

© Кудря О.Н., 2012
УДК 612.1:612.8.04:796.071

ВОЗРАСТНЫЕ АСПЕКТЫ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ РАЗНОГО ПОЛА

О.Н. Кудря

Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск

В статье показаны особенности вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы спортсменов разного возраста и пола. Установлено, что созревание сегментарных отделов вегетативной нервной системы у спортсменов разного пола протекает гетерохронно. Функциональная активность высших надсегментарных структур ВНС, участвующих в формировании адаптивного ответа сердечно-сосудистой системы в ответ на ортостатическое воздействие, проявляется в возрастном диапазоне 9-14 лет и не зависит от половой принадлежности испытуемых.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, спектральный анализ вариабельности сердечного ритма, вегетативная нервная система, спортсмены.

Важным звеном в системе врачебно-педагогического контроля, а именно, в исследовании состояния системы кровообращения, является оценка вегетативной регуляции деятельности сердца.

Незавершенность организации физиологических систем и механизмов их регуляции у детей и подростков увеличивает риск возникновения функциональных нарушений под воздействием факторов внешней среды. Кроме того, на разных этапах онтогенеза у разных организмов одинаковые воздействующие факторы могут иметь различное значение, что, по-видимому, определяется характером адаптационно-приспособительных механизмов, «зрелостью» функциональных систем, их взаимодействием.

По мнению Н.Б. Панковой [6], дополнительная физическая нагрузка приводит к ускорению процессов функционального созревания систем вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы детей и подростков, к ее более быстрому переходу на «взрослый» тип формирования адаптивного ответа. Однако, данные о возрастнo-половых особенностях вегетативной регуляции сердечно-сосудистой

системы у лиц, систематически занимающихся спортом, немногочисленны и противоречивы [7,10].

Цель настоящего исследования – выявление особенностей вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы у спортсменов разного возраста и пола.

Материалы и методы

В исследовании принимали участие спортсмены семи возрастных групп: 9–10 лет, n=46 (28 мальчиков и 18 девочек), 11–12 лет, n=45 (26 мальчиков и 19 девочек), 13–14 лет, n=53 (33 мальчиков и 20 девочек), 15–16 лет, n=73 (52 юношей и 21 девушек), 17–18 лет, n=117 (87 юношей и 30 девушек), 19–20 лет, n=76 (51 юношей и 25 девушек), 21–25 лет, n=54 (35 мужчин и 19 женщин). Спортивная квалификация испытуемых: от юношеских разрядов в младших возрастных группах до мастеров спорта международного класса в старших возрастных группах.

Запись кардиоритмограммы в покое и при выполнении активной ортостатической пробы (АОП) выполняли с использованием 12-канального кардиографа «Полиспектр-8» фирмы «Нейрософт» (г. Ива-

ново). Данный аппаратно-программный комплекс позволяет проводить автоматическую обработку данных на персональном компьютере.

Для оценки состояния механизмов нейрогуморальной регуляции сердца, активности сегментарных и надсегментарных отделов вегетативной нервной системы использовали спектральный метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). При анализе ВСР использовали короткие (5-минутные) записи в соответствии с Международным стандартом (1996) [11].

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета статистических программ Statistica 6.0 for Windows. Проверку на нормальность распределения проводили с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. Для оценки достоверности различий несвязанных выборок использовали t-критерий Стьюдента (для параметров с нормальным распределением) и U-критерий Манна-Уитни (для параметров, которые не подчиняются закону нормального распределения).

Результаты и их обсуждение

По мнению ряда авторов, в 15-16 лет наблюдается стабилизация регуляции сердечного ритма, что, вероятно, свидетельствует о завершении адаптационных перестроек и формировании оптимальной регуляции к этому этапу онтогенеза [1,6,9]. Половые различия по показателям вариабельности ритма сердца отмечены от 9 до 14 лет [1,9]. А.Р. Киселев [5] обнаружил, что спектральные составляющие вариабельности сердечного ритма у взрослых людей не несут в своей сущности половой дифференциации, что свидетельствует о единой структурной организации системы вегетативного управления сердцем у человека. Однако, многие авторы указывают на половые различия, отмечая у женщин преобладание HF-волн, а у взрослых мужчин – LF-волн [8].

