

УДК 612.176

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ АКТИВИЗАЦИИ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА У ЮНЫХ ВОЛЕЙБОЛИСТОК

© 2010 г.

Н.А. Воронов

Ярославский госуниверситет им. П.Г. Демидова

burikov2001@mail.ru

Поступила в редакцию 23.11.2009

Изучены особенности симпато-вагусного баланса при активизации тренировочного процесса у юных волейболисток. Обследованы 14 юных спортсменок в возрасте от 11 до 13 лет, занимающихся волейболом. Спортивный стаж детей – от 2 до 3 лет. Полученные результаты свидетельствуют об увеличении сердечного ритма и о сдвиге сердечных симпато-вагусных влияний в сторону роста симпатической активности.

Ключевые слова: ортостатическое тестирование, сердечно-сосудистая система, центральная гемодинамика, нагрузочный мезоцикл, юные волейболистки.

Введение

Проблема диагностики функционального состояния у спортсменов актуальна в практическом спорте и спортивной медицине [1]. Для спортивных тренеров быстрая и своевременная оценка текущего функционального состояния дает важную информацию для планирования тренировочной нагрузки. Неадекватность нагрузки может проявляться либо в снижении прироста тренированности вследствие низкого уровня нагрузки, либо в развитии нежелательных синдромов перенапряжения и перетренировки вследствие ее избыточности [2]. Среди показателей, относящихся к функциональной диагностике, большой интерес имеют индексы центральной гемодинамики (ЦГД). Они тесно связаны с общей физической работоспособностью, а также отражают запасы и текущий уровень активности регуляторных систем [3].

Ортостатическое тестирование с учетом показателей центральной гемодинамики имеет диагностическое значение при оценке функционального состояния аппарата кровообращения у спортсменов [4, 5].

Спортивная подготовка в любом виде спорта строится на основе тренировочных циклов различной продолжительности: микро-, мезо- и макроциклов. Мезоцикл представляет собой относительно целостный этап тренировочного процесса продолжительностью от 4 до 6 недель. В базовых мезоциклах проводится основная работа по повышению функциональных возможностей различных систем организма спортсмена, развитию физических качеств, становле-

нию технической, тактической и психической подготовленности. В нагрузочных мезоциклах объем и интенсивность тренировочных нагрузок многократно возрастает, что используется для активации процессов роста различных сторон спортивной подготовленности [6].

Несмотря на значительный объем исследований состояния центральной гемодинамики у спортсменов [7–9], работ, относящихся к анализу влияния различных по своему характеру мезоциклов (или тренировочных периодов с разными особенностями нагрузок), все еще недостаточно. Таким образом, целью исследования было изучение влияния нагрузочного мезоцикла на показатели ЦГД у юных волейболисток.

Материалы и методы исследования

Обследованы юные спортсменки ($n = 14$) в возрасте от 11 до 13 лет, занимающиеся волейболом. Спортивный стаж детей – от 2 до 3 лет. Объем привычной недельной нагрузки составил 8–10 часов. Нагрузочный мезоцикл проходил на летнем учебно-тренировочном сборе. В нагрузочном мезоцикле использовались высокие тренировочные (по объему и интенсивности) нагрузки, объем тренировочной недельной нагрузки увеличился в 3 раза и составил 24–27 часов. Контрольную группу составили практически здоровые дети ($n = 20$) такого же возраста, не занимающиеся спортом.

Показатели ЦГД определяли методом тетраполярной реографии на аппарате «Медасс» (Россия) в положении лежа. Регистрировали следующие показатели ЦГД: частота сердечных

Таблица 1

Показатели ЦГД в покое до и после окончания нагрузочного мезоцикла у юных волейболисток

Показатели	Спортсмены			Контроль
	Июнь	Август	P1	
АДСр, мм рт. ст.	68.4±4.8	66.2±6.7	н/д	68.1±6.7
САД, мм рт. ст.	101.8±9.5	98.9±8.3	н/д	98.3±8.2
ДАД, мм рт. ст.	51.6±7.5	49.9±8.3	н/д	53.0±8.7
ЧСС, уд/мин	71.2±8.8	72.7±8.0	0.036	75.8±8.4
УОК, мл	60.7±8.3	62.3±12.0	н/д	59.2±12.2
ДН, мм рт. ст.	21.3±2.2	20.6±2.1	н/д	20.2±1.5
ОПС, дин/с/см ⁻⁵	1316.8±208.4	1233.6±286.9	н/д	1299.1±300.8
МОК, л/мин	4.3±0.6	4.5±0.9	н/д	4.4±1.0
ПН	0.102±0.011♦	0.094±0.009	0.020	0.091±0.008

Примечание: P1 – достоверные различия между августом и июнем ($p < 0.05$); ♦ – достоверные различия между спортсменками и контролем ($p < 0.05$); н/д – различия не достоверны.

сокращений (ЧСС), ударный объем крови (УОК), минутный объем крови (МОК), сердечный индекс (СИ), артериальное давление среднее (АДСр), систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), давление наполнения (ДН), общее периферическое сопротивление (ОПС), период напряжения миокарда (ПН).

