

УДК 615.834:616.85

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ

Шрамко Ю.И., Черная В.Н., Котов С.А.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: timur328@gmail.com*

В статье обсуждаются результаты исследования по выявлению информативности при использовании анализа вариабельности сердечного ритма для оценки эффективности комплекса реабилитационных мероприятий для постинфарктных больных в условиях поликлиники. В результате проведенных реабилитационных мероприятий существенным изменениям подверглись показатели кардиоинтервалограммы, которые в наибольшей степени выражены в основной группе пациентов. Анализ вариабельности сердечного ритма позволяет более подробно расшифровать основные механизмы воздействия различных реабилитационных мероприятий.

Ключевые слова: вариабельность, сердечный ритм, интервал R-R, индекс вегетативного равновесия.

ВВЕДЕНИЕ

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются серьезной медико-социальной проблемой, как во всем мире, так и в Украине. Начиная с 1995 г. в Украине отмечается прогрессирующий рост смертности от ССЗ, достигшей в 2008 г. одного из наивысших уровней в Европе — 63,6% [1]. В структуре смертности от ССЗ основное место занимает ишемическая болезнь сердца (ИБС) - 67%, при этом главными факторами развития ИБС являются артериальная гипертензия, атеросклероз, курение, нарушения липидного обмена, ожирение, сахарный диабет. Немаловажным фактором риска является гиподинамия, >38% мужчин и >50% женщин ведут малоподвижный образ жизни, независимо от возраста. Ежегодно в Украине регистрируются около 50 000 тыс. новых случаев инфаркта миокарда (ИМ) [2]. Проблема ранней физической реабилитации больных ИМ, разработка критериев назначения и оценка эффективности ранних физических тренировок является весьма актуальной.

Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека и животных, в частности, общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы.

Текущая активность симпатического и парасимпатического отделов является результатом реакции многоконтурной и многоуровневой системы регуляции кровообращения, изменяющей во времени свои параметры для достижения

оптимального приспособительного ответа, который отражает адаптационную реакцию целостного организма.

Адаптационные реакции индивидуальны и реализуются у разных лиц с различной степенью участия функциональных систем, которые обладают в свою очередь обратной связью, изменяющейся во времени и имеющей переменную функциональную организацию. Метод основан на распознавании и измерении временных интервалов между R-зубцами ЭКГ (R-R-интервалы)

Основным показанием к применению методов анализа ВСР является наличие вероятных изменений со стороны регуляторных систем организма, в частности изменений вегетативного баланса. Поскольку практически нет таких функциональных состояний или заболеваний, в которых бы не участвовали механизмы вегетативной регуляции, то сфера применения метода анализа ВСР поистине неисчерпаема. Это обусловлено тем, что метод на сегодняшний день, является, пожалуй, единственным доступным, неинвазивным, достаточно простым и относительно дешевым методом оценки вегетативной регуляции.

Вегетативные изменения при ИМ отмечаются многими авторами [3]. В то же самое время, обычные вегетативные пробы часто не в состоянии выявить незначительные и остаточные нарушения вегетативного баланса, являющиеся неблагоприятными прогностическими критериями для больных, перенесших ИМ. В связи со всем вышеизложенным, целью данной работы явилось изучение использования показателей ВСР для оценки эффективности различных программ лечебной физической культуры (ЛФК) на поликлиническом этапе у больных, перенесших инфаркт миокарда.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось во 2-й городской поликлинике города Одессы в период с 21 ноября 2011 года по 12 февраля 2012 года. В исследовании принимали участие 20 мужчин в возрасте 55–60 лет с диагнозом: ИБС, инфаркт миокарда, постинфарктный кардиосклероз 1-го функционального класса. Больные включались в исследование не ранее чем через 6 мес. после инфаркта миокарда.

Больные были разделены на две группы – основную и контрольную, по 10 человек в каждой. В обеих группах был назначен щадяще-тренировочный режим реабилитации; подготовительный этап. Реабилитацию проводили групповым методом двумя курсами по 10 дней с перерывом в один месяц.