По данным А.Р. Галеева с соавт. [1], общая мощность спектра (ТР, мс^2), отражающая суммарную активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм, с

возрастом увеличивается как у мальчиков, так и у девочек, но увеличение носит волнообразный характер.

В результате проведенных нами исследований, выявлено, что достоверные различия между спортсменами разного пола по показателям ТР отмечены в возрасте от 9 до 14 лет, т.е. на первоначальном этапе адаптации к физическим нагрузкам. Прослеживается разнонаправленная динамика данного показателя у лиц разного пола (рис.1).

Максимальная активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм наблюдается у мальчиков в возрасте от 9 до 16 лет, в последующем постепенно снижается. У девочек, напротив, в возрасте 9-16 лет идет нарастание общей мощности спектра, которая в дальнейшем стабилизируется (17-18 лет) и незначительно снижается в старших возрастных группах.

Динамика LF-волн и VLF-волн у спортсменов с возрастом меняется незначительно и имеет однонаправленные колебательные изменения у спортсменов разного пола.

Мощность дыхательных волн, отражающая вагусный контроль сердечного ритма, составляет основной вклад в общую мощность спектра (в %) у мальчиков в возрасте 9-10, 11-12 и 13-14 лет (47%, 39% и 36%), у девушек в возрасте 15-16, 17-18, 19-20 и 21-25 лет (39%, 45%, 40%, 43%).

Высокие значения ТР и HF, часто встречаемые у подростков, по мнению В.М. Михайлова [3] следует трактовать как несовершенство регуляторных механизмов – «незавершенная адаптация», или, точнее, «поисковая стадия адаптации».

Таким образом, анализируя показатели спектрального анализа ВСР в состоянии покоя, следует отметить, что признаки «незрелости» регуляторных механизмов, в частности парасимпатического отдела ВНС, более ярко выражены у спортсменов мужского пола в возрастном диапазоне 9-16 лет. Увеличение парасимпатических влияний на сердечный ритм в старших возрастных группах у девушек, вероятно, следует рассматривать как результат влияния систематических занятий спортом на сердечно-сосудистую систему.

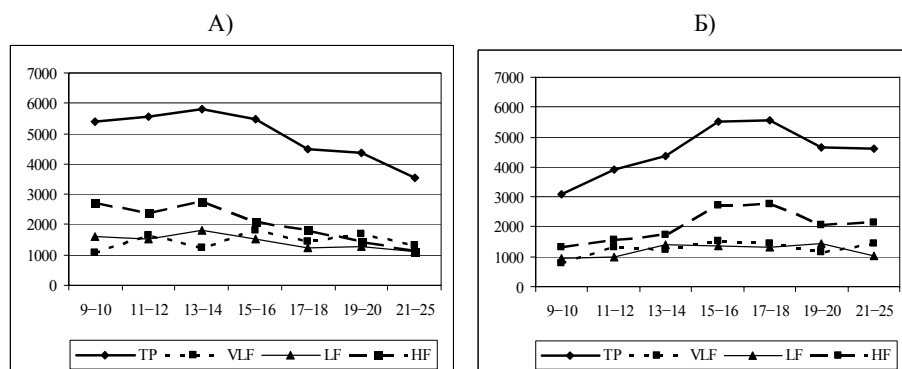


Рис. 1. Возрастные изменения медленно-волновой структуры спектра ВСП (мс^2) у спортсменов разного пола: А) – мальчики; Б) – девочки.

На сегодняшний день установлено, что активность сегментарных отделов ВНС (симпатического и парасимпатического) не сводится к простому антагонизму, а имеет характер сложных реципрокных взаимодействий, варьирующих в зависимости от конкретного вида адаптивной деятельности организма [4]. Можно предположить, что повышенная активность парасимпатического отдела ВНС у

мальчиков в возрастном диапазоне 9-16 лет связана с отставанием в созревании симпатического отдела.

Для оценки функциональных возможностей вегетативной нервной системы в формировании адаптивного ответа организма на воздействие внешних факторов, использовали активную ортостатическую пробу (АОП).

