

УДК 612.13

Н. А. Воронов

ОРТОСТАТИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ ЮНЫХ ВОЛЕЙБОЛИСТОК

Оптимизация функционирования аппарата кровообращения – необходимое условие достижения высоких спортивных результатов. Один из методов для выявления скрытых изменений со стороны сердечно-сосудистой системы, в частности со стороны механизмов регуляции, является ортостатическое тестирование. Обследованы 14 юных спортсменок в возрасте от 11 до 13 лет, занимающихся волейболом. Спортивный стаж детей – от 1 до 4 лет. Ортостатическое тестирование можно использовать для оценки адаптационных возможностей организма, определения функциональных резервов механизмов регуляции.

Ключевые слова: ортостатическое тестирование, аппарат кровообращения, вариабельность сердечного ритма, юные волейболистки.

Введение

Оценка функциональных резервов организма спортсменов является одним из обязательных условий определения функционального состояния организма и уровня его тренированности [1]. Снижение адаптационных возможностей организма связано с уменьшением или даже исчерпанием функциональных резервов. Функциональный резерв можно определить из соотношения между уровнем функционирования системы и степенью напряжения регуляторных механизмов, при этом чем ниже степень напряжения при заданном уровне функционирования системы, тем выше функциональный резерв. Р. М. Баевский [2] предложил оценивать функциональный резерв как способность (или готовность) организма выполнить заданную деятельность в заданное время с минимальным напряжением регуляторных механизмов. При этом функциональный резерв определяется как такое свойство организма, которое связано с его способностью адаптироваться к изменениям окружающей среды без нарушений гомеостаза и истощения или поломки регуляторных механизмов.

Ортостатическая проба является одним из информативных методов для выявления скрытых изменений со стороны сердечно-сосудистой системы (ССС), в частности со стороны механизмов регуляции [3].

Оценка функционального состояния организма, его адаптивных резервов представляет одну из серьезных проблем, имеющих отношение к решению наиболее важных задач массового физкультурного движения и подготовки спортсменов [4]. Высокий уровень функционального состояния следует рассматривать как предпосылку высокой физической работоспособности, как потенциальную способность организма эффективно приспосабливаться к предъявляемым соревновательным и тренировочным нагрузкам [5]. Сердечно-сосудистая система, являясь важнейшим звеном, лимитирующим развитие приспособительных реакций организма, одновременно может служить индикатором адаптационно-приспособительных реакций в ответ на физическую нагрузку. Ин-

формацию о функциональном состоянии организма можно получить, изучая механизмы регуляции ритма сердечных сокращений [6]. Метод вариабельности сердечного ритма (ВСР) является одним из наиболее эффективных методических подходов для изучения процессов адаптации к разного рода нагрузкам, поскольку позволяет осуществить количественно-качественную оценку состояния регуляторных систем организма [7, 8].

В ряде работ показано, что показатели ВСР тесно связаны с различными функциональными состояниями человека; покой, нервное или мышечное напряжение, а также различные патологические изменения отражаются на показателях ВСР [9].

Оптимизация функционирования аппарата кровообращения – необходимое условие достижения высоких спортивных результатов. Один из методов для выявления скрытых изменений со стороны ССС, в частности со стороны механизмов регуляции, – ортостатическое тестирование [3, 5, 6].

Переход из положения лежа в положение стоя сам по себе не представляет заметной нагрузки для практически здорового человека, а стояние в течение 5 мин при отсутствии заболеваний также не причиняет существенных неудобств. Однако если регуляторные механизмы не обладают необходимым функциональным резервом или имеется скрытая недостаточность системы кровообращения, то ортостаз оказывается для организма стрессовым воздействием [6].

Таким образом, ортостатическое тестирование можно использовать для оценки адаптационных возможностей организма, определения функциональных резервов механизмов регуляции. Для решения этой задачи наиболее адекватен математический анализ ритма сердца.

Материалы и методы исследований

Обследованы 14 юных спортсменок в возрасте от 11 до 13 лет, занимающихся волейболом. Спортивный стаж детей – от 1 до 4 лет. Объем недельной нагрузки составил 8–10 ч. Во время сборов объем тренировочной недельной нагрузки увеличился в 3 раза.

Контрольную группу составили практически здоровые дети такого же возраста, не занимающиеся спортом.

Применялась активная ортостатическая проба с регистрацией показателей variability сердечного ритма в течение 5 мин лежа и 5 мин стоя.

Оценка состояния ВСП у юных спортсменов осуществлялась с применением аппаратно-программного комплекса на основе тетраполярной реографии и персонального компьютера с соответствующим программным обеспечением (Научно-технический центр по медицинской технике «Медасс»). Анализировались следующие данные: ЧСС (частота сердечных сокращений), SDNN (стандартное отклонение величин нормальных интервалов RR), RMSSD (квадратный корень из средней суммы квадратов разностей между

соседними RR-интервалами), SI (стресс-индекс), HF (мощность спектра высокочастотных волн), LF (мощность спектра низкочастотных волн), VLF (мощность спектра очень низкочастотных волн), TP (общая мощность спектра).

