

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В КАРДИОЛОГИИ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2009

УДК 616.12-008.318-036.8

Вариабельность сердечного ритма и методы ее оценки

*Е. З. Голухова**, *А. М. Алиева*, *Т. Т. Какучая*,
В. М. Воеводина, *Г. Г. Аракелян*, *Д. В. Мрикаев*

Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева
(дир. – академик РАМН Л. А. Бокерия) РАМН, Москва

За последние два десятилетия получено много доказательств связи между состоянием вегетативной регуляции деятельности сердца и смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний. Известно, что ригидные ритмы, то есть ритмы с малой вариабельностью, наблюдаются при нарушениях вегетативной регуляции сердца и повреждении автоматических клеток синусного узла. В популяционном исследовании Североамериканской многоцентровой группы по изучению больных после инфаркта миокарда (ИМ) было установлено, что низкий показатель вариабельности сердечного ритма (ВСР) за сутки тесно коррелирует с риском внезапной смерти, причем даже более выражено, чем показатели фракции выброса левого желудочка, количество эпизодов желудочковых аритмий при холтеровском мониторировании электрокардиограммы (ХМ ЭКГ) и толерантность к физической нагрузке [21, 30]. Имеющиеся наблюдения ригидности ритма у больных после ИМ и их связь с риском внезапной смерти [30] явились поводом для активного изучения вариабельности ритма при различной сердечно-сосудистой и другой патологии [6, 10, 11, 23, 37].

Популярность этого метода обусловлена высокой достоверностью и информативностью результатов при достаточной простоте проведения исследования. Долгое время использование этого метода было ограничено отсутствием унифицированных подходов к получению и обработке информации. Однако в 1996 г. рабочая группа Европейского общества кардиологии и Североамериканского общества кардиостимуляции и электрофизиологии разработала стандарты использования ВСР в клинической практике и кардиологических исследованиях, которые были одновременно опубликованы в «European Heart Journal» и «Circulation» [26].

Физиологические механизмы ВСР основаны на том, что последовательный ряд кардиоинтервалов (кардиоритмограмма) отражает регуляторные влияния на синусный узел сердца отделов вегетативной нервной системы (ВНС) – симпатического и парасимпатического. В состоянии покоя влияние обоих отделов ВНС на сердце уравновешено, наблюдается так называемый вегетативный баланс. При стрессе, физической нагрузке растет активность симпатического отдела ВНС и снижается –

* E-mail: egolukhova@yahoo.com

парасимпатического. Сон, пищеварение приводят к доминированию парасимпатического отдела ВНС [8]. Суточный ритм вегетативного тонуса характеризуется повышением в дневное время суток симпатических влияний на сердечно-сосудистую систему (ССС) и парасимпатических – ночью [7]. Таким образом, вегетативная регуляция обеспечивает необходимый уровень деятельности системы кровообращения в соответствии с потребностями организма в каждой конкретной ситуации.

Самые высокие показатели вариабельности ритма отмечены у здоровых лиц молодого возраста, спортсменов. При старении рефлекторные влияния на ССС ослабевают, наблюдается дезинтеграция различных уровней вегетативной регуляции сердечной деятельности [12], что согласуется с результатами экспериментальных работ, указывающих на снижение функциональных связей между образованиями центральной нервной системы у старых животных [18]. Данные, полученные в последних исследованиях [8, 12], также свидетельствуют об ослаблении вегетативных влияний на ССС при старении, при этом в более быстром темпе происходит ослабление парасимпатических влияний на сердце. В результате у лиц старшего возраста на фоне общего снижения вегетативного тонуса формируется относительное преобладание симпатических влияний [9], что, учитывая возрастзависимое уменьшение функциональных резервов ССС, создает предпосылки для ухудшения коронарного кровоснабжения и развития аритмий [40].