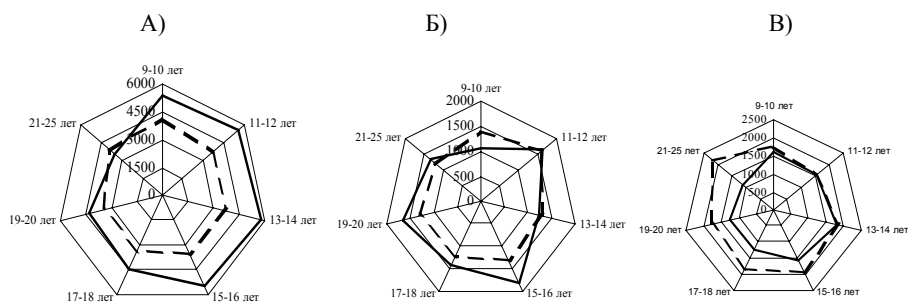


Рис. 2. Показатели общей мощности спектра ВСП (TP, мс^2) (А), абсолютной мощности VLF-волн (мс^2) (Б), LF-волн (В) в покое и при проведении АОП у спортсменов мужского пола разных возрастных групп. Примечание: — покой; - - - АОП.

При проведении АОП отмечено значимое снижение общей мощности спектра у спортсменов мужского пола в группах 9-10, 11-12, 13-14 и 15-16 лет (рис.2А), у спортсменок – в группах 15-16, 17-18, 19-20 и 21-25 лет (рис.3А). Во всех возрас-

тных группах у спортсменов обоего пола выявлено достоверное снижение мощности высокочастотных волн (HF-волн).

Наибольший интерес представляет анализ динамики медленных (LF) и очень медленных (VLF) волн при проведении

АОП. В младших возрастных группах (11-12 и 13-14 лет) у спортсменов мужского пола активность высших вегетативных центров (VLF-компонента) при проведении АОП не изменяется и незначительно снижается в старших возрастных группах

(рис.2Б). Активность симпатического отдела ВНС (LF-компонента) в младших возрастных группах не изменяется и значительно возрастает, начиная с 15-16-летнего возраста (рис.2В).

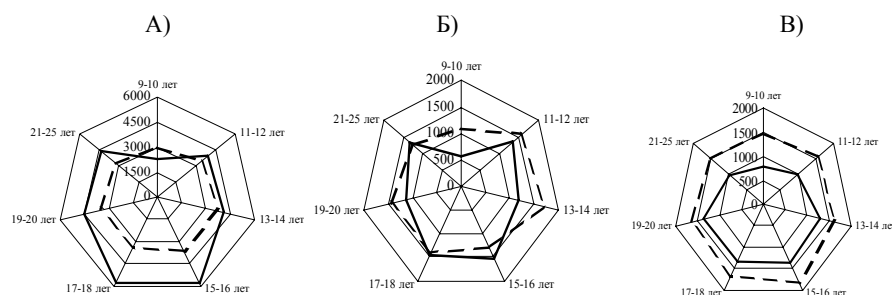


Рис. 3. Показатели общей мощности спектра ВСР (ТР, мс²) (А), абсолютной мощности VLF-волн (мс²) (Б), LF-волн (В) в покое и при проведении АОП у спортсменов разных возрастных групп. Примечание: — покой; - - - АОП

У спортсменок наблюдается повышение активности надсегментарных отделов ВНС (VLF-компонента) (рис.3Б) в возрасте 9-10, 11-12, 13-14 и 19-20 лет при проведении АОП и активация симпатического отдела (LF-компонента) ВНС во всех возрастных группах (рис.3В).

Как известно, параметры VLF характеризуют влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и могут использоваться как надежный маркер степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе, с гипофизарно-гипоталамическим и корковым уровнем. Можно предположить, что функциональное созревание высших надсегментарных структур, участвующих в формировании ритма сердца и реализующих процесс срочной адаптации сердечно-сосудистой системы к воздействию внешних факторов не несет половой дифференциации в возрастном диапазоне 9-14 лет и связано с определенным периодом онтогенеза.