Весь полученный материал обрабатывался методами вариационной статистики. Статистическая оценка межгрупповых различий проводилась с использованием парных для спортсменов и непарных (в сравнении с контролем) критериев. Статистическая оценка межгрупповых различий проводилась с использованием критериев Стьюдента. Достоверными считались различия при уровне значимости не ниже 95 % ($P < 0.05$).

Результаты исследования

Показатели ВСП юных волейболисток и контроля приведены в табл. 1.

Таблица 1

Изменение показателей ВСП юных волейболисток при ортопробе, %

Показатель	Экспериментальная группа спортсменов		Контрольная группа n=20
	Июнь n=14	Август n=14	
ЧСС	22.0 [†] (11.8 ... 30.0)	31.9** ^{††} (26.2 ... 44.1)	15.8 ^{†††} (12.9 ... 29.1)
SDNN	-12.2 * (-21.0 ... 2.7)	-19.4 ^{††} (-52.7 ... -13.0)	-19.8 ^{†††} (-45.1 ... 11.3)
RMSSD	-2 711.7 [†] (-3 277.0 ... -2 477.8)	-2 674.5 ^{††} (-2 788.2 ... -2 496.8)	-2 623.1 ^{†††} (-2 759.7 ... -2 359.2)
SI	42.6* (-0.8 ... 76.6)	98.8 ^{††} (41.4 ... 440.1)	49.4 (-15.3 ... 261.8)

Примечание: * – различия между показателями июня и августа при ортопробе; ** – различия между показателями августа и контроля; [†] – различия между показателями июня в покое и июня при ортопробе; ^{††} – различия между показателями августа в покое и августа при ортопробе; ^{†††} – различия в контроле между состоянием покоя и при ортопробе.

Анализ результатов ВСП у юных волейболисток при ортостатической пробе показывает, что процентное соотношение ЧСС у спортсменок в июне имело достоверные различия при ($P < 0.01$), в августе при ($P < 0.01$), а также в группе контроля соответственно ($P < 0.01$). Выявлены различия между показателями августа и группы контроля ($P < 0.01$), самым низким ЧСС был в группе контроля.

У исследуемых юных волейболисток выявлены достоверные различия показателя SDNN в августе в результате увеличения тренировочных нагрузок по сравнению с июнем ($P < 0.01$), процентное соотношение SDNN у спортсменок в июне имело достоверные различия при ($P < 0.01$), а также в группе контроля ($P < 0.021$).

Показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции RMSSD юных спортсменок в ответ на ортостаз имел достоверные различия в июне ($P < 0.01$), в августе ($P < 0.01$), а также в группе контроля ($P < 0.01$).

Анализ результатов ВСП у юных волейболисток при ортостатической пробе показывает, что процентное отношение стресс-индекса увеличилось в августе по

отношению к июню при ($P < 0.035$), достоверные изменения имели место в августе ($P < 0.01$).

Более тонко дифференцировать состояние сердечного ритма позволяют спектры ритмограммы (табл. 2).

Анализ результатов ВСП у юных волейболисток при ортостатической пробе показывает, что процентное соотношение HF волн у спортсменок в июне имело достоверные различия при ($P < 0.01$), в августе при ($P < 0.01$), а также в группе контроля соответственно ($P < 0.01$). Выявлены различия между августом и июнем ($P = 0.026$). Достоверно понизилась ($P = 0.026$) низкочастотная компонента (LF) после тренировочных нагрузок, это указывает на недостаточный резерв сосудистой регуляции. Самый низкий уровень длины очень низкочастотных волн VLF) был зафиксирован в группе контроля. Под воздействием тренировочных нагрузок этот показатель понизился ($P < 0.01$), что выразилось в понижении активности симпатического сердечно-сосудистого нервного центра. Анализ результатов ВСП у юных волейболисток при ортостатической пробе показывает, что процентное соотношение общей мощности спектра (TP) у спортсменок в

Таблица 2

Изменение спектральных показателей ВСР юных волейболисток

Показатель	Экспериментальная группа спортсменов		Контрольная группа n=20
	Июнь n=14	Август n=14	
HF	-77.0*† (-82.9 ... -55.8)	-87.8†† (-94.9 ... -79.5)	-84.1††† (-92.2 ... -51.6)
LF	27.0 * (-22.6 ... 109.7)	-19.4 (-43.9 ... 28.6)	35.4 (-53.2 ... 97.8)
VLF	110.7† (28.5 ... 278.1)	41.7 (-43.2 ... 131.5)	24.8 (-46.8 ... 212.1)
TP	-25.6 * (-37.5 ... 4.4)	-40.9†† (-78.0 ... -24.0)	-34.7††† (-71.2 ... 21.4)

Примечание: Обозначения те же, что и в табл. 1.

