

УДК 796.83.015:612.06

**ОЦЕНКА ФУНКЦИИ РАВНОВЕСИЯ БОКСЕРОВ  
ПОСЛЕ КУРСА ГИПОБАРОАДАПТАЦИИ****Л.В. БОЛЬШАКОВ***(Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет)*

*Проанализировано влияние курса гипобарической барокамерной адаптации (ГБА) на физиологические показатели боксеров. С помощью стабилотрии обследованы боксеры, прошедшие курс ГБА. Разница колебаний спектра частот во фронтальной и сагиттальной плоскостях, скорости перемещения центра давления и механическая работа в позе Ромберга с закрытыми и открытыми глазами как до ГБА, так и после ГБА, могут свидетельствовать о превалировании зрительного контроля, который после ГБА имеет тенденцию к сбалансированности с проприоцептивным.*

*Специфика подготовки боксеров, с преимущественным проявлением скорости и выносливости, находит отражение в количественных показателях статокINETической устойчивости. Полученные результаты предполагают рекомендовать курс гипобарической адаптации боксерам для сбалансированности проприоцептивного и зрительного анализаторов.*

**Ключевые слова:** боксер, гипобароадаптация, стабилотрия, равновесие.

Бокс относится к видам спорта, где невозможно измерить метрами, секундами, килограммами наличие роста конкретных спортивных результатов. Правильность, точность и своевременность нанесения ударов, уверенная защита сегодня еще более актуальны, чем когда-либо [1].

Совершенствовать мастерство можно в любых условиях. Тренировки в горах повышают работоспособность спортсменов, прежде всего специализирующихся в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости, снижают отрицательное воздействие соревновательных нагрузок на их иммунную систему, оказывая иммунопротективный эффект. Вместо дорогостоящего создания условий непрерывной гипоксии высокогорными тренировками в настоящее время представляется перспективным использование более доступной и эффективной прерывистой гипобарической гипоксии [2].

Гипобароадаптация относится к методам климатического воздействия на организм, которые направлены на тренировку адаптационных механизмов. В барокамере искусственно моделируются климатические условия горной местности. В условиях умеренной гипоксии увеличиваются минутные объемы дыхания и кровообращения, а затем запускаются внутриклеточные защитно-приспособительные реакции адаптации, в которых участвуют все органы и системы [2].

Совершенствуя технику подготовки спортсменов, как правило, не часто изучают особенности двигательного анализатора и почти не касаются таких важных сфер, как контроль за равновесием. В последнее время широко используется метод стабилотрии для диагностики двигательных нарушений. Регистрация различных параметров изменения центра давления является эффективным диагностическим критерием.

**Цель исследования:** проанализировать влияние курса гипобарической барокамерной адаптации на физиологические показатели боксеров.

**Материал и методы:** 15 боксеров в возрасте  $20,9 \pm 2,3$  лет, занимающихся боксом не менее 5 лет в школе бокса г. Витебска. Рост  $168,9 \pm 0,73$  см, вес  $66,35 \pm 18,1$  кг.

Критерии исключения: патология зрения и вестибулярного аппарата.

Все боксеры прошли курс ГБА. Адаптацию больных к гипоксии осуществляли в многоместной медицинской вакуумной установке «Урал–Антарес». Схема курса гипобароадаптации включала «ступенчатые подъемы» на высоту 1500–3500 м над уровнем моря; начиная с пятого и все последующие сеансы, пациенты находились в условиях высоты 3500 м не менее 1 ч. Курс лечения – 20 сеансов.

До и после курса ГБА всем произвели запись стабилотриграмм.

Для исследования состояния вертикальной устойчивости применялся компьютерный стабилотрический комплекс ST-150 (ООО «Мера-ТСП», Россия). Методика компьютерной стабилографии включала в себя тесты в европейском стандарте – пробу с открытыми глазами (тест Ромберга) [6, 7]. Стабилотрическое исследование проводилось в утреннее время в кабинете, изолированном от посторонних шумов и других отвлекающих факторов, которые могли бы влиять на объективность получаемых данных. Постановка стоп на стабилотриграмму осуществлялась по «европейскому» типу (стопы развернуты под углом  $30^\circ$ , пятки на расстоянии 2 см). Продолжительность проб с открытыми (о) и закрытыми (з) глазами составила по 30 с каждая.