Изменчивость интервалов между синусными сокращениями может быть измерена на коротких (5–10 мин) и длинных (от нескольких часов до суток) записях ЭКГ [22, 26]. В настоящее время существуют следующие типы анализа ВСП – временной анализ (time domain methods), частотный (frequency domain methods), или спектральный, анализ [2, 13, 26], геометрический и нелинейный анализ [5, 14].

Временной анализ ВСП основывается на статистическом анализе изменений длительности последовательных интервалов $R-R$ (NN) между синусовыми сокращениями с вычислением различных коэффициентов [26]. При статистическом анализе ритмограммы оценивают два типа величин: длительности интервалов NN и разности длительности соседних интервалов NN. При оценке длительности интервалов NN используют следующие основные характеристики: SDNN, SDANN, SDNN index, а при оценке разности длительности соседних интервалов NN – NN50, pNN50, RMSSD. SDNN (мс) – стандартное отклонение величин интервалов NN за весь рассматриваемый период; SDANN (мс) – стандартное отклонение величин усредненных интервалов NN, полученных за все 5-минутные участки, на которые поделен период регистрации; SDNN index (мс) – среднее значение стандартных отклонений по всем 5-минутным участкам, на которые поделен период наблюдения; NN50 – количество пар последовательных интервалов NN, различающихся более чем на 50 мс, за весь период записи; pNN50 (%) – процент NN50 от общего количества последовательных пар интервалов NN; RMSSD (мс) – квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов NN [26].

Особое внимание уделяется оценке стандартного отклонения от средней длительности всех синусовых интервалов (SDNN), являющегося интегральным показателем, характеризующим ВСП в целом за период записи, и зависящего от воздействия как симпатического, так и парасимпатического отдела ВНС [26]. У больных, перенесших ИМ, при сердечной недостаточности, немой ишемии миокарда, артериальной гипертензии, гипертрофии миокарда левого желудочка, хронической коронарной болезни сердца, сахарном диабете приведенный показатель ВСП снижается по сравнению с нормой [3, 16, 19, 20, 23, 25, 34, 35, 38].

Все указанные величины ВСР зависят от длительности записи ритмограммы и от того, в какие часы суток и при каких условиях эта запись проводилась. Например, в норме в течение часа величина NN50 при физической нагрузке колеблется от 150 до 250, а во время сна – от 350 до 450. Поэтому для сопоставления различных результатов необходимо сравнивать лишь данные, полученные за один и тот же период времени и в одни и те же часы суток. С этой точки зрения наиболее оправданным представляется сопоставление указанных величин, полученных за 24 ч наблюдения [2, 4, 13, 15]. Кроме того, показатели ВСР, полученные на основании длительных записей, представляются более стабильными и могут быть использованы для оценки влияния различных препаратов [16].

Следует отметить, что до сих пор не разработаны единые стандарты нормы для перечисленных выше параметров. Большинство авторов разрабатывают собственные критерии нормы и патологии. Приведем некоторые границы нормы и патологии, представленные разными авторами.

По данным J. T. Bigger и соавт. [21, 26], временные характеристики ритмограммы для здоровых лиц следующие: SDNN 141 ± 38 мс, SDNN index 54 ± 15 мс, SDANN index 127 ± 35 мс, RMSSD 27 ± 12 мс, TI 37 ± 15 , pNN50 $9 \pm 7\%$; для пациентов с ИБС – SDNN 112 ± 40 мс, SDNN index 46 ± 18 мс, SDANN index 99 ± 38 мс, RMSSD 28 ± 15 мс, pNN50 $10 \pm 11\%$; при постинфарктном коронаросклерозе – SDNN 81 ± 30 мс, SDNN index 35 ± 16 мс, SDANN index 70 ± 27 мс, RMSSD 23 ± 12 мс, pNN50 $7 \pm 9\%$.

В ходе Фрамингемского эпидемиологического исследования (1996 г.) при обследовании 2501 человека без признаков сердечно-сосудистой патологии были получены следующие результаты: SDNN 91 ± 29 мс, RMSSD 33 ± 17 мс, 100%-pNN50 93 ± 98 [39].

