

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ КАРДИОСИГНАЛОВ

Касымбекова К. Б.¹, Кыздарбекова К. С.², Дутбайева Д. М.³

Email: Kasyzbekova1788@scientifictext.ru

¹Касымбекова Куралай Байтемиркызы – магистр технических наук;

²Кыздарбекова Айдана Садвакасовна – магистр технических наук;

³Дутбайева Дана Муратбековна – магистр технических наук,

кафедра нанотехнологии и материаловедения,

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий,

механики и оптики, г. Санкт-Петербург

Аннотация: в этой экспериментальной работе рассматривается влияние интервалов QT на сердечный ритм и вегетативную нервную систему. Исследование variability интервалов осуществляется статистическим, временным и геометрическим методом анализа ВСП с помощью программного пакета MATLAB. Основным показателем к применению методов анализа ВСП 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, сфера применения методов анализа ВСП значительна.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, пульс, электрокардиография, вегетативная нервная система.

STUDY VARIABILITY CARDIOSIGNALS

Kasyzbekova K. B.¹, Kyzdarbekova A. S.², Dutbayeva D. M.³

Email: Kasyzbekova1788@scientifictext.ru

¹Kasyzbekova Kuralay Baytemirkyzy – Master of Engineering;

²Kyzdarbekova Aydana Sadvakasovna – Master of Engineering;

³Dutbayeva Dana Muratbekovna – Master of Engineering,

NANOTECHNOLOGY AND MATERIALS DEPARTMENT,

SAINT-PETERSBURG NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES,

MECHANICS AND OPTICS, SAINT-PETERSBURG

Abstract: in this experimental study examines the impact of RR intervals and QT heart rate and autonomic nervous system. The study of variability of RR and QT intervals performed statistical, temporal and geometric analysis method using the software package MATLAB. The main indication for the use of HRV analysis is the existence of probable changes in the regulatory systems of the body, in particular changes in autonomic balance. Since there is practically no such functional conditions or diseases that would not have participated mechanisms of autonomic regulation, the scope of the HRV analysis is significant.

Keywords: heart rate variability, heart rate, ECG, the autonomic nervous system.

УДК 612.8.04

Последние два десятилетия мы стали свидетелями признания достоверной взаимосвязи между вегетативной нервной системой и сердечно-сосудистой смертности, включая внезапную сердечную смерть [1, 2, 3, 4]. Экспериментальные подтверждения связи между предрасположенностью к летальным аритмиям и признаками либо повышенной симпатической или пониженной вагусной активности стимулировало усилия по развитию количественных маркеров вегетативной активности.

Среди существующих методов исследования функционального состояния (ФС) человека одно из ведущих мест занимает метод анализа variability сердечного ритма (ВСП). Анализ ВСП позволяет оценить состояние механизмов регуляции физиологических функций, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношение между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы [5, 6].

Интервал QT (электрическая систола желудочков) - время от начала комплекса QRT до конца зубца T. Интервал QT зависит от пола, возраста (у детей длительность интервала меньше), частоты сердечного ритма.

В норме интервал QT составляет 0,35-0,44 с (17,5-22 клеточки). Интервал QT является постоянной величиной для частоты ритма (отдельно для мужчин и женщин). Существуют специальные таблицы, в которых представлены нормативы QT для данного пола и частоты ритма. Если результат на ЭКГ превышает 0,05 секунды (2,5 клеточки) табличного значения, то говорят об удлинении электрической систолы желудочков, что является характерным признаком кардиосклероза.

По формуле Базетта можно определить, каким является интервал QT у данного больного - нормальным или патологическим (интервал QT считается патологическим при превышении значения 0,42):

$QT = QT$ (измеренный по ЭКГ, сек) / $\sqrt{(R-R)}$ (интервал, измеренный по ЭКГ, между двумя соседними зубцами R, сек) [7,8].

$QT = k \cdot \sqrt{RR}$

Для девушек $k=0,4$;

Для мальчиков $k=0,37$.

