

ОСОБЕННОСТИ МОДУЛЯЦИИ СИСТЕМЫ КАРДИОГЕМОДИНАМИКИ ЮНЫХ КОНЬКОБЕЖЦЕВ В СОСТОЯНИИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПОКОЯ И НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ОРТОПРОБЫ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

Т.В. Потапова, А.П. Исеев*

**ТГУ, г. Тюмень, ЮУрГУ, г. Челябинск*

Выявлены специфические особенности модуляции кардиогемодинамики на функциональные пробы. Показаны особенности реагирования и регуляции системы кровообращения у юных конькобежцев в соревновательном периоде в состоянии покоя, антиортостазе, пассивном ортостазе и активной ортопробе. Установлены достоверные изменения в значениях сердечно-сосудистой системы под воздействием активного ортостаза.

Воздействие гравитации на успешность деятельности велика. На крупных соревнованиях до 8 % спортсменов вследствие падения лишаются занятых мест и наград. Врожденные и приобретенные способности базируются на интеграции пусковых сигналов разных модальностей центральной нервной системы, которые управляют поведением спортсменов.

Статокинетическая устойчивость реализуется во время двигательных действий конькобежцев как с помощью утрикулуса и саккулуса (отолитовы органы), так и полукружных каналов. Для спортсменов, бегающих по кругу важная роль принадлежит вестибулярно-окуломоторным, вестибуловесцеральным и вестибулоспиным реакциям (поддержание мышечного тонуса и равновесия). Регуляция осуществляется через вестибуло-, рубро- и ретикулоспинальные тракты на сегментарном уровне. Вестибулоспиальные реакции быстрые, срочные находятся под контролем мозжечка [4].

Переход из положения лежа в позу стоя сопровождается последовательными процессами модуляции в системе кровообращения [3, 2]. Авторами показаны алгоритмы первичных изменений в системе кардиогемодинамики функционального и метаболического спектра включая гиперволемию.

Изучение статокинетических реакций в юношеском спорте исключительно важно как с позиции практики, так и системных реакций организма на естественные воздействия вида спорта.

Организация и методы исследования. В дни отдыха соревновательного периода обследовалось 27 конькобежцев (I разряд, КМС, МС) 16–19 лет на диагностирующей системе «Кентавр» [1]. Изучалось состояние кровообращения в позе лежа на спине, пассивном ортостазе, антиортостазе и активном ортостазе (ортопроба).

Ортостатическая проба позволяет судить о состоянии нейрогуморальной регуляции системы кровообращения и ее модуляциях под воздействием гравитации. Полученные результаты исследования представлены в таблице.

Существенных модуляций ЧСС в позах 1–3 не наблюдалось. Достоверные различия были под воздействием ортопробы по сравнению с предыдущими, но в границах физиологических колебаний. Период предизгнания (PER) сердечного цикла от пробы 1-й к 3-й последовательно возрастал, а после ортопробы статистически значимо. При этом наблюдалось последовательное снижение фазы изгнания (LVET) из левого желудочка сердца. Ударный объем в 3-х позах колебался в незначительных пределах и достоверно снизился при ортопробе ($P < 0,001$).

Хитер-индекс последовательно снижался по применяемым пробам, но не существенно. Сократительная способность миокарда достоверно не повлияла на модуляцию сердца. Отмечалась относительная стабильность этого показателя. Он изменялся с некоторой тенденцией к снижению при активном ортостазе. Барорефлекторный индекс (BS) в трех позах несколько варьировал, но существенно не модулировал и лишь активный ортостаз вызвал достоверные изменения ($P < 0,05–0,01$). Систолическое АД статистически значимо возрастало в пробе активного ортостаза ($P < 0,05$). Направленность к снижению фракции выброса (EF) маркера сократимости миокарда усматривалась в 3-х позах ортостаза, но лишь при активном ортостазе отмечались статистически значимые различия по сравнению с другими пробами ($P < 0,001$).

В значениях CLASS перераспределение уровней регуляции кровообращения мелких (палец ноги), магистральных (голень, аорта) сосудов наблюдалось увеличение от фона (лежа), достигшее при активном ортостазе существенных различий ($P < 0,05$) по сравнению с позой лежа. Эти данные свидетельствуют о смещении регуляции кровообращения векторно к централизации. Жесткость сосудов (HARD) заметно увеличилась при антиортостазе и еще значительно при пассивном ортостазе. При ортопробе значения HARD приблизились к исходным данным.