Н. В. Шитова и соавт. [19] приводят следующие временные параметры ВСР для пациентов с ИБС, зарегистрированные с помощью системы ХМ ЭКГ: SDNN $99,4 \pm 10,8$ мс, RMSSD $19,7 \pm 2$ мс, pNN50 $3,7 \pm 0,9\%$.

Критерии, полученные в группе нормы Р. М. Баевским и соавт. [3]: SDNN $59,8 \pm 5,3$ мс, RMSSD $42,2 \pm 6,1$ мс, pNN50 $21,1 \pm 5,1\%$; при артериальной гипертензии – SDNN $38,1 \pm 4,1$ мс, RMSSD $25,2 \pm 3,3$ мс, pNN50 $7,6 \pm 2,7\%$.

С. А. Бойцов и соавт. [4], обследовавшие 393 практически здоровых человека (без манифестной сердечно-сосудистой патологии) в возрасте от 18 до 65 лет, представили нормативы временных показателей суточной ВСР для трех возрастных категорий. Для лиц 18–35 лет: SDNN 135–218 мс, SDANN 1397–4142 мс, SDNN index 1135–3218 мс, RMSSD 24–64 мс, pNN50 8–36%; для лиц 35–48 лет: SDNN 112–192 мс, SDANN 1057–2618 мс, SDNN index 781–2147 мс, RMSSD 15–35 мс, pNN50 1–17%; для лиц старше 48 лет – SDNN 103–187 мс, SDANN 937–2588 мс, SDNN index 712–2107 мс, RMSSD 12–34 мс, pNN50 0–15%.

Сравнение данных разных авторов указывает на большой разброс границ нормы для временных параметров.

Спектральные методы применяются для оценки вклада периодических составляющих в динамику изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС). С этой целью оценивается так называемая мощность колебаний ЭКГ, соответствующая каждому выявленному периоду. На основании соотношения мощностей различных компонентов спектра делают вывод о сравнительном вкладе модуляций симпатического и парасимпатического звеньев ВНС в регуляцию сердечного ритма [27, 29, 32]. При этом различают следующие показатели спектральной мощности [26].

1. Высокочастотный компонент (High Frequency – HF) – мощность в этом частотном диапазоне в основном опосредует-

ся парасимпатическим отделом ВНС и обусловлена дыхательной синусовой аритмией.

2. Низкочастотный компонент (Low Frequency – LF) – на мощность в этом диапазоне оказывает влияние изменение тонуса как симпатического, так и парасимпатического отделов ВНС. По мнению большинства авторов, мощность компонента LF может выступать в качестве маркера активности симпатического отдела ВНС.

3. Индекс LF/HF – отражает соотношение симпатического и парасимпатического влияний на ВСП.

4. Очень низкочастотный (Very Low Frequency – VLF) и ультранизкочастотный (Ultra Low Frequency – ULF) компоненты – физиологическое значение и факторы, влияющие на мощность этих частотных компонентов, в настоящее время не установлены.

5. Полный спектр частот (Total Frequency – TF).

Спектральные методы применяются исключительно для анализа коротких – от 2 до 10 мин – участков ритмограммы [15], так как характеристики, получаемые при помощи этих методов, имеют значение лишь при выполнении весьма жестких требований к последовательности интервалов $R-R$, что в математической формулировке называют стационарностью процесса в широком смысле. Поскольку при исследовании ритма сердца в течение суток стационарность процесса в широком смысле отсутствует, не ясно, что могут означать спектральные параметры суточной ВСП [17]. Нормальные величины спектральных показателей ВСП (5-минутная запись, в положении лежа на спине), приведенные в Стандартах [8]: общая энергия – 3466 ± 1018 мс, LF – 1170 ± 416 мс, HF – 975 ± 203 мс, LF/HF – $1,5-2,0$ [26].

Широко обсуждается вопрос о том, что наиболее полно отражает прогноз заболевания – спектральные или временные методы анализа ритмограммы.