Анализ динамики LF-волн позволяет судить о вовлечении симпатического от-

дела ВНС в реализацию адаптивного ответа организма на внешнее воздействие. Отсутствие роста активности вазомоторного центра при изменении тела в пространстве является признаком снижения функциональных резервов регуляции и может рассматриваться как показатель неадекватной реакции на ортостатическое воздействие [7].

При проведении АОП у мальчиков младших возрастных групп (9-10, 11-12 и 13-14 лет) отсутствует увеличение активности вазомоторного центра, что следует рассматривать как отставание, или «незрелость» в развитии симпатического отдела ВНС по сравнению с девочками. Начиная с 15-16 лет, как у юношей, так и у девушек, возрастает роль симпатического отдела ВНС в процессах срочной адаптации сердечно-сосудистой системы к внешним воздействиям.

Исходя из значимости симпатической нервной системы в формировании адаптивного ответа на стрессорное воздействие, можно предположить, что раннее созревание симпатического отдела ВНС свидетельствует о высокой мобили-

зационной готовности сердечно-сосудистой системы девочек 9-14 лет и более «зрелых» адаптивно-приспособительных реакций организма в ответ на внешнее воздействие.

Выводы

1. Функциональное созревание сегментарных отделов ВНС носит гетерохронный характер у спортсменов разного пола: у спортсменок отмечено раннее созревание симпатического отдела ВНС (9-10 лет); у спортсменов в возрастном диапазоне 9-14 лет отмечены признаки «незрелости» как симпатического, так и парасимпатического отдела ВНС.
2. Функциональное созревание высших надсегментарных структур, участвующих в формировании адаптивного ответа сердечно-сосудистой системы на внешнее воздействие (АОП), не несет половой дифференциации в возрастном диапазоне 9-14 лет.

Литература

1. Галлеев А.Р. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6-16 лет / А.Р. Галлеев, Л.Н. Игишева, Э.М. Казин // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, №4. – С. 54-58.
2. Демидов В.А. Влияние повышенной двигательной активности на кардиогемодинамическую устойчивость подростков в условиях напряженной информационной нагрузки / В.А. Демидов, Д.Н. Мальцев, Ф.А. Мавлиев // Физиология человека. – 2008. – Т. 34, №4. – С. 133-140.
3. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Иванов: Иван. гос.мед. академия, 2002. – 290 с.
4. Ноздрачев А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, №6. – С. 95-101.
5. Оценка вегетативного управления сердцем на основе спектрального анализа вариабельности сердечного ритма / А.Р. Киселев [и др.] // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, №6. – С. 37-43.
6. Повышение уровня физической нагрузки школьников как метод профилактики задержки в функциональном развитии регуляторных систем организма / Н.Б. Панкова [и др.] // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2008. – №2. – С. 6-9.
7. Ритм сердца у спортсменов / под ред. Р.М. Баевского, Р.Е. Мотылянской. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 143 с.
8. Флейшман А.Н. Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики: нелинейные феномены в клинической практике / А.Н. Флейшман. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 194 с.
9. Хаспекова Н.Б. Диагностическая информативность мониторингирования вариабельности ритма сердца / Н.Б. Хаспекова // Вестник аритмологии. – 2003. – №32. – С. 15-23.
10. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во УГУ, 2009. – 255 с.
11. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability / Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use // Circulation. – 1996. – Vol. 93. – P. 1043-1065.

**AGE ASPECTS OF VEGETATIVE REGULATION
CARDIO-VASCULAR SYSTEM BY SPORTSMEN OF BOTH SEXES**

In this article are described the peculiarities of vegetative regulation cardio-vascular system by sportsmen of both sexes. It is established that maturation of segment sections of vegetative nervous system by sportsmen of both sexes is proceeded heterochrony. Functional activity of the highest oversegment structures of vegetative nervous system which participate in forming adaptive answer cardiovascular system in response to orthostatic influence is shown at the age of 9 – 14 years and don't depend on sex of person.

Key words: *cardio-vascular system, spectrum analysis of variability of heart rhythm, vegetative nervous system, sportsmen.*

Кудря О.Н. – к.б.н., доцент кафедры медико-биологических проблем ФКиС Сибирского государственного университета физической культуры и спорта, доцент.
E-mail: olga27ku@mail.ru.