Применялась активная ортостатическая проба с регистрацией реакции (Δ) показателей центральной гемодинамики (Δ ЧСС, Δ ДАД, Δ САД, Δ АДСр, Δ АДпульсовое, Δ УОК, Δ МОК) в течение 5 мин лежа и в течение 4 мин стоя.

Весь полученный материал обрабатывали методами вариационной статистики с определением среднего арифметического (M) и стандартного среднеквадратичного отклонения. Статистическую оценку межгрупповых различий проводили с использованием парных (критерий Вилкоксона) для спортсменов и непарных (критерий Манна – Уитни при сравнении показателей у спортсменок с показателями в контроле) критериев. Достоверными считались различия при уровне значимости не ниже 95% ($p < 0.05$) [10].

Результаты исследования и их обсуждение

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

При анализе показателей ЦГД юных волейболисток до нагрузочного мезоцикла (в июне) и после нагрузочного мезоцикла (в августе) не выявлено достоверных различий по АДСр, САД, ДАД, УОК, ДН, ОПС, МОК. Не было достовер-

ных различий этих показателей и при сравнении с контролем.

Исключение составило небольшое, но достоверное ($p = 0.036$) повышение ЧСС после нагрузочного мезоцикла у спортсменок относительно показателя до мезоцикла. Изменился также и показатель ПН, который стал достоверно ($p < 0.05$) короче в августе по сравнению с июньским уровнем. Следовательно увеличение ЧСС после нагрузочного периода произошло за счет укорочения периода напряжения, поскольку период изгнания и период расслабления не изменились достоверно. Период напряжения у спортсменок в июне был также длиннее, чем в контроле, что указывает на более экономичное функционирование сердца. Эти изменения могут свидетельствовать о небольшом сдвиге симпато-вагусных влияний на сердце в сторону ослабления тонуса вагуса и, следовательно, росте симпатической активности вегетативной нервной системы. Можно полагать, что резкая активация тренировочных нагрузок может отменять хорошо известный феномен роста активности тонуса вагуса [11] и, напротив, вызывать ингибирование парасимпатических влияний в состоянии относительного покоя. Эти едва заметные сдвиги в ритме сердечных сокращений скорее указывают на неполное восстановление и накопление факторов утомления в организме юных спортсменок после серии изнурительных тренировочных нагрузок.

Показатели изменения реакции ЦГД юных волейболисток и контроля при ортостатической пробе приведены в табл. 2. При анализе изменения реакции ЦГД юных волейболисток при

Таблица 2

Изменение реакции (Δ) показателей ЦГД юных волейболисток при ортостатической пробе (в абсолютных значениях)

Показатели	Спортсмены			Контроль
	Июнь	Август	P1	
АД пульсовое, мм рт. ст.	-11.7±8.6	-14.6±9.4♦	н/д	-7.3±7.3
АДСр, мм рт. ст.	17.3±5.8♦	15.3±7.5♦	н/д	10.1±5.2
САД, мм рт. ст.	9.6±5.7♦	5.6±8.2	н/д	5.2±5.2
ДАД, мм рт. ст.	21.2±7.6♦	20.1±9.0♦	н/д	12.6±6.7
ЧСС, уд/мин	14.1±8.7	24.7±8.6♦	0.0001	14.5±7.9
УОК, мл	-18.1±5.5	-23.1±8.5♦	0.013	-14.7±10.0
МОК, л/мин	-0.7±0.4	-0.7±0.7	н/д	-0.5±0.7

Примечание: P1 – достоверные различия между августом и июнем ($p < 0.05$); ♦ – достоверные различия между спортсменками и контролем ($p < 0.05$); н/д – различия не достоверны.

ортостатической пробе до нагрузочного мезоцикла (в июне) и после нагрузочного мезоцикла (в августе) не было выявлено достоверных различий по АДпульсовое, АДср, САД, ДАД, МОК. Не было достоверных различий в июне АДпульсовое, ЧСС, УОК, МОК и в августе САД, МОК при сравнении с контролем.

При анализе Δ ЧСС обращают на себя внимание достоверно высокие ($p < 0.0001$) цифры различий между спортсменками в августе и июне и между контролем и спортсменками в августе ($p < 0.001$). Известно, что адаптация к различным по мощности режимам работы осуществляется в большей степени за счет ЧСС [12], которая увеличивается пропорционально мощности нагрузки [13].

У спортсменок в августе Δ САД заметно ниже (5.6 ± 8.2 мм рт. ст.), чем у спортсменок в июне (9.6 ± 5.7 мм рт. ст.; $p < 0.045$). Величины Δ АД пульсовое имели достоверное различие контроля к спортсменкам в августе (-7.3 ± 7.3 против -14.6 ± 9.4 при $p < 0.017$), а реакция АДср и ДАД контроля к спортсменкам в августе (10.1 ± 5.2 к 15.3 ± 7.5 при $p < 0.024$; 12.6 ± 6.7 к 20.1 ± 9.0 при $p < 0.009$) и к спортсменкам в июне (10.1 ± 5.2 к 17.3 ± 5.8 при $p < 0.001$; 12.6 ± 6.7 к 21.2 ± 7.6 при $p < 0.001$). При анализе Δ УОК обращают на себя внимание достоверно высокие ($p < 0.013$) цифры различий для спортсменок в августе и июне и между контролем и спортсменками в августе ($p < 0.016$). В покое тренированное мышечное сердце становится в меньшей мере подверженным влиянию симпатической и в большей – парасимпатической регуляторной системы, что обеспечивает на фоне редкого пульса более мощное сокращение сердца и как следствие – высокие показатели УОК [14]. С нарастанием мощности и интенсивности тренировочных нагрузок УОК уменьшается за счет снижения наполнения желудочков при увели-

чении ЧСС, авторы работы [14] сделали заключение о зависимости ЦГД от объема и интенсивности тренировочных нагрузок.