Анализируя материалы конгрессов Европейского общества кардиологов [17], а также данные отечественных авторов [16], можно сделать вывод о том, что единое мнение пока не выработано. R. F. E. Pedretti и соавт. [36], J. T. Bigger и соавт. [21] считают, что у пациентов с ИМ в анамнезе спектральные методы имеют большую прогностическую значимость, чем временные. R. E. Kleiger и соавт. [30] обнаружили, что показатель SDNN за 24 ч в период до 11 дней от развития ИМ прогнозировал исходы заболевания в пределах 31 мес. P. Gibelin и соавт. [24] предпочитают использовать для прогноза развития летального исхода у больных с хронической сердечной недостаточностью временные показатели. M. L. Loricchio и соавт. [33] показали, что риск развития внезапной смерти или острого ИМ у больных с нестабильной стенокардией возрастает в 4 раза, если временной показатель SDANN менее 70 мс. По данным E. З. Голуховой [6] и А. И. Кулямина [10], у пациентов с ИБС наилучшими прогностическими показателями развития желудочковых аритмий были низко- и высокочастотный компоненты спектральной мощности (LF и HF).

Отдельные показатели ВСП тесно коррелируют между собой, оставаясь относительно независимыми от других. В результате образуется 3 группы, внутри которых показатели достоверно коррелируют друг с другом. Первую группу составляют SDNN, SDANN, общая мощность спектра и мощность в диапазоне ULF. Вторая группа включает в себя SDNN index и мощности в диапазонах VLF и LF. Третья группа объединяет такие показатели, как RMSSD, pNN50 и мощность в диапазоне HF. Данное соотношение указывает на отражение односторонними показателями близких по своей природе процессов и на возможную взаимозаменяемость этих показателей. Интересно, что при наличии патологии указанные соотношения показателей не претерпевают изменений [1, 16, 28, 31].

Потребность в развитии *геометрических методов анализа ВСП* в значительной степени связана с необходимостью расчетов ВСП на основе анализа ХМ ЭКГ [5, 14]. В этих случаях часто возникают ситуации, когда запись содержит определенное количество артефактов. При этом компьютерная система может неправильно определить длительность интервалов $R-R$, что закономерно приводит к неправильным заключениям. Геометрические методы используют последовательность интервалов $R-R$ для построения определенной геометрической формы и на основании ее анализа определяют ряд параметров ВСП. В клинической практике наиболее часто используют методы построения гистограмм распределения интервалов $R-R$, гистограмм разности между соседними интервалами $R-R$, а также построение графиков Пуанкаре или плотов Лоренца. Суть последних состоит в построении зависимости последующего интервала $R-R$ от предыдущего. Существуют три подхода для оценки ВСП на основе получаемых геометрических форм.

1. Измеряются некоторые показатели построенной геометрической формы — ширина и высота гистограммы, отношение которых получило название треугольного индекса ВСП (triangular HRV index). Он отражает отношение интеграла плотности распределения интервалов $R-R$ (число всех интервалов $R-R$) к максимуму плотности распределения.

2. Геометрическая форма аппроксимируется некоторой математической фигурой, параметры которой и используются для оценки ВСП.

3. Геометрические формы классифицируются по принципу схожести на некоторое количество категорий, из которых для анализируемой формы находят подобную (формы диаграмм Пуанкаре — эллипсоидная, булавовидная, шарообразная и т. д.).

Дополнением к гистограмме может являться скатетодиграмма, которая отражает взаимозависимость пар последовательно

идущих интервалов $R-R$ [14]. Скатетодиграмма — это графическое изображение пар интервалов $R-R$ (предыдущего и последующего) в двухмерной координатной плоскости.

К преимуществам геометрических методов относят возможность оценки ВСП при недостаточно качественной записи ЭКГ, когда применение методов временного и спектрального анализа практически невозможно. К недостаткам следует отнести невысокую точность и приблизительный характер оценки. Вот почему главная область применения рассматриваемых методик — это анализ данных ХМ ЭКГ.