В оценке КИГ важен учет как постоянной его составляющей (средняя величина RR), так и характеристик переменной части (огибающая вершины столбиков RR). Огибающая, взятая отдельно, также несет в себе большую информацию и называется «ритмограммой» (РГ) [9,10]. Если условия окружающей и внутренней среды обследуемого не меняются, то получаемая КИГ (или РГ) называется «стационарной» (СКИГ или СРГ). Д. И. Жемайтис и З. Я. Янушкевичусу [1982] разработали метод и визуального анализа СРГ (СКИГ). Они выделили 6 классов СРГ по различию периодической структуры их ритма. На рис. 8 представлены образцы ритмограмм этих классов и соответствующие им условные соотношения уровней влияния пара- и симпатического отделов вегетативной нервной системы на работу СУ [11]. Для 1 класса (Р1) характерна выраженная дыхательная аритмия с непостоянными периодами и амплитудами волн. При этом наблюдается или урежение ЧСС или нормальная его величина. Этому соответствует усиление регуляторных парасимпатических влияний СУ. 2 классу (Р2) также свойственна выраженная дыхательная аритмия с постоянным периодом на фоне нормального пульса. Это связывается с преобладанием парасимпатических влияний при нормальной регуляции СР. В СРГ 3 класса (Р3) появляются медленные волны малого и непостоянного периодов и амплитуды при отсутствии дыхательной аритмии [12]. Это нормальный или несколько учащенный СР обусловлен усилением симпатических влияний. СРГ 4 класса (Р4) характеризуется медленными волнами малого и постоянного периодов на фоне умеренного учащения ритма, что свойственно преобладанию симпатических влияний при нормальной регуляции СР. В СРГ 5 класса (Р5) наблюдаются медленные волны большого периода; СР стабилизирован и учащен. Симпатические влияния здесь предельно усилены, парасимпатические — снижены. Для 6 класса (Р6) типично то, что СР учащен и полностью стабилизирован с отсутствием практически каких-либо волн. Это обусловлено как предельным усилением симпатических, так и почти полным отсутствием парасимпатических влияний. Авторами классификации также дополнительно выделены ритмограммы 5 и 6 класса второй градации. 6 класс второй градации характеризуется стабилизацией СР (волновая структура отсутствует) и его урежением. Это наблюдается при предельном усилении парасимпатических влияний на фоне снижения симпатических. 5 классу второй градации свойственны медленные волны большого периода при нормальном или несколько учащенном СР. Такие параметры связываются со снижением влияния парасимпатического или обоих отделов вегетативной нервной системы [13, 14, 15]. Наконец, авторы указывают на существование еще одного варианта 6 класса РГ с полной стабилизацией СР при нормальной или умеренно повышенной его частоте. Это может быть обусловлено снижением влияния парасимпатического или обоих отделов вегетативной нервной системы. В процессе естественной жизнедеятельности все классы СРГ, могут наблюдаться только у здоровых тренированных лиц. При этом ритмограммы 6 класса 2 градации (стабильный СР на фоне выраженной брадикардии) встречаются только в состоянии покоя у спортсменов высокого мастерства в период интенсивных тренировок; ритмограммы 6 класса (стабилизация ритма на фоне тахикардии) — при субмаксимальных и максимальных физических или психологических нагрузках. Все другие классы РГ распределены между этими крайними вариантами в порядке от 1 до 6 класса по степени уменьшения парасимпатической регуляции и увеличения симпатической в зависимости от конкретной ситуации [16, 20, 23].

Применение спектрального анализа позволяет количественно оценить влияние на работу сердца различных регуляторных систем.

Выделяют три основных спектральных компонента, которые соответствуют колебаниям ритма сердца различной периодичности [17, 18].

Выделяют высокочастотные (High Frequency — HF), низкочастотные (Low Frequency — LF) и очень низкочастотные (Very Low Frequency — VLF) компоненты, которые используются при кратковременной записи ЭКГ. Для длительных записей используют также дополнительные компоненты — ультранизкочастотные (Ultra Low Frequency (ULF)) [21, 22, 25].

HF компонент связан с дыхательными движениями и отражает влияние на работу сердца блуждающего нерва.

LF компонент характеризует влияние на сердечный ритм как симпатического отдела, так и парасимпатического.

VLF и ULF компоненты отражают действие различных факторов, к которым относят, например, сосудистый тонус, систему терморегуляции и др. [26].

Важными параметрами являются также **ТФ** – **общая мощность спектра, индекс централизации ИС** (вычисляется по формуле $(HF+LF)/VLF$) и **индекс вагосимпатического взаимодействия LF/HF**.

ТФ – позволяет оценить суммарную активность воздействий на ритм сердца вегетативной нервной системы.

LF/HF – характеризует баланс влияния на сердце парасимпатического и симпатического отделов [25].