Основными показателями, которые использовали для оценки функции равновесия с открытыми и закрытыми глазами: опорная система – амплитуда колебаний ЦД (ЦД принято называть проекцию центра тяжести тела на площадь опоры) относительно фронтальной (по оси X, мм) и сагиттальной (по оси Y, мм) плоскостей; балансирующие параметры – площадь стабилотриграммы ( $S$ , мм<sup>2</sup>); скорость перемещения

центра давления ( $V$ , мм/с); оценка механической работы ( $A_v$ , мДж/с); параметр 60% энергии спектра частот во фронтальной ( $F_x$  60, Гц) и сагиттальной ( $F_y$  60, Гц) плоскостях; угол направления плоскости колебаний ЦД (град.); коэффициент Ромберга – соотношение между значениями площади статокинезиограммы в пробах с закрытыми и открытыми глазами ( $K_p$ ), а также нормативные данные, полученные французским постурологическим обществом в 1985 г. (Normes 85, 1985) [4].

Статистическая обработка результатов произведена с помощью пакетов прикладных программ Microsoft Exel (2003), STATGRAFICS (2007). Результаты представлены как среднее значение, средне-квадратичное отклонение ( $\sigma$ ), верхняя и нижняя границы 95% доверительного интервала. Статистический анализ результатов начинали с проверки на нормальность распределения методом Колмогорова–Смирнова. При выявлении признаков отличия распределения от нормального применяли непараметрические методы статистического анализа. При нормальном распределении ( $t$ -распределение) признака для проверки нулевой гипотезы применяли параметрический критерий Стьюдента. Для оценки равенства дисперсий использовали метод Зигеля–Тьюки. При неравенстве дисперсий для дальнейшего анализа двух независимых выборок применяли двухвыборочный критерий Уилкоксона (Wilcoxon) ( $W$ ). Различия считали достоверными при вероятности 95% ( $p < 0,05$ ).

**Результаты и обсуждение.** Сохранение вертикального положения в позе Ромберга при закрытии глаз исключает влияние зрительного анализатора, осуществляется за счет проприоцепции. Нормальной реакцией при выключении зрительного анализатора является увеличение колебаний центра давления (ЦД), что демонстрирует уменьшение активности мышечной системы [3, 4].

Основные показатели статокинезиограммы отражают сознательный контроль ортостатической позы, среднее положение ЦД и гравитационной вертикали, изменение положения гравитационной вертикали, активность мышечного тонуса. Анализ этих показателей позволяет выявить нарушения статики и координации движений [3, 4] (таблица).

Таблица. – Стабилометрические параметры боксеров до и после курса ГБА ( $n = 15$ ) ( $M \pm \sigma$ )