Нелинейный анализ основан на использовании для изучения ВСП представления о сердце как о некоторой сложной системе с большим количеством внутренних и внешних связей [5]. Изменение параметров системы, утрата ею определенных связей соотносится с изменением регуляторных влияний со стороны автономной нервной системы. Математические теории, лежащие в основе данного вида анализа ВСП, сложны для врача, не обладающего нужными математическими представлениями из области теории хаоса, квантовой механики и др. По-видимому, это и обусловило относительно небольшое число публикаций по данному разделу.

Л и т е р а т у р а

1. *Алиева, А. М.* Суточное мониторирование параметров функционирования сердечно-сосудистой системы у лиц в возрасте старше 55 лет с артериальной гипертензией: дис. ... канд. мед. наук / А. М. Алиева. — М., 2004.
2. *Баевский, Р. М.* Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. Методические рекомендации / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин и др. // Вест. аритмол. — 2001. — № 24. — С. 65–83.
3. *Баевский, Р. М.* Использование дискриминантного анализа в оценке вегетативной регуляции ритма сердца у больных диабетом и гипертонической болезнью / Р. М. Баевский, Э. Н. Минаков, Г. И. Стрелецкая и др. // Международный симпозиум «Вариабельность сердечного ритма:

- теоретические аспекты и практическое применение»: Тезисы докладов. — Ижевск, 1996. — С. 14–17.
4. *Бойцов, С. А.* Возрастные особенности изменения показателей variability сердечного ритма у практически здоровых лиц / С. А. Бойцов, И. В. Белозерцева, А. Н. Кучмин и др. // Вест. аритмол. — 2000. — № 20. — С. 57–60.
 5. *Бокерия, Л. А.* Функциональная диагностика в кардиологии / Л. А. Бокерия, Е. З. Голухова, А. В. Иваницкий. — М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2005. — 2 Т.
 6. *Голухова, Е. З.* Неинвазивная аритмология / Е. З. Голухова. — М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2002. — 200 с.
 7. *Заславская, Р. М.* Суточные ритмы у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями / Р. М. Заславская. — М.: Медицина, 1979. — 165 с.
 8. *Коркушко, О. В.* Анализ вегетативной регуляции сердечного ритма на различных этапах индивидуального развития человека / О. В. Коркушко, В. Б. Шатило, Т. В. Шатило // Физиол. человека. — 1991. — № 2. — С. 31–39.
 9. *Коркушко, О. В.* Связь нарушений сердечного ритма с вегетативными влияниями на сердце у больных ХИБС пожилого возраста / О. В. Коркушко, А. В. Писарук, А. М. Христофорова, М. Ю. Луцик // Проблемы старения и долголетия. — 1998. — № 2. — С. 140–144.
 10. *Кулямин, А. И.* Variability сердечного ритма у больных с желудочковыми аритмиями: дис. ... канд. мед. наук / А. И. Кулямин. — М., 1998.
 11. *Мионов, В. А.* Variability сердечного ритма при гипертонической болезни / В. А. Мионов, Т. Ф. Миронова, А. В. Саночкин, М. В. Мионов // Вестн. аритмол. — 1999. — № 13. — С. 41–47.
 12. *Писарук, А. В.* Количественная оценка эффективности барорефлекторной регуляции сердечного ритма при старении / А. В. Писарук // Проблемы старения и долголетия. — 1998. — № 2. — С. 108–112.
 13. *Рябыкина, Г. В.* Variability ритма сердца / Г. В. Рябыкина, А. В. Соболев. — М.: Старко, 1998. — 196 с.
 14. *Рябыкина, Г. В.* Мониторирование ЭКГ с анализом variability ритма сердца / Г. В. Рябыкина, А. В. Соболев. — М.: Медпрактика, 2005. — 222 с.