Модуляция кардиогемодинамики конькобежцев под воздействием ортопроб

Показатели	Проба лежа	Антиорто-стаз	Р 1-2	Пассивный ортостаз	Р 1-3 Р 2-3	Ортопроба	Р 1-4 Р 2-4 Р 3-4
LVET, МлС	258,15 ± 2,60	256,30 ± 2,85	> 0,05	249,00 ± 2,38	> 0,05 > 0,05	192,00 ± 2,38	< 0,001 < 0,001 < 0,001
PEP, МлС	103,00 ± 2,50	106,98 ± 2,82	> 0,05	107,02 ± 2,45	> 0,05 > 0,05	160,00 ± 3,47	< 0,001 < 0,05 < 0,001
PEP/LVET, у.е.	0,399 ± 0,03	0,417 ± 0,04	> 0,05	0,430 ± 2,05	> 0,05 > 0,05	0,677 ± 0,05	< 0,001 < 0,001 < 0,001
SV, ударный объем, мл	104,90 ± 5,40	106,20 ± 6,30	> 0,05	98,96 ± 3,81	> 0,05 > 0,05	76,88 ± 3,96	< 0,001 < 0,001 < 0,001
HR, ЧСС, уд/мин	67,40 ± 3,48	67,64 ± 3,92	> 0,05	68,36 ± 3,42	> 0,05 > 0,05	91,42 ± 2,78	< 0,001 < 0,001 < 0,001
CO-МОК, л.	7,07 ± 1,63	7,185 ± 0,76	> 0,05	6,76 ± 0,78	> 0,05 > 0,05	6,92 ± 0,83	> 0,05 > 0,05 > 0,05
Хитер-индекс, Hi	11,50 ± 1,42	10,98 ± 1,57	> 0,05	10,36 ± 1,34	> 0,05 > 0,05	9,60 ± 1,30	> 0,05 > 0,05 < 0,05
RESPR – частота дыхания, циклы	13,10 ± 1,90	15,92 ± 1,50	> 0,05	15,92 ± 1,50	> 0,05 > 0,05	14,09 ± 1,21	> 0,05 > 0,05 > 0,05
CLASS, усл.ед.	28,83 ± 2,28	34,93 ± 3,62	> 0,05	34,38 ± 2,38	> 0,05 > 0,05	35,84 ± 2,58	> 0,05 > 0,05 < 0,05
HARD – жесткость сосудов	1,02 ± 0,10	1,19 ± 0,12	> 0,05	1,28 ± 0,13	> 0,05 > 0,05	1,02 ± 0,10	> 0,05 > 0,05 > 0,05
Индекс симпатической активности S, у.е.	33,93 ± 2,83	27,94 ± 2,65	> 0,05	31,87 ± 2,36	> 0,05 > 0,05	35,84 ± 3,38	> 0,05 > 0,05 > 0,05
RRi, у.е. Индекс напряжения	171,62 ± 37,22	122,86 ± 23,20	> 0,05	120,92 ± 18,65	> 0,05 > 0,05	211,82 ± 34,22	> 0,05 > 0,05 > 0,05
АТОЕ, Мом	12,98 ± 2,00	17,65 ± 2,56	> 0,05	14,66 ± 2,52	> 0,05 > 0,05	16,29 ± 3,14	> 0,05 > 0,05 > 0,05
АТХ, Мом	163,00 ± 12,82	160,60 ± 13,60	> 0,05	153,80 ± 14,10	> 0,05 > 0,05	146,86 ± 14,20	> 0,05 > 0,05 > 0,05
BP – систолическое АД, мм рт.ст.	119,83 ± 2,98	112,66 ± 3,82	> 0,05	111,98 ± 2,86	> 0,05 > 0,05	121,43 ± 3,86	> 0,05 > 0,05 < 0,05
EF – фракция выброса, %	57,96 ± 0,92	57,23 ± 1,03	> 0,05	55,98 ± 1,28	> 0,05 > 0,05	42,38 ± 1,38	< 0,001 < 0,001 < 0,001
CORi – коронарный индекс, ед.	72,00 ± 4,06	70,57 ± 3,86	> 0,05	72,62 ± 3,46	> 0,05 > 0,05	109,00 ± 4,88	< 0,001 < 0,001 < 0,001
BS – барорефлекторный индекс, у.е.	8,76 ± 0,60	9,28 ± 0,90	> 0,05	8,67 ± 0,57	> 0,05 > 0,05	6,32 ± 0,56	< 0,05 < 0,01 < 0,01
Сi, л/мин/м ²	4,86 ± 0,58	5,02 ± 0,70	> 0,05	4,88 ± 0,58	> 0,05 > 0,05	3,92 ± 0,59	> 0,05 > 0,05 > 0,05
Si – систолический индекс, мл/м ³	73,57 ± 3,56	73,64 ± 4,32	> 0,05	68,98 ± 4,10	> 0,05 > 0,05	41,92 ± 5,09	< 0,001 < 0,05 < 0,05