Заключение

Состояние ЦГД в условиях относительного покоя являются мало изменчивыми даже под воздействием резкой активизации тренировочного процесса. Небольшое ускорение сердечного ритма в покое после серии высоких нагрузок может свидетельствовать о сдвиге сердечных симпатико-вагусных влияний в сторону роста симпатической активности, что, в целом, может указывать на аккумуляцию утомления и/или неполное восстановление. Полученная информация позволяет выявить спортсменок, которым требуются восстановительные мероприятия для предупреждения появления перетренировки.

Использование в практике спортивной медицины метода тетраполярной реографии центрального пульса позволяет оперативно и необременительно для спортсменки измерять величины ЦГД как в условиях покоя, так и при выполнении различных видов мышечных нагрузок неопределяемой мощности, а также получать кривые переходных процессов изменения ЦГД. Это, в свою очередь, создает возможности для повышения уровня достоверности оценки функционального состояния аппарата кровообращения спортсменки, а также имеет несомненное значение при оценке адаптивных реакций на физическую нагрузку.

Список литературы

1. Иорданская Ф.А., Юдинцева М.С. Мониторинг здоровья и функциональная подготовленность высококвалифицированных спортсменок в процессе учебно-тренировочной работы в соревновательной деятельности. М.: Советский спорт, 2006. 184 с.

2. Платонов В.Н. Закономерности и принципы системы спортивной подготовки. М.: СААМ, 1995. С. 20–29.
3. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. Руководство для врачей. Л.: Медицина, 1989. 464 с.
4. Корнеева И.Т. Ортостатическое тестирование в оценке функциональной готовности юных спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2002. № 2. С. 9–12.
5. Winker R., Barth A., Bidmon D. et al. Endurance exercise training in orthostatic intolerance: a randomized, controlled trial // Hypertension. 2005. V. 45. P. 391–398.
6. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. Учебник тренера высшей квалификации. Киев: Олимпийская литература, 2004. 656 с.
7. Красноперова Т.В., Шлык Н.И., Геровская Г.А., Шумихина И.И. Особенности центральной гемодинамики у спортсменов с различной активностью вегетативной регуляции ритма сердца // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2004. Т. 90. № 8. С. 199–200.
8. Городниченко Э.А., Грицук А.Д. Особенности адаптивных реакций центральной гемодинамики у юношей 18–22 лет при напряженной мышечной деятельности. Научные труды 1 Съезда физиологов СНГ. Том 1. М.: Медицина. Здоровье, 2005. С. 178.
9. Tank J., Baevsky R. M., Week M. Hemodynamic regulation during postural tilt: Assessed by heart rate acid blood-press are variability combined with impedance cardiography // Wien. Med. Wschr. 1995. V. 145. P. 616–625.
10. Brown C.M., Hainsworth R. Forearm vascular responses during orthostatic stress in control subjects and patients with posturally related syncope. Clin Auton Res. 2000. N 10. P. 57–61.
11. Goldsmith R.L., Bigger J.J., Steinman R.C. et al. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance-trained and untrained young men // J. Am. College Card. 1992. V. 20. P. 552–559.
12. Forjaz C.L., Matsudaira Y., Rodrigues F.B., Nunes N., Negrao C.E. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans // Braz. J. Med. Biol. Res. 1998. V. 31. № 10. P. 1247–1255.
13. Исмагилова Н.В. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы детей 9–12 лет с различными типами кровообращения при ортостатической пробе: Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. Казань, 1997. 21 с.
14. Абзалов Р.А., Вахитов И.Х., Сафин Р.О., Кабыш Е.Г. Показатели ударного объема крови у юношей, занимающихся физическими упражнениями динамического и статического характера // ТиПФК. 2002. № 2. С. 13–14.

**SOME PECULIARITIES OF CENTRAL HEMODYNAMICS REGULATION
IN YOUNG FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS IN THE COURSE
OF TRAINING PROCESS INTENSIFICATION**

N.A. Voronov

Some peculiarities of the sympathovagal balance in young female volleyball players in the course of training process intensification have been studied. 14 young athletes aged 11 to 13 years with the experience of playing volleyball for 2–3 years have been examined. The results show an increase in heart rate and a shift of cardiac sympathovagal influences in the direction of increasing sympathetic activity.

Keywords: orthostatic testing, cardiovascular system, central hemodynamics, loading mesocycle, young female volleyball players.