 15. *Соболев, А. В.* Проблема количественной оценки ВРС при холтеровском мониторировании / А. В. Соболев // Вест. аритмол. — 2002. — № 26. — С. 21–25.
 16. *Соколов, С. Ф.* Клиническое значение оценки variability ритма сердца / С. Ф. Соколов, Т. А. Малкина // Сердце. — 2001. — № 2. — С. 72–76.
 17. *Степура, О. Б.* Оценка автономной регуляции сердечного ритма методом анализа variability интервалов RR (по материалам XVII и XVIII конгрессов Европейского общества кардиологов) / О. Б. Степура, О. Д. Остроумова, И. Т. Курильченко, О. В. Панагрияева // Клин. мед. — 1997. — № 4. — С. 57–59.
 18. *Фролькис, В. В.* Нервная регуляция функции сердца при старении / В. В. Фролькис, Н. С. Верхратский, В. Г. Шевчук // Физиол. журн. СССР. — 1977. — № 63. — С. 1134–1143.
 19. *Шитова, Н. В.* Variability сердечного ритма как отражение вегетативного дисбаланса у больных с острым инфарктом миокарда, осложнившимся нарушениями ритма / Н. В. Шитова, С. И. Мартюшев, В. Г. Озеров // Международный симпозиум «Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение»: Тезисы докладов. — Ижевск, 1996. — С. 66–67.
 20. *Arbolishvili, G. N.* Heart rate variability in chronic heart failure and its role in prognosis of the disease / G. N. Arbolishvili, V. I. Mareev, I. A. Orlova, I. N. Belenkov // Kardiologia. — 2006. — Vol. 46, № 12. — P. 4–11.
 21. *Bigger, J. T.* RR variability in healthy, middle-aged persons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardial infarction / J. T. Bigger, J. L. Fleiss, R. C. Steinman et al. // Circulation. — 1995. — Vol. 7. — P. 1936–1943.
 22. *Chakko, S.* Alterations in heart rate variability and its circadian rhythm in hypertensive patients with left ventricular hypertrophy free of coronary artery disease / S. Chakko, R. F. Mulingtapang, H. V. Hui-kuri et al. // Am. Heart J. — 1993. — Vol. 126, № 6. — P. 1364–1372.
 23. *Gerritsen, J.* Impaired autonomic function is associated with increased mortality, especially in subjects with diabetes, hypertension, or a history of cardiovascular disease: the Hoorn study / J. Gerritsen, J. M. Dekker, B. J. TenVoorde et al. // Diabetes Care. — 2001. — Vol. 24, № 10. — P. 1793–1798.
 24. *Gibelin, P.* Heart rate variability in chronic heart failure: prognostic value / P. Gibelin, M. Dadoun, Ph. Morand // Eur. Heart J. — 1996. — Vol. 17. — P. 28 (Abstr. Suppl.).
 25. *Gilman, M. P.* Continuous positive airway pressure increases heart rate variability in heart failure patients with obstructive sleep apnoea / M. P. Gilman, J. S. Floras, K. Usui et al. // Clin. Sci. (L.). — 2008. — Vol. 114, № 3. — P. 243–249.
 26. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of pacing and electrophysiology // Eur. Heart J. — 1996. — Vol. 17. — P. 354–381.
 27. *Ijiri, H.* Cardiac arrhythmias and left ventricular hypertrophy in dipper and nondipper patients with essential hypertension / H. Ijiri, I. Kohno, D. Yin et al. // Jpn Circ. J. — 2000. — Vol. 64, № 7. — P. 499–504.
 28. *Karas, M.* Attenuation of autonomic nervous system function in hypertensive patients at rest and during orthostatic stimulation / M. Karas, P. Larochelle, R. A. Leblanc et al. // J. Clin. Hypertens (Greenwich). — 2008. — Vol. 10, № 2. — P. 97–104.