Список литературы / References

1. Lown B., Verrier R. L. Neural activity and ventricular fibrillation. N Engl J Med, 1976. 294:1165-1170. CrossRefMedline
2. Corr P. B., Yamada K. A., Witkowski F. X. Mechanisms controlling cardiac autonomic function and their relation to arrhythmogenesis. In: Fozzard H. A., Haber E., Jennings R. B., Katz A. N., Morgan H. E. eds. The Heart and Cardiovascular System. New York, NY: Raven Press, 1986. 1343-1403.
3. Schwartz P. J., Priori S. G. Sympathetic nervous system and cardiac arrhythmias. In: Zipes D. P., Jalife J. eds. Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside. Philadelphia, Pa: WB Saunders Co, 1990. 330-343.
4. Levy M. N., Schwartz P. J. eds. Vagal Control of the Heart: Experimental Basis and Clinical Implications. Armonk, NY: Futura, 1994.
5. Попов В. В., Фрущие Л. Н. Вариабельность сердечного ритма: возможности применения в физиологии и клинической медицине / Український медичний часопис, 2006. № 2 (52). С. 24–31.
6. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Баевский П. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В. и др. // Вестник аритмологии, 2001. № 24. С. 65–87.
7. Hon E. H., Lee S. T. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death: further observations. Am J Obstet Gynecol, 1965;87. 814-826.
8. Sayers B. M. Analysis of heart rate variability. Ergonomics, 1973. 16:17-32.
9. Penaz J., Roukenz J., Van der Waal H. J. In: Drischel H., Tiedt N., eds. Spectral Analysis of Some Spontaneous Rhythms in the Circulation. Leipzig, Germany: Biokybernetik, Karl Marx University, 1968. 233-241.
10. Luczak H., Laurant W. J. An analysis of heart rate variability. Ergonomics, 1973. 16:85-97.
11. Hirsh J. A., Bishop B. Respiratory sinus arrhythmia in humans: how breathing pattern modulates heart rate. Am J Physiol, 1981. 241:H620-H629.
12. Ewing D. J., Martin C. N., Young R. J., Clarke B. F. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years' experience in diabetes. Diabetes Care, 1985. 8:491-498.
13. Wolf M. M., Varigos G. A., Hunt D., Sloman J. G. Sinus arrhythmia in acute myocardial infarction. Med J Aust, 1978. 2:52-53.
14. Akselrod S., Gordon D., Ubel F. A., Shannon D. C., Barger A. C., Cohen R. J. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control. Science, 1981. 213:220-222.
15. Pomeranz M., Macaulay R. J. B., Caudill M. A., Kutz I., Adam D., Gordon D., Kilborn K. M., Barger A. C., Shannon D. C., Cohen R. J., Benson M. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. Am J Physiol, 1985. 248:H151-H153.
16. Pagani M., Lombardi F., Guzzetti S., Rimoldi O., Furlan R., Pizzinelli P., Sandrone G., Malfatto G., Dell'Orto S., Piccaluga E., Turiel M., Baselli G., Cerutti S., Malliani A. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympathovagal interaction in man and conscious dog. Circ Res, 1986. 59:178-193.
17. Kleiger R. E., Miller J. P., Bigger J. T., Moss A. J., and the Multicenter Post-Infarction Research Group. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. Am J Cardiol, 1987. 59:256-262.
18. Malik M., Farrell T., Cripps T., Camm A. J. Heart rate variability in relation to prognosis after myocardial infarction: selection of optimal processing techniques. Eur Heart J, 1989. 10:1060-1074.
19. Bigger J. T., Fleiss J. L., Steinman R. C., Rolnitzky L. M., Kleiger R. E., Rottman J. N. Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction. Circulation, 1992. 85:164-171.
20. Sayers B. M. Analysis of heart rate variability. Ergonomics, 1973. 16:17-32. Medline.
21. Hirsh J. A., Bishop B. Respiratory sinus arrhythmia in humans: how breathing pattern modulates heart rate. Am J Physiol, 1981. 241:H620-H629.
22. Akselrod S., Gordon D., Ubel F. A., Shannon D. C., Barger A. C., Cohen R. J. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control. Science, 1981. 213:220-222.
23. Pagani M., Lombardi F., Guzzetti S., Rimoldi O., Furlan R., Pizzinelli P., Sandrone G., Malfatto G., Dell'Orto S., Piccaluga E., Turiel M., Baselli G., Cerutti S., Malliani A. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympathovagal interaction in man and conscious dog. Circ Res., 1986. 59:178-193.

24. *Malik M., Xia R., Odemuyiwa O., Staunton A., Poloniecki J., Camm A. J.* Influence of the recognition artefact in the automatic analysis of long-term electrocardiograms on time-domain measurement of heart rate variability. *Med Biol Eng Comput*, 1993. 31:539-544. CrossRefMedline
25. *Malliani A., Pagani M., Lombardi F., Cerutti S.* Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*, 1991. 84:1482-1492
26. *Furlan R., Guzzetti S., Crivellaro W., Dassi S., Tinelli M., Baselli G., Cerutti S., Lombardi F., Pagani M., Malliani A.* Continuous 24-hour assessment of the neural regulation of systemic arterial pressure and RR variabilities in ambulant subjects. *Circulation*, 1990. 81:537-547.