

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БАЛЛИСТОГРАММЫ И СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА КИКБОКСЕРОВ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СТАБИЛОМЕТРИИ

Ю.Н. Романов, Л.А. Романова, Г.Р. Батыршина
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Изучены показатели стабиллометрии, являющиеся информационными маркерами функционального состояния кикбоксеров.

Ключевые слова: кикбоксеры, учебно-тренировочные сборы, стабиллометрические показатели, спектральный анализ, баллистограмма.

Введение. Проблема получения и интерпретации тренером объективной информации о функциональном состоянии и техническом уровне спортсменов актуальна как для решения задач отбора, так и при комплектовании сборных команд. Применение компьютерной стабиллографии качественно и количественно позволяет установить связь между координирующими свойствами человека и расстройствами ЦНС, а также ведущими сенсорными системами [2].

Организация и методы исследования. Исследование гравитационной вертикали и функции равновесия проводилось с использованием стабиллометрического комплекса «Стабило-МБН». Характеристики постурального управления фиксировались графически и подвергались математической обработке. Исследование проводилось на базе НИЛ Центра оперативной оценки состояния человека ЮУрГУ. Обследовались 16 кикбоксеров в возрасте $19,47 \pm 0,77$ лет (МС – 5 спортсменов, КМС – 11) в начале и в конце учебно-тренировочного сбора (УТС) при подготовке к чемпионату России.

Результаты исследования и их обсуждение. В качестве одного из методов контроля эффективности тренировочных нагрузок нами применялся метод компьютерной стабиллометрической баллистографии, позволяющий оценивать параметры сохранности и поддержания различных положений тела. Стабиллометрическая баллистограмма дает интегральную информацию о состоянии сократительной функции миокарда и представляет собой более сложное образование, чем для колебаний во фронтальной или сагиттальной плоскости. Сам спектр значительно шире и может включать колебания на частотах до 10 Гц и выше. При этом в норме у кикбоксеров от 1 до 1,5 Гц имеется четко выраженный пик, соответствующий сердечному циклу. Колебания в вертикальной плоскости частотой в 5 Гц, связанные с постоянным перемеще-

нием массы около 0,3 кг, вызваны деятельностью крупных мышечных массивов, активных в вертикальной стойке, каковыми являются мышцы-разгибатели нижних конечностей и туловища, т. е. антигравитационные группы мышц [4]. Надо отметить, что под наблюдением в данном случае находятся не физические перемещения общего центра тяжести тела в вертикальной плоскости, а модуляции веса тела (т. е. произведение его массы на ускорение свободного падения) собственными ускорениями групп мышц, которые увеличивают или уменьшают общую результирующую [1].

В ходе УТС ежедневно нами применялись упражнения с элементами сенсорной депривации, а именно бой с тенью с закрытыми глазами. Сенсорная депривация в умеренных дозах оказывает расслабляющее действие и, что самое важное, провоцирует интенсивную внутреннюю работу: быстрее обрабатывается информация, стабилизируется психика, обостряется восприятие сигналов, поступающих по другим, не ограниченным каналам [3]. На баллистограмме с закрытыми глазами практически у всех спортсменов были значительно снижены амплитуды колебаний антигравитационных мышечных групп.

При изучении спектрального анализа был определен диапазон варьирующих воздействий в двух плоскостях (фронтальной и сагиттальной), детерминированных эндогенными и экзогенными факторами (дыхательные волны, волновые процессы мышц, перераспределение кровотока). При анализе спектра частот выделяют условно несколько типов: 1) медленные высокоамплитудные колебания – в полосе частот 0–0,3 Гц – представлены дыхательными движениями, установочными и могут контролироваться сознательно; 2) средние колебания – в полосе 0,5–1,5 Гц – представляют результат сокращения мышц и не подвержены сознательному контролю; 3) высокочастотные ко-

лебания – свыше 2 Гц – у здорового человека представлены мало.