29. *Karemaker, J. M.* Heart rate variability: why do spectral analysis? / J. M. Karemaker // *Heart*. — 1997. — Vol. 77. — P. 99–101.
30. *Kleiger, R. E.* Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction / R. E. Kleiger, J. P. Miller, J. T. Bigger, A. J. Moss and the Multicenter Post-Infarction Research Group. // *Am. J. Cardiol.* — 1987. — Vol. 59. — P. 256–262.
31. *Laposa, C.* Predictors of impaired heart rate variability and clinical outcome in patients with acute myocardial infarction treated by primary angioplasty / C. Laposa, G. A. Squeglia, A. Sestito et al. // *J. Cardiovasc. Med. (Hagerstown)*. — 2008. — Vol. 9, № 1. — P. 76–80.
32. *Lewis, A.* Spectral characteristics of heart rate variability before and during postural tilt / A. Lewis, Lipsitz, J. Mietus et al. // *Circulation*. — 1990. — Vol. 81. — P. 1803–1810.
33. *Loricchio, M. L.* Heart rate variability, coronary morphology and prognosis of unstable angina / M. L. Loricchio, A. Borghi, G. Rusticali et al. // *Eur. Heart J.* — 1995. — Vol. 16. — P. 471 (Abstr. Suppl.).
34. *Neves, F. J.* Preserved heart rate variability in first-degree relatives of subjects with Type 2 diabetes mellitus without metabolic disorders / F. J. Neves, K. Bousquet-Santos, B. M. Silva et al. // *Diabet Med.* — 2008, Jan 21.
35. *Notarius, C. F.* Comparison of muscle sympathetic activity in ischemic and nonischemic heart failure / C. F. Notarius, J. Spaak, B. L. Morris, J. S. Floras // *J. Card. Fail.* — 2007. — Vol. 13, № 6. — P. 470–475.
36. *Pedretti, R. F. E.* Circadian variation of heart rate variability in patients with and without cardiac death after myocardial infarction / R. F. E. Pedretti, S. Sarzi Braga, A. Laporta et al. // *Eur. Heart J.* — 1996. — Vol. 17. — P. 29 (Abstr. Suppl.).
37. *Pumprla Jiri.* Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications / Pumprla Jiri, K. Howorka, D. Groves et al. // *Int. J. Cardiol.* — 2002. — Vol. 84. — P. 1–14.
38. *Souza, H. G.* Heart rate and arterial pressure variability in the experimental renovascular hypertension models in rats / H. G. Souza, M. G. Martins-Pinge, V. J. Dias da Silva et al. // *Auton. Neurosci.* — 2008, Feb 12.
39. *Tsuji, H.* Impact of reduce heart rate variability on risk of cardiac events. The Framingham heart study / H. Tsuji et al. // *Circulation*. — 1996. — Vol. 94, № 11. — P. 2850–2855.
40. *Yo, Y.* Effects of age and hypertension on autonomic nervous regulation during passive head-up tilt / Y. Yo, M. Nagano, N. Nagano et al. // *Hypertens.* — 1994. — Vol. 1. — P. 82–86 (Suppl. 1).

Поступила 27.11.2008

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2009

УДК 616.125:616-073.431.1

Оценка функции предсердий с помощью метода тканевого доплеровского исследования

Е. З. Голухова, А. Е. Табина, Т. В. Машина, Д. В. Мрикаев*

Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева
(дир. — академик РАМН Л. А. Бокерия) РАМН, Москва

Тканевое доплеровское исследование (ТДИ) используется для оценки регионарной функции миокарда с помощью измерения скорости движения камер сердца. Метод Strain Rate (SR) — это одна из программ количественного анализа тканевого доплеровского изображения, позволяющая оценить регионарную деформацию — Strain (S) и скорость деформации — Strain Rate (SR) миокарда независимо от движе-

ния сердца в грудной клетке. Изначально данный метод применялся для исследования механической функции левого желудочка (ЛЖ), но сравнительно недавно стал использоваться и для оценки функции предсердий. Начиная с 2004 г. было проведено около 15 исследований, в которых доказано, что показатели S и SR являются достаточно достоверными и могут быть использованы для количественной оценки

* E-mail: egolukhova@yahoo.com