В контрольной группе проводили:

- Утреннюю гигиеническую гимнастику по 10 минут ежедневно, в течение двух курсов реабилитации, а так же в перерыве между этапами;
- Лечебный массаж, курсом 10 процедур по 15 – 20 минут ежедневно, в течение каждого этапа реабилитации. Лечебный массаж чередовали с физиотерапией, курсом 10 процедур по 10 минут ежедневно, в течение каждого этапа реабилитации.
- В основной группе проводили:
- Утреннюю гигиеническую гимнастику по 10 минут ежедневно, в течение двух курсов реабилитации, а так же в перерыве между этапами;

- ЛФК ежедневно, по 15 минут, начиная со второго этапа реабилитации;
- Лечебный массаж, курсом 10 процедур по 15 – 20 минут в течение каждого этапа реабилитации. Лечебный массаж чередовали с физиотерапией, курсом 10 процедур по 10 минут ежедневно, в течение каждого этапа реабилитации.
- Лечебную ходьбу по системе К.Купера на втором этапе реабилитации.

Кроме того, пациентам обеих групп была назначена рациональная диета.

Для решения поставленных задач проводилось определение показателей кардиоинтервалограммы по Баевскому [4]. Определялись: R-Rmax,min(c)-максимальная и минимальная продолжительность интервала R-R; SDNN (мс) - стандартное отклонение величин нормальных RR-интервалов; RRNN, мс — среднее значение частоты сердечных сокращений; RMSSD, мс — среднеквадратичное отклонение RR-интервала, показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции; Mo, сек. — Мода, диапазон наиболее часто встречающихся значений кардиоинтервалов; AMo, % — амплитуда Моды, число кардиоинтервалов, попавших в диапазон Моды; BP, сек. — вариационный размах, вычисляется как разница между максимальным и минимальным значениями RR-интервалов (ширина основания гистограммы); ИВР, у.е. — индекс вегетативного равновесия; ИН, у.е. — индекс напряжения регуляторных систем; TP, мс² — суммарная мощность всех компонентов спектра. Кроме показателей ВРС, определяли вегетативный индекс Кердо (ВиК) с помощью программы Adapt-Rlite, а также индекс Руфье. Достоверность различий полученных результатов оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При обследовании пациентов в двух группах до начала реабилитации нами были выявлены следующие изменения исследуемых показателей. В обеих группах пациентов на кардиоинтервалограмме имелись изменения параметров variability ритма сердца, что проявлялось достоверным увеличением ИН и AMo относительно нормы ($p < 0.001$), при уменьшении variability сердечного ритма (SDNN), ($p < 0.001$), что свидетельствует о снижении у больных, перенесших ОИМ парасимпатических влияний на сердце, увеличении тонуса симпатической нервной системы и значительной перестройке автономной регуляции, с централизацией регуляторных влияний вегетативной нервной системы (табл. 1).

В то же самое время, индекс Руфье, как интегральный показатель деятельности сердечно - сосудистой системы и косвенный показатель работоспособности, в обеих группах до курса реабилитации находился на уровне удовлетворительной работоспособности (табл.2).

Показатели вегетативного индекса Кердо находились в пределах вегетативного баланса, и не обнаруживали какого-либо преобладания симпатических влияний.

Таким образом, до курса реабилитации в организме пациентов обеих групп наблюдался целый ряд регуляторных нарушений, которые обнаруживались только при проведении анализа ВРС.

В конце 2 – го этапа реабилитации нами были зарегистрированы изменения кардиоинтервалограммы, которые были наиболее выражены в основной группе.

Прежде всего, увеличилась продолжительность сердечного цикла, нормализовались значения SDNN, что, наряду со снижением ИВР, характеризовало нормализацию вегетативного баланса пациентов в данной группе в сторону преобладания парасимпатического отдела. Последнее подтверждалось снижением АМо до $14,035 \pm 2,4\%$ ($p < 0,001$). Снижение симпатических влияний привело также к уменьшению степени напряжения регуляторных систем, что выражалось в уменьшении значений ИН до $281 \pm 85,5$ у.е. ($p < 0,001$) и значений TP до $3424,815 \pm 137,12$ мс² ($p < 0,001$) (табл.1).

