

# ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ГИПОКСИИ И ГИПЕРКАПНИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ЛЕГКОАТЛЕТОВ

*Е.В. Быков, Т.В. Потапова\*, О.А. Зуев  
ЮУрГУ, г. Челябинск; \*ТГУ, г. Тюмень*

**В работе отражены особенности изменений нейровегетативной регуляции хроно- и инотропной функции сердца девушек-легкоатлетов в условиях кратковременной гипоксии и гиперкапнии.**

**Актуальность.** Достижение высоких спортивных результатов в циклических видах спорта традиционно ассоциируется с повышением аэробных возможностей организма, повышением толерантности к гипоксии, что позволяет увеличивать длительность и интенсивность тренировочных воздействий, прирост физической работоспособности при аэробных нагрузках сопровождается достоверным увеличением МПК и легочной вентиляции [1, 2]. Известно, что процесс расходования функциональных резервов зависит от регуляторных механизмов, которые играют ведущую роль в адаптационных процессах при занятиях спортом. В этой связи в последние годы изучение активности различных уровней регуляции деятельности кардиореспираторной системы на основе оценки медленноволновой variability ритма сердца рассматривался как один из наиболее современных методов функциональной диагностики [3–5]. Довольно точно отражает сдвиги функционального состояния спортсменов динамика спектральных характеристик показателей системы кровообращения, определяемая при проведении различных функциональных проб [6, 7]. Так, в исследованиях [8] показано, что у спортсменов-легкоатлетов с НЦД (число которых достигает от 6,2 % до 19,3 %) характерно снижение уровня физической работоспособности («ниже среднего» и «низкий»), а также общая мощность спектра, преобладают ОНЧ- и СНЧ-колебания при уменьшении высокочастотных модуляций (до 8,7 %), выполнение активной ортопробы характеризовалось гиперсимпатикотоническим типом вегетативной реактивности, что в целом свидетельствует о выраженном напряжении регуляторных систем и высокой значимости эрготропных и гуморально-метаболических влияний в вегетативном обеспечении деятельности ССС. Менее изученными являются изменения активности уровней регуляции системы кровообращения, выявляемые при дыхательных пробах, в частности, при пробе Штанге (максимальная задержка дыхания после глубокого вдоха), приводящая к кратковременной гипоксии и гиперкапнии.

Целью работы являлось изучение динамики активности различных уровней регуляции хроно- и инотропной функции сердца спортсменок-легко-

атлетов 14–16 лет при проведении пробы Штанге в сравнении с активной ортопробой.

Метод исследования – импедансная реография, запись велась на протяжении 500 последовательных кардиоциклов, проводился спектральный анализ – определялась общая мощность спектра и ее распределение по 4 диапазонам: в ультранизкочастотном (УНЧ) – до 0,025 Гц (отражает активность метаболической регуляции); очень низкочастотном (ОНЧ, 0,025–0,075 Гц, отражает активность высших центров вегетативной регуляции); низкочастотном (НЧ, 0,075–0,15 Гц) – отражает активность симпатического отдела ВНС; высокочастотном (ВЧ, 0,15–0,5 Гц) – отражает влияние парасимпатического отдела ВНС. Обследована 21 спортсменка в состоянии покоя (исходное положение лежа) и сразу после проведения проб Штанге и активного ортостаза в начале подготовительного этапа учебно-тренировочного процесса.

Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2. Величина ЧСС в покое зависела от воздействия надсегментарного уровня регуляции (преобладание ОНЧ-колебаний), а также симпатического отдела вегетативной нервной системы (НЧ-колебания), что в целом характерно для лиц подросткового возраста; индекс централизации НЧ/ВЧ составил 2,29 (умеренная симпатикотония) (табл. 1). Влияние ортостаза характеризуется повышением флуктуаций в ОНЧ-диапазоне и ростом доли надсегментарного уровня нейровегетативной регуляции ритма сердца, но при этом существенно возросла значимость симпатического отдела ВНС, что отражает адаптивный характер реагирования ССС (барорефлекторный механизм регуляции гемодинамики).

Кратковременная гипоксия и гиперкапния привели после пробы Штанге к активизации метаболических факторов регуляции (увеличение УНЧ-модуляций в 4 раза и их доли с 10 % до 14,5 %), при росте колебаний во всех диапазонах спектра, но в сравнении с исходными данными процентное соотношение изменилось в пользу надсегментарного уровня (вероятно, в связи с ростом гуморальных факторов – ОНЧ) и парасимпатического отдела ВНС (с 14,5 % до 16 %, при более чем в 2,5 раза возросшей величине мощности колебаний: с 13,2 до 36,7 мс<sup>2</sup>).