Р_{1,2,3,4} – достоверность различий соответственно лежа, антиортостаз, пассивный ортостаз, активный ортостаз.

Индекс симпатической активности находился в диапазоне нормы (30–70 ед.), снижался при антиортостазе, несколько увеличивался при пассивном и резко увеличился при воздействии ортопробой. Сердечный индекс (Ci) несколько повысился при антиортостазе и затем последовательно снижался, особенно при ортопробе. Коронарный индекс (CORi) в трех позах был маловариативен и значимо повысился при активном ортостазе ($P < 0,001$). Систолический индекс (Si) в первых двух позах был маловариативен, а в 3–4-й последовательно снижался ($P < 0,05–0,01$).

Индекс напряжения сердечного ритма (RRi) существенно снижался во 2-й и 3-й позах и заметно повышался при активном ортостазе.

Следовательно, из всех применяемых проб наиболее сильное воздействие на систему кардиогемодинамики оказывал активный ортостаз. Специфика вида спорта способствовала статокINETической устойчивости и меньшим сдвигам в системе кровообращения в 3-х пробах. Исключение составили значения жесткости сосудов, которые под воздействием активного ортостаза приблизились к исходному. Возможно, что поза лежа и стоя являются естественными для перемещения тела, а поза антиортостаза и пассивного ортостаза требует определенной перестройки в системе кровообращения.

Изучение амплитуд реоволн выявило следующее: 1) Амплитуда реоволн пальца (АТОЕ) от состояния покоя к антиортостазу резко возросла, затем несколько снизилась при пассивном ортостазе, а при активном приблизилась к уровню антиортостаза; 2) Амплитуда пульсации сосудов голени (ASHNK) в первых двух позах была стабильна, а

затем последовательно снижалась; 3) амплитуда пульсации аорты (ATHRX) последовательно снижалась от первой к последующим позам ортостаза.

Частота дыхания (RESPR) незначительно повышалась при антиортостазе, оставалась относительно стабильной при последующей позе, и несколько снижалась при активном ортостазе. Таким образом, функциональные пробы несли существенную экспресс-информацию о специфике модуляций в системе кровообращения юных конькобежцев. Физиологичность реакций позволила сузить об адекватности технологий предшествующих нагрузок функциональному состоянию. Это, в конечном итоге, давало возможность вносить коррективы в биоуправление и индивидуализировать тренировочный процесс.

Литература

1. Астахов А.А. Физиологические основы биоимпедансного мониторинга гемодинамики в анестезиологии (с помощью системы «Кентавр»): учеб. пособие в 2-х томах / А.А. Астахов. – Челябинск: Миролукс, 1996. – Т.1. – 174 с, Т.2. – 162 с.
2. Федоров, Б.М. Стресс и система кровообращения: монография / Б.М. Федоров. – М.: Медицина, 1991. – 296 с.
3. Физиология кровообращения. Регуляция кровообращения: руководство по физиологии / Б.И. Ткаченко, В.А. Левтов, Ю.Е. Москаленко и др. – Л.: Наука, 1986. – 639 с.
4. Шаров, Б.Б. Основы теории функциональных систем в физиологии экстремальных состояний: монография / Б.Б. Шаров. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 102 с.