Таблица 1.
Состояние показателей кардиоинтервалограммы больных с инфарктом миокарда, постинфарктный кардиосклероз, 1 функциональный класс в период реабилитации

| Показатели | До реабилитации | | | После реабилитации | | |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-------------|
| | Контрольная группа | Основная группа | Физиологическая норма | Контрольная группа | Основная группа | Р К-О |
| R-R Max(с) | $0,95 \pm 0,01$ | $0,94 \pm 0,02$ | 0,75-0,10 | $0,956 \pm 0,01$ | $0,997 \pm 0,04$ | |
| R-R min(с) | $0,61 \pm 0,01$ | $0,61 \pm 0,01$ | 0,75-0,10 | $0,610 \pm 0,03$ | $0,786 \pm 0,04$ | $p < 0,001$ |
| RRNN (мсек) | $0,76 \pm 0,05$ | $0,76 \pm 0,05$ | | $0,847 \pm 0,040$ | $0,929 \pm 0,050$ | $p < 0,01$ |
| SDNN (мсек) | $54,72 \pm 3,07$ | $55,10 \pm 3,07$ | 60—80 | $55,8 \pm 2,7$ | $67,3 \pm 6,4$ | |
| RMSSD (мсек) | $36,90 \pm 3,29$ | $37,0 \pm 3,30$ | 20-50 | $37,92 \pm 3,5$ | $53,58 \pm 4,71$ | $p < 0,01$ |
| Mo(с) | $0,73 \pm 0,05$ | $0,70 \pm 0,05$ | | $0,75 \pm 0,06$ | $0,887 \pm 0,02$ | $p < 0,01$ |
| АМо (%) | $44,18 \pm 3,08^{***}$ | $46,60 \pm 3,08^{***}$ | 11 | $37,47 \pm 3,9$ | $14,035 \pm 2,4$ | $p < 0,001$ |
| BP(с) | $0,34 \pm 0,01$ | $0,35 \pm 0,01$ | 0,15-0,45 | $0,34 \pm 0,02$ | $0,30 \pm 0,05$ | |
| ИВР (у.е.) | $129,97 \pm 6,86$ | $130,9 \pm 6,86$ | | $110,28 \pm 12,8$ | $51,5 \pm 18,5$ | $p < 0,01$ |
| ИН (у.е.) | $895,5 \pm 30,0^{***}$ | $917,5 \pm 49,3^{***}$ | 60-140 | 742 ± 94 | $281 \pm 85,5$ | $p < 0,001$ |
| TP (мс ²) | $6798,56 \pm 910,7^{***}$ | $6799,56 \pm 910,7^{***}$ | | $5431,62 \pm 885$ | $3424,82 \pm 137,12$ | $p < 0,01$ |

Примечание: *** $p < 0,001$ (до реабилитации достоверность определялась по сравнению с нормальными значениями)

В результате проведенных нами реабилитационных мероприятий существенным изменениям подверглись показатели кардиоинтервалограммы, наиболее выраженные в основной группе пациентов.

Прежде всего, в указанной группе произошло достоверное увеличение продолжительности сердечного цикла, на что указывало увеличение значений RRmin на 29% ($p < 0,001$) и RRNN на 23% ($p < 0,01$) от исходных значений (изменения последнего показателя свидетельствовали об удлинении электрической диастолы миокарда [5]). Данные изменения произошли вследствие активации парасимпатического звена регуляции сердечной деятельности. Это подтверждалось увеличением в основной группе показателя RMSSD на 45% ($p < 0,01$) и снижением ИВР на 61% ($p < 0,01$) от исходных значений в данной группе.

Таблица 2.

Состояние адаптивных возможностей организма у пациентов с инфарктом миокарда, постинфарктный кардиосклероз, 1 функциональный класс в период реабилитации в основной и контрольной группах.

| Показатели | До реабилитации | | После реабилитации | |
|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | Контрольная группа | Основная группа | Контрольная группа | Основная группа |
| Индекс Кердо, у.е. | -4,3±0,7 | -4,3±0,4 | -3,7±0,7 | -5,7±0,5 |
| Индекс Руфье, у.е. | 6,76±0,39 | 6,50±0,39 | 5,6±0,2** | 5,6±0,2** |

Примечание: ** $p < 0,01$ (достоверность определялась по сравнению с исходными значениями)

Нормализация показателя SDNN, не достигшая, однако, достоверных значений, вместе с увеличением Мо на 27% ($p < 0,01$) и снижением АМо на 70% ($p < 0,001$) подтверждали как уменьшение симпатических влияний, так и снижение централизации регуляторных влияний вегетативной нервной системы на сердце в целом. В пользу последнего положения также говорило выраженное уменьшение ИН на 69% ($p < 0,001$) и нормализация показателей суммарной мощности всех компонентов спектра кардиоинтервалограммы (TP снизилась на 50% ($p < 0,01$)).

