacii nauchno-metodicheskogo obespechenija podgotovki sportivnyh sbornyh

komand Rossijskoj Federacii / A.G. Abaljan, T.G. Fomichenko, E.B. Mjakinchenko, M.P. Shestakov // *Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury*. 2011. no. 11. pp. 67–70.

2. Babijak V.I. Vestibuljarnaja funkcional'naja sistema / V.I. Babijak, Ju.K. Janov. SPb.: Gippokrat, 2007. 432 p.

3. Gazhe P.-M. Posturologija. Reguljacija i narushenija ravnovesija tela cheloveka: per. s franc. / P.-M. Gazhe, B. Veber. – SPb.: Izd. dom SPbMAPO, 2008. 316 p.

4. Gurfinkel' V.S. Mehanizmy podderzhanija vertikal'noj pozy / V.S. Gurfinkel', Ju.S. Levik // *Sbornik statej po stabilografii*. Taganrog: ZAO «OKB «RITM», 2006. pp. 5–11.

5. Marchenko A.A. Stabiligraficheskij pokazatel' naprjazhennosti cheloveka-operatora v processe dejatel'nosti / A.A. Marchenko // *Medicinskie informacionnye sistemy – MIS–2004*: mater. Vseros. nauch.-tehn. konf. Taganrog: Izvestija TRTU, 2004. no. 6. pp. 22–24.

6. Meerson F.Z. Adaptacija k stressornym situacijam i fizicheskim nagruzkam / F.Z. Meerson, M.G. Pshennikova. M.: Medicina, 1988. 256 p.

7. Nazarenko A.S. Serdechno-sosudistye reakcii na vestibuljarnoe razdrazhenie u sportsmenov, zanimajuvihsja ciklicheskimi i situacionnymi vidami sporta / A.S. Nazarenko, A.S. Chinkin // *Adaptivnaja fizicheskaja kul'tura, sport i zdorov'e: integracija nauki i praktiki: sborn. nauch. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ufa: RIC BashIFK, 2009. Ch. II. pp. 126–130.*

8. Ovchinnikov N.D. Nekotorye rezul'taty ocenki adaptivnogo naprjazhenija i napravlenija povyšenija uspešnosti vystuplenija sportsmenov Rossii na Olimpijskih igrah 2008 g. / N.D. Ovchinnikov, V.I. Egozina. *Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury*. 2007. no. 5. pp. 34–38.

9. Ovchinnikov N.D. Formirovanie motornyh programm v central'noj nervnoj sisteme kak kriterij opredelenija funkcional'nogo sostojanija cheloveka pri uchebno-informacionnyh i sportivno-trenirovochnyh nagruzkah // N.D. Ovchinnikov, V.I. Egozina, D.N. Ovchinnikov i dr. *Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury*. 2011. no. 11. pp. 43–46.

10. Sliva S.S. Razvitie vozmožnostej komp'juternoj stabilografii dlja ispol'zovanija v sporte / S.S. Sliva, D.V. Krivec, I.V. Kondrat'ev // *Biomehanika–2002: tez. dokl. VI Vseros. konf.* N.Novgorod, 2002. p. 231.

11. Sliva S.S. Otečestvennaja komp'juternaja stabilografija: tehničeskij uroven', funkcional'nye vozmožnosti i oblasti primeneniya / S.S. Sliva // *Medicinskaja tehnika*. M.: Medicina, 2005. Vyp. 1. pp. 32–36.

12. Son'kin V.D. Fizicheskaja rabotosposobnost' i jenergoobespečenie myshečnoj funkcii v postnatal'nom ontogeneze cheloveka / V.D. Son'kin // *Fiziologija cheloveka*. 2007. T. 33, no. 3. pp. 93–94.

13. Hodarev S.V. Vosstanovitel'no-korrigirujuwije tehnologii na jetapah podgotovki sportsmenov sbornyh komand k XXI letnim Olimpijskim igrah v Kitae (g. Pekin) / S.V. Hodarev, O.P. Gorbaneva // *Zhurnal Rossijskoj asociacii po sportivnoj medicinine i rehabilitacii bol'nyh i invalidov*. 2008. no. 4. pp. 132 – 133.

14. Shestakov M.P. Ispol'zovanie stabilometrii v sporte / M.P. Shestakov. – M.: TVT Divizion, 2007. 112 p.

#### Рецензенты:

Павлова В.И., д.б.н., профессор кафедры теоретических основ физической культуры Челябинского государственного педагогического университета, г. Челябинск;

Сашенков С.Л., д.м.н., профессор кафедры нормальной анатомии Челябинской государственной медицинской академии, г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 06.09.2012