Таблица 1

Показатели вариабельности ритма сердца легкоатлетов ( $M \pm m, \%$ )

Показатель		Положение		Проба Штанге
		лежа	стоя	
ОМС, $mc^2$		$88,61 \pm 3,78$	$101,81 \pm 4,55$	$229,16 \pm 21,41$
УНЧ	$mc^2$	$8,91 \pm 0,82$	$8,07 \pm 1,61$	$33,78 \pm 2,97$
	%	10,05	7,93	14,74
ОНЧ	$mc^2$	$36,26 \pm 3,48$	$43,54 \pm 3,43$	$101,56 \pm 12,74$
	%	40,9	42,77	44,32
НЧ	$mc^2$	$30,24 \pm 2,80$	$41,60 \pm 3,81$	$57,15 \pm 3,77$
	%	34,15	40,86	24,94
ВЧ	$mc^2$	$13,19 \pm 1,63$	$8,59 \pm 0,94$	$36,68 \pm 2,65$
	%	14,5	8,44	16,01

Таблица 2

Показатели вариабельности ударного объема сердца легкоатлетов ( $M \pm m, \%$ )

Показатель		Положение		Проба Штанге
		лежа	стоя	
ОМС, $mc^2$		$339,77 \pm 23,95$	$393,58 \pm 40,72$	$642,35 \pm 53,09$
УНЧ	усл. ед.	$90,40 \pm 8,50$	$126,93 \pm 7,83$	$136,36 \pm 9,85$
	%	26,6	32,25	21,25
ОНЧ	усл. ед.	$175,45 \pm 26,96$	$208,35 \pm 18,27$	$374,46 \pm 32,32$
	%	51,65	52,95	58,3
НЧ	усл. ед.	$69,63 \pm 6,08$	$57,46 \pm 5,30$	$124,23 \pm 9,79$
	%	20,5	14,6	19,3
ВЧ	усл. ед.	$4,28 \pm 0,41$	$0,84 \pm 0,09$	$7,30 \pm 0,67$
	%	1,26	0,21	1,15

В регуляция инотропной функции (по показателю ударного объема) доминируют гуморально-метаболические факторы при активном участии центральных надсегментарных структур вегетативной нервной системы (диапазоны УНЧ и ОНЧ), обеспечивающих большую стабильность данной функции сердца (для ЧСС характерна большая лабильность) (табл. 2). Роль симпатического отдела ВНС была незначительна и еще более снижалась при ортопробе, возвращаясь к исходным относительным величинам после пробы Штанге (соответственно 1,26 %, 0,21 % и 1,15 %). Ортопроба характеризуется ростом флюктуаций в УНЧ и НЧ диапазонах показателя ударного объема, в противоположность ей, кратковременная гипоксия и гиперкапния обеспечивали повышение колебаний во всех диапазонах в 1,5–2 раза. Следовательно, увеличивалась активность всех звеньев системы нейровегетативной регуляции инотропной функции сердца.

**Заключение.** Воздействие функциональных проб на ВНС и ССС приводит к различным по направленности изменениям как гемодинамических показателей, так и механизмов их регуляции. Представленные результаты позволяют заключить, что изучение особенностей переходных процессов при различных функциональных пробах путем оценки медленноволновой вариабельности показате-

телей центральной гемодинамики, как маркеров активности различных уровней регуляции деятельности системы кровообращения, позволяет создать модельные характеристики состояния ВНС и ССС спортсменов на различных этапах подготовки и с их помощью осуществлять биоуправление в процессе многолетней подготовки.

### Литература

1. Быков, Е.В. *Человек и гипоксия: проблемы и перспективы* / Е.В. Быков, О.А. Голодов, А.П. Исаев. – Челябинск, 1999. – 126 с.
2. Исаев, А.П. *Адаптация человека к спортивной деятельности* / А.П. Исаев, С.А. Личагина и др. // Ростов-на-Дону: Изд-во РГПУ, 2004. – 236 с.
3. *Ритм сердца у спортсменов* / под ред. Р.М. Бавеского и Р.Е. Мотылянской. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 140 с.
4. *Вариабельность сердечного ритма у лиц с повышенным режимом двигательной активности и спортсменов* / А.Д. Викулов, А.Д. Немиров, Е.Л. Ларионова, А.Ю. Шевченко // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 6. – С. 54–59.
5. Шевченко, А.Ю. *Сравнительная характеристика основных параметров вариабельности ритма сердца у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса: дис. ... канд. мед. наук* / А.Ю. Шевченко. – Ярославль, 2006. – С. 14.

6. Быков, Е.В. Спорт и кровообращение: Возрастные аспекты / Е.В. Быков, А.П. Исаев, С.Л. Сашенков. – Челябинск: «Интерполиарт и К», 1998. – 64 с.

7. Адаптация сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам / Е.В.Быков, С.А. Личагина, Р.У. Гаттаров и др. // В кн.: Колебательная активность показателей функциональных систем

организма спортсменов и детей с различной двигательной активностью. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – С. 92–207.

8. Дробышев, В.А. Особенности вегетативной дисфункции у спортсменов-легкоатлетов и методы профилактики / В.А. Дробышев // Материалы VI Всероссийского научного форума «РеаСпоМед 2006». – М., 2006. – С. 38–40.