УДК 616.127–005

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РИТМА СЕРДЦА ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

К.А. Кашицина, Ю.В. Горбачёва
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Выявлены основные особенности применения метода оценки вариабельности сердечного ритма у младших школьников. На основе анализа литературных источников и собственных заключений сформулированы методические рекомендации по оптимизации исследований типологических особенностей вариабельности сердечного ритма у младших школьников. Отмечена важность применения метода оценки вариабельности сердечного ритма как показателя функционального состояния сердечно-сосудистой и нервно-гуморальной систем у детей в младшем школьном возрасте.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, младший школьный возраст, вариационный ряд, сердечно-сосудистая система, нервно-гуморальная регуляция.

Младший школьный возраст (7–10 лет) является наиболее чувствительным к несоответствию средовых воздействий и функциональных возможностей организма. С поступлением ребенка в школу зачастую наблюдается снижение двигательной активности, сопровождающееся ухудшением здоровья. Процесс адаптации детей к условиям образовательной среды сопровождается изменением функционального состояния физиологических систем организма, а также напряжением регуляторных механизмов [4].

Для оценки состояния здоровья, функциональных резервов организма и особенностей регуляции в последние десятилетия активно используется в прикладной физиологии и клинической практике метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) [3]. В том числе в школьной медицине динамика спектральных показателей ВСР на дозированную умственную нагрузку может быть использована для оценки регуляции умственной деятельности младших школьников, а также применяться в качестве контрольного метода оценки функционального состояния детей [2].

В физиологических условиях регуляция сердечного ритма является результатом ритмической активности автоматических клеток синусового узла, модулирующего влияния вегетативной и центральной нервной систем, гуморальных и рефлекторных воздействий.

Метод ВСР основан на распознавании и измерении временных интервалов между *R*-зубцами (*RR*-интервалы) электрокардиограммы (ЭКГ), построении динамических рядов кардиоинтервалов и последующем анализе полученных числовых рядов различными математическими методами. При анализе динамических рядов кардиоинтервалов следует различать кратковременные («короткие») записи – данные исследований, проводимых в течение минут, десятков минут или нескольких часов, и долговременные («длинные») – данные, получаемые при 24- и 48-часовом мониторировании ЭКГ (холтеровское мониторирование).

Для регистрации ВРС кроме ЭКГ можно использовать и другие методы, записывающие циклы сердечных сокращений (реографию, плетизмографию, допплерографию магистральных артерий, эхокардиографию).

Выявленные типологические особенности ВСР, независимо от возраста, пола и занятий спортом, указывают, что функциональные и адаптационные возможности организма индивидуальны и реализуются у разных людей с разным включением регуляторных систем, что позволяет прогнозировать эти возможности, управлять динамическим здоровьем и процессом физической активности.

Поэтому усредненные показатели ВСР у детей с разными преобладающими типами функционирования регуляторных систем в покое ведут к ложной интерпретации полученных результатов.

ВСР отчетливо видна при графическом представлении последовательности длительностей *RR*-интервалов за определенный временной промежуток. По оси ординат откладывается длительность *RR*-интервалов. Если по оси абсцисс откладывается номер кардиоинтервала, то она называется кардиоинтервалограммой, если время – кардиоритмограммой (или просто ритмограммой).

Кардиоинтервалограмма, по предложению Д. Жемайтите, изображается в виде столбиковых диаграмм, а ритмограмма традиционно представляется в виде кривой. Существуют свои особенности построения ритмограммы, связанные с тем, что по оси абсцисс откладывается время в секундах, а *RR*-интервалы имеют неодинаковые длительности, несоответствующие целой секунде. Для решения этой проблемы дискретные значения *RR*-интервалов принимаются за опорные точки. Точки последовательно откладываются по оси абсцисс,

а затем проводится переоцифровка полученной кривой с постоянным шагом времени. В итоге этих манипуляций получается весьма наглядная и удобная для оценки ритмограмма.

Частотный спектр, получаемый при анализе кратковременных записей ЭКГ, согласно «Стандартам измерения, физиологической интерпретации и клиническому использованию вариабельности ритма сердца», разбит на 3 диапазона: очень низкочастотный (VLF) с границами от 0 до 0,04 Гц, низкочастотный (LF) с границами от 0,04 до 0,15 Гц и высокочастотный (HF) с границами от 0,15 до 0,4 Гц. Таким образом, первый пик называется очень низкочастотным, второй – низкочастотным, а третий – высокочастотным. Наряду с оценкой амплитуды этих пиков принято анализировать также спектральную мощность по диапазонам, которая вычисляется как площадь под кривой, которую образуют соответствующие волновые пики.