Интерпретируя полученные в шести пробах данные (табл. 1 и 2), выявлены следующие физиологические закономерности: в основной стойке с открытыми глазами максимумы спектра мощности во фронтальной и сагиттальной плоскости составили в начале УТС соответственно $0,61 \pm 0,08$ и $0,73 \pm 0,28$ Гц, а в конце УТС – $0,69 \pm 0,07$ и $0,43 \pm 0,08$ Гц ($p < 0,05$). В результате тренировочных воздействий произошло смещение максимума мощности спектра в сагиттальной плоскости из зоны средних колебаний в переходную зону, ближе к зоне медленных высокоамплитудных колебаний, что свидетельствует о снижении влияния проприорецептивной активности к концу УТС. При повороте головы влево с открытыми глазами в обеих плоскостях данные измерений практически не изменились в I и II обследованиях. Но при повороте

головы вправо была замечена тенденция смещения максимума мощности спектра в обеих плоскостях в зону увеличения частоты колебаний, что объясняется асимметрией боевой стойки кикбоксеров (при повороте вправо возрастает мышечный тонус из-за натяжения связок у бойцов, привыкших боксировать в левосторонней стойке, а их – большинство). В положении «основная стойка, глаза закрыты» наблюдалась тенденция снижения максимума мощности спектра во фронтальной плоскости с $0,61 \pm 0,08$ до $0,46 \pm 0,06$ Гц, в сагиттальной – с $0,73 \pm 0,08$ до $0,48 \pm 0,05$ Гц – для I обследования и во фронтальной – с $0,69 \pm 0,07$ до $0,49 \pm 0,08$ Гц, в сагиттальной – с $0,43 \pm 0,08$ до $0,41 \pm 0,05$ Гц – для II обследования, что свидетельствовало о снижении волновой активности проприорецептивного аппарата при закрытых глазах. В стойке с поворотом головы влево с закрытыми глазами при обоих обследованиях существен-

Таблица 1

Стабилометрические показатели первого обследования кикбоксеров ($n = 16$)

Параметры	ОС ГО ($M \pm m$)	ПГЛ ГО ($M \pm m$)	ППП ГО ($M \pm m$)	ОС ГЗ ($M \pm m$)	ПГЛ ГЗ ($M \pm m$)	ППП ГЗ ($M \pm m$)
Среднеквадратическое отклонение ОЦД во фронтальной плоскости, мм	$6,95 \pm 1,10$	$11,78 \pm 2,56$	$11,41 \pm 2,95$	$14,16 \pm 2,47$	$21,57 \pm 4,17$	$19,14 \pm 3,29$
Среднеквадратическое отклонение ОЦД в сагиттальной плоскости, мм	$13,85 \pm 3,49$	$15,20 \pm 2,50$	$15,42 \pm 2,01$	$24,81 \pm 3,98$	$19,37 \pm 2,11$	$30,58 \pm 7,15$
Скорость ОЦД, мм/с	$13,24 \pm 1,60$	$14,65 \pm 2,05$	$14,14 \pm 1,56$	$16,59 \pm 1,26$	$17,45 \pm 1,44$	$17,99 \pm 2,31$
Уровень 60 % мощности спектра во фронтальной плоскости, Гц	$0,61 \pm 0,08$	$0,60 \pm 0,07$	$0,44 \pm 0,05$	$0,46 \pm 0,06$	$0,51 \pm 0,11$	$0,44 \pm 0,04$
Уровень 60 % мощности спектра в сагиттальной плоскости, Гц	$0,73 \pm 0,08$	$0,62 \pm 0,09$	$0,50 \pm 0,12$	$0,48 \pm 0,05$	$0,50 \pm 0,05$	$0,50 \pm 0,04$
Площадь статокинезиограммы, см ²	$70,48 \pm 11,39$	$67,56 \pm 5,18$	$78,11 \pm 12,55$	$123,44 \pm 15,75$	$119,89 \pm 15,53$	$212,76 \pm 18,89$
Отношение длины эллипса к его ширине, ед.	$1,48 \pm 0,11$	$1,47 \pm 0,10$	$1,56 \pm 0,18$	$1,73 \pm 0,15$	$1,46 \pm 0,13$	$1,56 \pm 0,19$
Отношение длины статокинезиограммы к ее площади, 1/мм	$7,26 \pm 0,87$	$6,87 \pm 0,74$	$6,74 \pm 0,96$	$5,63 \pm 0,84$	$5,93 \pm 1,01$	$4,88 \pm 0,82$
Уровень 60 % мощности спектра по вертикальной составляющей, Гц	$6,01 \pm 0,34$	$6,28 \pm 0,34$	$6,22 \pm 0,23$	$6,08 \pm 0,34$	$6,02 \pm 0,27$	$6,63 \pm 0,37$
Показатель стабильности, %	$94,01 \pm 0,60$	$93,94 \pm 0,40$	$93,38 \pm 0,61$	$91,56 \pm 0,75$	$92,44 \pm 0,59$	$90,91 \pm 0,91$
Индекс устойчивости, ед.	$33,94 \pm 2,67$	$31,18 \pm 2,78$	$31,80 \pm 3,16$	$26,52 \pm 1,83$	$25,81 \pm 2,09$	$26,84 \pm 3,56$
Динамический компонент равновесия, ед.	$66,06 \pm 2,67$	$68,82 \pm 2,78$	$68,20 \pm 3,16$	$73,48 \pm 1,83$	$74,19 \pm 2,09$	$73,16 \pm 3,56$
Среднее положение ОЦД во фронтальной плоскости в европейской СК, мм	$0,22 \pm 1,73$	$-4,71 \pm 2,02$	$1,31 \pm 2,26$	$-0,90 \pm 2,47$	$-3,61 \pm 1,92$	$0,26 \pm 2,85$
Среднее положение ОЦД в сагиттальной плоскости в европейской СК, мм	$1,67 \pm 5,33$	$0,17 \pm 2,83$	$-1,19 \pm 5,24$	$3,34 \pm 4,67$	$0,95 \pm 4,53$	$0,46 \pm 4,28$