августе имел достоверные различия при ($P < 0.01$), а также в группе контроля соответственно ($P < 0.01$).

Под воздействием тренировочных нагрузок показатели ЧСС выше, чем показатели ЧСС до нагрузок. Кроме того, в августе по сравнению с июнем статистически достоверно повысилась суммарная вариабельность и снизилась абсолютная мощность спектра низкочастотной компоненты. Данное соотношение, по-видимому, носит компенсаторный характер и направлено на сохранение гомеостаза.

Показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции RMSSD понижается, что отражается в понижении активности автономного контура регуляции. Изменения претерпел и стресс-индекс (SI), характеризующий степень напряжения регуляторных систем. Наиболее высокий процент значения стресс-индекса зарегистрирован у спортсменок в августе, что, видимо, обусловлено эмоциональными факторами и активизацией тренировочного процесса.

В положении стоя отмечалось снижение вагусных показателей ВСР (RMSSD, HF) и одновременное увеличение симпатических показателей ВСР (VLF, SI). Таким образом, в положении ортостаза происходит снижение вариабельности ритма сердца главным образом за счет уменьшения тонуса вагуса, в результате отношение, характеризующее симпато-вагусный баланс автономной нервной системы, сдвигается в

сторону преобладания симпатических влияний. Данный факт всегда отмечается при анализе ВСР в положении стоя [10].

Заключение

Результаты проведенных исследований позволяют считать ортостатический тест адекватным методом оценки функциональных резервов механизмов регуляции кровообращения.

1. Ортостатическая проба позволяет оценить как резервные возможности системы регуляции кровообращения, так и адаптационные возможности организма юных спортсменок.

2. Резкая активизация тренировочного процесса в юном возрасте ведет к сдвигу симпато-вагусного баланса в сторону преобладания симпатической активности.

3. Наблюдаемые изменения обусловлены необходимостью мобилизации функциональных резервов регуляторного механизма и связаны с включением в процесс адаптации высших вегетативных центров.

4. Ортостатическое тестирование с учетом показателей ВСР имеет несомненное диагностическое значение при оценке адаптивных реакций на физические нагрузки и способствующие выявлению ранних и скрытых изменений функционального состояния ССС, а также рациональному управлению тренировочным процессом.

Список литературы

1. Воронина Г. А. Сердечный ритм и оценка функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. междунар. симпози. Ижевск: Удм. ун-т, 1996. С. 127–128.
2. Солодков А. С. Адаптация в спорте: состояние, проблемы, перспективы // Физиол. человека. 2000. Т. 26. № 6. С. 87–93.
3. Иорданская Ф. А., Юдинцева М. С. Мониторинг здоровья и функциональная подготовленность высококвалифицированных спортсменов в процессе учебно-тренировочной работы в соревновательной деятельности. М.: Сов. спорт, 2006. 184 с.
4. Дубровский В. И. Спортивная медицина. М.: ВЛАДОС, 1999. 480 с.
5. Воронов Н. А., Мельников А. А., Викулов А. Д., Воронин С. М. Взаимосвязь между показателями вариабельности сердечного ритма в положении лежа и стоя у спортсменов // Технологии обеспечения безопасности здоровья: мат-лы междунар. науч.-практич. конф. Ярославль, 2008. 369 с.
6. Баевский Р. М. и др. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 225 с.
7. Ортостатическая гипотензия: метод. рекомендации. М., 2000. 51 с.
8. Морман Д., Хеллер Л. Физиология сердечно-сосудистой системы. СПб.: Изд-во «Питер», 2000. 256 с.

9. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // *Circulation*. 1996. V. 93. P. 1043–1095.
10. Cooke W. H., Hoag J. B., Crossman A. et al. Human response to upright tilt: a window on central autonomic integration // *J. Physiol*. 1999. V. 517. P. 617–628.

Воронов Н. А., ассистент.

Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова.

Ул. Советская, 14, г. Ярославль, Ярославская область, Россия, 150000.

E-mail: BURIKOV2001@mail.ru

Материал поступил в редакцию 07.04.2009

N. A. Voronov

ORTOSTATIC TESTING IN EVALUATION OF YOUNG FEMALE VOLLEYBALL FUNCTIONAL PREPAREDNESS

The optimization of functioning of the blood circulation apparatus is the necessary condition for the achievement of high sports results. One of the methods for revealing of the latent changes in the cardiovascular system and in the mechanisms of regulation in particular is the orthostatic testing. 14 young athletes aged 11–13 years engaged in sports volleyball were surveyed. The sports experience of children was 1–4 years, sports qualification. The orthostatic testing allows to estimate both reserve opportunities of system of regulation of blood circulation, and adaptable opportunities of young female volleyball organism.

Key words: *orthostatic testing, blood circulation apparatus, heart rate variability, young female volleyball.*

Yaroslavl Demidov State University.

Ul. Sovetskaya, 14, Yaroslavl, Yaroslavskaia oblast, Russia, 150000.

E-mail: BURIKOV2001@mail.ru