Показатели	До курса ГБА		$t/t_0$	$p/P_0$	После курса ГБА		$t/t_3$	$p/P_3$
	о	з			о	з		
X	0,27 ± 2,6	-0,77 ± 3,15	0,26 1,58	0,79 0,12	-5,54±7,67	-6,76±6,6	0,26 1,92	0,79 0,06
Y	8,7 ± 12,49	10,62 ± 11,66	-0,23 -1,42	0,81 0,16	21,4±15,12	22,2±12,4	-0,09 -1,489	0,92 0,15
V, мм/с	8,34 ± 1,6	13,8 ± 2,15	-4,38 1,58	<u>0,00017</u> 0,12	9,54±7,67	12,76±6,6	-2,96 0,62	<u>0,040</u> 0,53
S, мм²	145,6 ± 69,49	209,62 ± 11,66	-1,43 0,14	0,16 0,88	138,4±81,12	199,2±12,4	-1,14 0,19	0,26 0,84
$A_v$ (мДж/с)	60,13 ± 15,6	146,8 ± 39,15	-4,31 -1,02	<u>0,0002</u> 0,31	73,54±27,67	128,76±56,6	-1,99 0,51	<u>0,050</u> 0,61
$F_x$ 60 (Гц)	0,93 ± 0,49	1,62 ± 0,3	-1,87 -3,44	0,07 <u>0,002</u>	1,82±0,6	1,2±0,4	1,93 0,186	<u>0,05</u> 0,85
$F_y$ 60 (Гц)	1,43 ± 0,3	1,17 ± 0,22	1,52 -0,09	<u>0,03</u> 0,92	1,44±0,23	1,2±0,21	1,72 -0,19	0,099 0,84
Угол (град.)	16,35 ± 24,79	7,62 ± 0,3	0,66 0,68	0,51 0,5	5,45±23,6	9,36±21,4	-0,27 -0,155	0,78 0,87
$K_3$	260,78±89,2		–	–	165,16±56,23		1,84	<b>0,048</b>

Примечание: X – среднее положение относительно оси X; Y – среднее положение относительно оси Y; S – площадь статокинезиограммы с 95% доверительным интервалом; V – скорость перемещения центра давления;  $A_v$  – оценка механической работы;  $F_x$  60 – параметр 60% энергии спектра частот во фронтальной плоскости;  $F_y$  60 – параметр 60% энергии спектра частот в сагиттальной плоскости, угол направления плоскости колебаний ЦД;  $K_3$  – коэффициент эффективности; о – глаза открыты, з – глаза закрыты,  $t$  – критерий Стьюдента,  $p < 0,05$ ;  $t_0$  – индекс при сравнении значений с открытыми глазами до и после ГБА;  $t_3$  – индекс при сравнении значений с закрытыми глазами до и после ГБА.

При анализе опорной системы боксеров колебаний во фронтальной и сагиттальной плоскостях как в позе Ромберга с открытыми, так и в позе Ромберга с закрытыми глазами, до и после курса гипобароадаптации превышающих целевые значения не выявлено.

Параметры 60% энергии спектра частот во фронтальной ( $F_x$  60) в позе Ромберга с открытыми глазами до и после курса ГБА статистически значимо увеличились с  $0,93 \pm 0,191$  [95% ДИ 0,744; 1,127] до  $1,82 \pm 0,6$  [95% ДИ 1,22; 2,43] ( $t = -3,44$ ;  $p = 0,002$ ), что имеет отношения к базе опоры. Также уменьшились параметры 60% энергии спектра частот во фронтальной ( $F_x$  60) в позе Ромберга с открытыми  $1,82 \pm 0,6$  [95% ДИ 1,22; 2,43] и закрытыми  $1,2 \pm 0,375$  [95% ДИ 0,83; 1,58] глазами после курса ГБА ( $t = 1,938$ ;  $p = 0,05$ ). Параметры 60% энергии спектра частот в сагиттальной плоскости ( $F_y$  60) в позе Ромберга с открытыми и с закрытыми глазами до ГБА имеют статистически достоверные различия

( $t = 1,52, p = 0,039$ ). Тенденция различий сохраняется после ГБА ( $t = 1,72, p = 0,099$ ). Данные изменения могут свидетельствовать о превалировании зрительного контроля. После курса ГБА зрительный и проприоцептивный контроль носят сбалансированный характер.

При анализе балансирующих параметров зарегистрировано превышение целевых значений площади стадокинезиограммы, угол направления плоскости колебаний ЦД в позе Ромберга с открытыми глазами, в позе Ромберга с закрытыми глазами до и после курса ГБА – показатели в пределах нормы. Статистически достоверных отличий в данных показателях не отмечено.