Примечание. ОС – основная стойка, ГО – глаза открыты, ГЗ – глаза закрыты, ПГЛ – поворот головы влево, ППП – поворот головы вправо, ОЦД – общий центр действия.

Стабилометрические показатели второго обследования кикбоксеров ($n = 16$)

Параметры	ОС ГО ($M \pm m$)	ПГЛ ГО ($M \pm m$)	ПГП ГО ($M \pm m$)	ОС ГЗ ($M \pm m$)	ПГЛ ГЗ ($M \pm m$)	ПГП ГЗ ($M \pm m$)
Среднеквадратическое отклонение ОЦД во фронтальной плоскости, мм	8,36 ± 2,98	11,24 ± 2,22	12,50 ± 2,64	18,35 ± 3,37	19,43 ± 3,94	28,31 ± 4,71
Среднеквадратическое отклонение ОЦД в сагиттальной плоскости, мм	27,97 ± 7,12	12,31 ± 1,76	16,00 ± 2,87	23,12 ± 3,97	24,64 ± 4,90	25,30 ± 5,87
Скорость ОЦД, мм/с	14,32 ± 1,70	14,69 ± 1,71	15,00 ± 1,71	18,27 ± 1,97	18,70 ± 1,74	18,12 ± 1,55
Уровень 60 % мощности спектра во фронтальной плоскости, Гц	0,69 ± 0,07	0,56 ± 0,06	0,56 ± 0,11	0,49 ± 0,08	0,45 ± 0,03	0,39 ± 0,03
Уровень 60 % мощности спектра в сагиттальной плоскости, Гц	0,43 ± 0,08	0,67 ± 0,16	0,54 ± 0,09	0,41 ± 0,05	0,51 ± 0,06	1,02 ± 0,57
Площадь статокинезиограммы, см ²	98,64 ± 10,53	84,84 ± 9,75	76,78 ± 8,14	136,90 ± 16,43	125,06 ± 1,65	142,81 ± 2,42
Отношение длины эллипса к его ширине, ед.	1,75 ± 0,22	1,29 ± 0,06	1,41 ± 0,10	1,37 ± 0,10	1,21 ± 0,04	1,34 ± 0,07
Отношение длины статокинезиограммы к ее площади, 1/мм	7,50 ± 1,53	6,59 ± 0,91	6,48 ± 0,83	5,04 ± 0,67	6,18 ± 1,11	5,18 ± 1,13
Уровень 60 % мощности спектра по вертикальной составляющей, Гц	6,18 ± 0,27	6,41 ± 0,32	6,48 ± 0,44	6,26 ± 0,45	6,39 ± 0,39	6,43 ± 0,34
Показатель стабильности, %	92,20 ± 1,16	93,64 ± 0,50	93,53 ± 0,58	91,87 ± 0,68	92,44 ± 0,72	91,51 ± 0,85
Индекс устойчивости, ед.	32,17 ± 3,49	31,08 ± 2,72	30,36 ± 2,69	24,59 ± 2,15	24,54 ± 2,18	24,51 ± 2,11
Динамический компонент равновесия, ед.	67,83 ± 3,49	68,92 ± 2,72	69,64 ± 2,69	75,41 ± 2,15	75,46 ± 2,18	75,49 ± 2,11
Среднее положение ОЦД во фронтальной плоскости в европейской СК, мм	2,68 ± 1,62	-0,84 ± 1,62	4,24 ± 2,84	1,89 ± 1,68	-0,76 ± 1,97	0,96 ± 1,57
Среднее положение ОЦД в сагиттальной плоскости в европейской СК, мм	-2,85 ± 6,38	-2,17 ± 4,29	-5,61 ± 4,40	-4,31 ± 6,92	-6,17 ± 5,75	-5,31 ± 5,34