В то же само время, показатели ВИК изменились незначительно и недостоверно, оставаясь в пределах вегетативного равновесия. Индекс Руфье уменьшился до 5,6±0,2 у.е ($p < 0,01$) в контрольной и основной группах (табл. 2).

Электрофизиологическое ремоделирование миокарда, происходящее при ИБС и инфаркте миокарда, представляет собой персистирующие изменения электрофизиологических характеристик сердца, которые возникают в связи с появлением зон ишемического повреждения и формированием морфологического субстрата с гетерогенной проводимостью в соседних зонах миокарда [6]. На клеточно – тканевом уровне это: гетерогенность сократительного миокарда вследствие чередования кардиомиоцитов с различной активностью оксидоредуктаз

их диссимирированные повреждения, гипертрофия, атрофия, апоптоз, интерстициальный отек и явления кардиосклероза, нарушающие консолидацию клеток миокарда. На уровне субклеточных структур таковыми являются нарушение Ca^{2+} связывающей способности и очаговая диссоциация гликокаликса, снижение и зональное насыщение плазмолеммы холестерином, увеличение плотности бета-адренорецепторов и соотношения активности сопряженных с ними аденилатциклазы и фосфодиэстеразы, снижение объемной плотности Т- системы и нарушение ее контактов с саркоплазматическим ретикуломом, модификация вставочных дисков с образованием нексусов, пролиферация митохондрий и их функциональное ассоциирование на значительной территории наиболее адаптированных кардиомиоцитов. Выраженность данных изменений положительно коррелирует с нарушениями проведения электрического импульса в миокарде, и длительностью процесса реполяризации желудочков у больных ИБС, по сравнению со здоровыми лицами [7]. Понижение активации симпатoadренальной системы, произошедшее под влиянием реабилитационной программы в основной группе, привело к нормализации электрофизиологических характеристик сердечной мышцы и показателей вариационной пульсометрии. В контрольной группе пациентов по окончании реабилитации сохранялся высокий уровень симпатических влияний и централизации кровообращения.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что обычные вегетативные пробы часто не в состоянии выявить нарушения вегетативного баланса, являющиеся неблагоприятными прогностическими критериями для больных, перенесших ИМ. К последним можно отнести увеличение тонуса симпатической нервной системы и централизацию регуляторных влияний вегетативной нервной системы, что и наблюдалось у обследуемых пациентов. Использование показателей ВРС позволил нам не только контролировать состояние больных в процессе реабилитации в целом, но и обосновать назначение новых средств физической реабилитации, таких как лечебная гимнастика и дозированная ходьба.

ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что обычные вегетативные пробы часто не в состоянии выявить нарушения вегетативного баланса, являющиеся неблагоприятными прогностическими критериями для больных, перенесших ИМ. Так, состояние показателей гемодинамики и адаптивных возможностей у пациентов с инфарктом миокарда, постинфарктный кардиосклероз 1-го функционального класса до проведения двух курсов реабилитации характеризовалось достоверным увеличением ИИ и АМо относительно нормы ($p < 0.001$), при уменьшении variability сердечного ритма (SDNN), ($p < 0.001$), что свидетельствовало о снижении у больных, перенесших ИМ парасимпатических влияний на сердце, увеличении тонуса симпатической нервной системы и значительной перестройке автономной регуляции, с централизацией регуляторных влияний вегетативной нервной системы. В то же самое время, показатели вегетативного индекса Кердо находились в пределах вегетативного баланса, и не обнаруживали какого-либо преобладания симпатических влияний,