Скорость перемещения центра давления до ГБА в позе Ромберга с открытыми глазами соответствует норме  $8,34 \pm 1,015$  [95% ДИ 7,32; 9,35] мм/с, в позе Ромберга с закрытыми глазами -  $13,8 \pm 2,4$  [95% ДИ 11,3; 16,29] мм/с, что превышает нормативные значения, статистически достоверно различаются ( $t = -4,38, p = 0,00017$ ). После курса ГБА данная тенденция сохраняется, но показатели скорости приближаются к целевым.

Механическая работа до курса ГБА в позе Ромберга с открытыми глазами составила  $60,13 \pm 15,14$  [95% ДИ 44,98; 75,27] мДж/с, в позе Ромберга с закрытыми глазами –  $146,91 \pm 39,15$  [95% ДИ 104,75; 183,07] мДж/с ( $t = -4,31, p = 0,0002$ ). После курса ГБА данная тенденция сохраняется, но показатели механической работы скорости приближаются к целевым.

#### **Заключение.**

1. При анализе стадокинезиограмм боксеров значения площади, скорости перемещения ЦД соответствуют целевым как до, так и после курса ГБА.

2. Разница параметров 60% энергии спектра частот во фронтальной (до ГБА  $t = -3,44, p = 0,002$ ) (после ГБА  $t = 1,938, p = 0,05$ ) и сагиттальной плоскостях в позе Ромберга с открытыми и закрытыми глазами как до ГБА ( $t = 1,52, p = 0,039$ ), так и после курса ГБА, имеют статистически достоверные различия.

Скорость перемещения центра давления и механическая работа в позе Ромберга с закрытыми глазами превышают работу в позе Ромберга с открытыми глазами как до ГБА, так и после ГБА, что может свидетельствовать о превалировании зрительного контроля, который после ГБА имеет тенденцию к сбалансированности с проприоцептивным.

3. Специфика подготовки боксеров, с преимущественным проявлением скорости и выносливости, находит отражение в количественных показателях стадокинетической устойчивости. Полученные результаты предполагают рекомендовать курс гипобарической адаптации боксерам для сбалансированности проприоцептивного и зрительного анализаторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов, В.П. Современная спортивная тренировка боксера. В 2 т. / В.П. Баранов, Д.В. Баранов. – Гомель : Сож, 2008. – Т. 1. – 360 с.
2. Николаева, А.Г. Опыт применения прерывистой гипобарической адаптации при различных заболеваниях / А.Г. Николаева, А.А. Оладько // Вестн. Витеб. гос. мед. ун-та. – 2006. – Т. 5. – № 3. – С. 43–49.
3. Стадокинетическая устойчивость пациентов в процессе курса реабилитации/ А.Г. Николаева [и др.] // Достижения фундаментальной медицины и фармации : материалы 73-й науч. сессии сотр. ун-та, Витебск, 29–30 янв. 2018 г. / Витеб. гос. ордена Дружбы народов мед. ун-т. – С. 286–289.
4. Скворцов, Д.В. Стабилометрическое исследование / Д.В. Скворцов. – М. : Маска, 2010. – 176 с.

Поступила 27.06.2019

### ASSESSMENT OF BALANCE FUNCTION AT BOXERS AFTER THE COURSE OF THE HYPOBARIC ALTITUDE CHAMBER ADAPTATION

**L. BOLSHAKOV**

*Research objective was the aspiration to analyse influence of a course of the hypobaric altitude chamber adaptation (HACA) on physiological indicators of boxers.*

*The boxers who completed course HACA are examined by means of a stabilometriya. A difference of fluctuations of a range of frequencies in the frontal and sagittal planes, relocation speeds of the pressure center and mechanical work in Romberg's pose blindly and open eyes both was before and after HACA. This data can testify to a prevalence of visual control which after HACA tends to balance with proprioception.*

*The specifics of boxers training with primary manifestation of speed and endurance, find reflection in quantitative indices of statokinetic stability. The received results assume to recommend a course of the hypobaric altitude chamber adaptation to boxers for increase in balance of proprioception and visual analyzers.*

**Keywords:** boxer, hypobaroadaptation, stabilometriya, balance.