ных изменений в данных не произошло. А вот при повороте головы вправо (глаза закрыты) максимум уровня мощности в сагиттальной плоскости сместился недостоверно с $0,5 \pm 0,04$ до $1,02 \pm 0,57$ Гц. Это, на наш взгляд, свидетельствует об усилении влияния асимметрии боевой стойки вследствие увеличения доли специализированных упражнений к концу УТС. Что касается других параметров стабиллографии, то они недостоверно изменяются в сторону снижения функциональной стабильности к концу УТС. Это объясняется чрезмерными нагрузками специального спектра действия на втором этапе сбора и, как следствие, утомлением спортсменов.

Заключение. Компьютерная стабиллография позволяет выявлять индивидуальные данные кикбоксеров, выявлять ведущие сильные стороны, средние и слабые, но значимые звенья для спортивной результативности. Комплекс восстановительных и реабилитационных мероприятий, коррективы, внесенные в режим питания, регламентация двигательной активности позволили восстановить функ-

циональное, метаболическое состояние до референтных границ.

Однако выступления кикбоксеров на соревнованиях обнаружили адаптивно-компенсаторную интегративную системообразующую деятельность. Следовательно, важны не только отдельные значения показателей для суждений об оценочной деятельности организма, но и их взаимосвязи, отражающие доминантные процессы гомеостаза в условиях экстремальных воздействий. Метод компьютерной стабиллографии является ценным инструментом мониторинга резервов функции равновесия для выяснения интимных физиологических механизмов регуляции вертикальной позы с учетом межполушарной асимметрии и оценки влияния на нее различных факторов – уровня тренированности, психофизиологического состояния спортсмена, степени утомления после тренировочных и соревновательных нагрузок с целью максимальной индивидуализации тренировочного процесса. Уровни нейромоторного обеспечения и сенсорной асимметрии в большей степени зависят от

времени занятий спортом, количества пропущенных тяжелых ударов, ведущих к микротравмам головного мозга.

Литература

1. Гаже, П.М. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека / П.М. Гаже, Б. Вебер. – СПб.: Издат. дом СПбМАПО, 2008. – 316 с.

2. Гурфинкель, В.С. Сенсорные комплексы и сенсорная интеграция / В.С. Гурфинкель, Ю.С. Ле-

вик // Физиология человека. – 1996. – Т. 5, № 3. – С. 399–414.

3. Исаев, А.П. Полифункциональная мобильность и вариабельность организма спортсменов олимпийского резерва в системе многолетней подготовки: моногр. / А.П. Исаев, В.В. Эрлих. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. – 502 с.

4. Скворцов, Д.В. Клинический анализ движений. Стабилометрия / Д.В. Скворцов. – М.: АОЗТ «Антидор», 2000. – 192 с.

Поступила в редакцию 20 марта 2012 г.