а индекс Руфьена находился на уровне удовлетворительной работоспособности. После проведения двух курсов реабилитации произошла активация парасимпатического звена регуляции сердечной деятельности, что подтверждалось увеличением в основной группе показателя RMSSD на 45% ($p < 0,01$), снижением ИВР на 61% ($p < 0,01$), увеличением Мо на 27% ($p < 0,01$) и снижением АМо на 70% ($p < 0,001$), уменьшением ИН на 69% ($p < 0,001$) и снижением ТР на 50% ($p < 0,01$) по сравнению с исходными значениями. В контрольной группе пациентов по окончании реабилитации сохранялся высокий уровень симпатических влияний и централизации кровообращения. В то же самое время, показатели ВИК изменились незначительно и недостоверно, оставаясь в пределах вегетативного равновесия. Индекс Руфье уменьшился до $5,6 \pm 0,2$ у.е ($p < 0,01$) в контрольной и основной группах.

2. Анализ вариабельности сердечного ритма у пациентов с инфарктом миокарда, постинфарктный кардиосклероз 1-го функционального класса позволил подтвердить эффективность назначения дозированной ходьбы и ЛГ на втором этапе реабилитации. Применение циклических нагрузок в основной группе обследуемых пациентов привело к более выраженным и достоверным изменениям показателей ВРС по сравнению с контрольной группой, наиболее значительно изменились АМо (на 55%), ИВР (на 46%) и ИН (на 52 %) от контрольных значений ($p < 0,01$).

Список литературы

1. Бабушкина А.В. Инфаркт миокарда: от фундаментальных исследований — к практическим достижениям / А.В. Бабушкина // Украинский медицинский часопис, 5(73)- IX-X, 2009
2. Коваленко В.М. Профілактика та лікування інфаркту міокарда в Україні. / В.М. Коваленко // Укр. кардіол. журн., К.: Наука. – 2009. – №4.
3. Variability in healthy. middleagepersons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardial infarction / J.T.Jr. Bigger, J.L. Fleiss, R.C. Steinman // Circulation. – 1995. – Vol. 91. – P. 1936-1943.
4. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. М.: Наука – 2001. – №3. – С. 106–127.
5. Артамонова С.Ю. Применение компьютерной программы «Орто-эксперт» при оценке функционального состояния кардиологических больных // С.Ю. Артамонова, Н.В. Саввина // Материалы республиканской научн.-практ. конф. «Совершенствование качества медицинской помощи в рамках реализации приоритетного национального проекта «Здоровье». – Якутск: Здоровье, – 2007. – С. 7–11.
6. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Guidelines. // European Heart Journal – 1996. – Vol 17. – P. 354–381.
7. Попов В.В. Современные подходы к оценке электрической нестабильности миокарда у больных ишемической болезнью сердца / В.В. Попов, Н.А. Буланова, М.Ю. Князева, А.Э. Радзевич // Кардиология, М.: Медицина – 2006. – №2 – С. 11-15.

Шрамко Ю.И. Використання аналізу варіабельності серцевого ритму для оцінки ефективності реабілітації кардіологічних хворих / Ю.И. Шрамко, В.М. Чорна, С.О. Котов // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 2. – С. 191-198.

У статті обговорюються результати досліджень по виявленню інформативності використання аналізу варіабельності серцевого ритму для оцінки ефективності комплексу реабілітаційних заходів для постінфарктних хворих в умовах поліклініки. В результаті проведених реабілітаційних заходів суттєві зміни відбулися за показниками кардіоінтервалограм, які у найбільшій ступеню виражені в основній групі пацієнтів. Аналіз варіабельності серцевого ритму дозволяє більш ретельно розшифрувати основні механізми впливу дієвих реабілітаційних заходів.

Ключові слова: варіабельність, серцевий ритм, інтервал R-R, індекс вегетативної рівноваги.

Shramko J.I. Heart rate variability analysis in the estimation of rehabilitation efficiency in cardiological patients / J.I. Shramko, V.N. Chornaya, S.A. Kotov. // Scientific Notes OF Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No 2. – P. 191-198.

Results of informativity of the Heart rate variability analysis in the estimation of rehabilitation efficiency in cardiological patients in polyclinic are discussed. Cardiointervalograms indices had the most significantly changes in the main group of patients. Cardiac rhythm variability analysis allows to interpret the basic mechanisms of the different rehabilitation measures more carefully.

Keywords: heart rate variability, R-R interval, autonomic balances index.

Поступила в редакцію 22.04.2012 г.