Высокочастотные колебания ЧСС (HF-компонент) связаны с дыхательными движениями и отражают вагусный контроль ритма сердца.

Более противоречива интерпретация LF-компонента, который, как полагают одни, является маркером симпатической модуляции, связанной с регуляцией среднего уровня артериального давления, и, как полагают другие, отражает влияние как симпатических, так и парасимпатических воздействий и может быть связан с активностью барорефлекса, температурной регуляцией, поддержанием гомеостаза при стрессах, кровотечениях, сердечной недостаточности [1].

VLF-компонент частотного спектра представляет систему, использующую гуморальные механизмы. В частности, выявлена прямая связь между выраженностью этих волн и колебаниями уровней адреналина, норадреналина, активностью системы «гипофиз – надпочечники».

Каждый из вышеуказанных 3 компонентов спектра исследуется путем вычисления абсолютных показателей ВСР, представляющих собой среднюю мощность колебаний ритма сердца в каждом из вышеуказанных 3 диапазонов и обозначаемых соответственно: VLF, LF и HF.

Следует учитывать, что при анализе ВСР, независимо от возраста и гендерных особенностей исследуемых, наблюдается наличие большого разброса показателей и при этом ярко выраженных индивидуальных (типологических) особенностей функционального состояния регуляторных систем. Выявленные типологические особенности ВСР у исследуемых указывают, что функциональные и адаптационные возможности организма индивидуальны и реализуются у разных людей с разным включением регуляторных систем.

Таким образом, при использовании метода спектрального анализа колебаний ЧСС для исследования функционального состояния младших школьников с различным уровнем физической нагрузки необходимо принимать во внимание, что интенсивность этих колебаний в высокочастотном диапазоне в значительной мере зависит от частоты и глубины дыхания, а мощные низкочастотные колебания могут определяться относительно редкими одиночными волнами тахикардии, возникающими, например, при проглатывании накапливающейся слюны. Избежать связанных с этими явлениями ошибок в оценке проявлений хронотропной регуляции сердца в спектрах колебаний ЧСС можно лишь прибегнув хотя бы к простейшим методам регистрации как дыхания, так и актов глотания.

Получение надежных количественных оценок вклада симпатической системы в интенсивность колебаний ЧСС ограничивается тем, что в происхождении низкочастотных колебаний ЧСС, которые часто считают «симпатическими», участвуют и вагусные сигналы. Получивший широкое распространение способ «обходить» это ограничение, вычисляя отношение мощностей колебаний в низкочастотных и высокочастотных диапазонах, может быть действительно полезным лишь в весьма специфических условиях: когда требуется оценить изменение соотношения симпатических и парасимпатических воздействий при некоторой пробе, но наперед известно, что симпатический приток к водителю ритма должен при этом возрасти, а приток парасимпатических сигналов может лишь снизиться или остаться прежним.

Использование методов анализа колебаний ЧСС, позволяющих следить за изменением спектрального состава этих колебаний на коротких промежутках времени, несомненно, может в большей мере способствовать пониманию количественного и качественного вклада механизмов регуляции сердечной деятельности и отслеживать изменения функциональных состояний младших школьников под воздействием различных физических нагрузок.

Литература

1. Котельников, С.А. Вариабельность ритма сердца: представления о механизмах / С.А. Котельников, А.Д. Ноздрачев, М.М. Одинак. – СПб.: Медицина, 2002. – 159 с.

2. Снежицкий, В.А. Методологические аспекты анализа вариабельности сердечного ритма в клинической практике / В.А. Снежицкий // Медицинские новости. – 2006. – № 4. – С. 5–8.

3. Сравнительные особенности вариабельности сердечного ритма у студентов, проживающих в различных природно-климатических регионах / Н.А. Агаджанян, Т.Е. Батоцыренова, А.Е. Северин и др. // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, № 6. – С. 66–70.

4. Типологические особенности функционального состояния регуляторных систем у школьников и юных спортсменов (по данным анализа вариабельности сердечного ритма) / Н.И. Шлык, Е.Н. Сапожникова, Т.Г. Кириллова и др. // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 6. – С. 85–93.

Поступила в редакцию 20 апреля 2012 г.