

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА И ВЫРАЖЕННОСТЬ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОЛИ У ЗДОРОВЫХ ДОБРОВОЛЬЦЕВ****Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького****(г. Красный Лиман)****igor.khripachenko@gmail.com**

Данная работа является фрагментом НИР «Принципы стресс-лимитирующей анестезии та интенсивной терапии в дітей і дорослих з поліетіологічним ураженням ЦНС», № гос. регистрации 0105U008732, шифр УН 06.04.02.

Вступление. Боль по своей сути является субъективным опытом, отражающим влияние психосоциальных, эмоциональных и духовных факторов, а её измерение на практике представляет сложную задачу [4, 8]. Наиболее распространенная в ежедневной клинической практике визуально аналоговая шкала требует участия (понимания) и сотрудничества больного [3, 5]. В ситуациях, когда больной не может описать боль (больные, находящиеся под действием седативных средств, больные отделений интенсивной терапии), когда оценка боли при помощи визуально-аналоговой шкалы невозможна, интенсивность боли оценивают по поведенческим реакциям (выражение лица, пототделение и прочих) и физиологическим параметрам (частота сердечных сокращений и величина артериального давления) [1, 6, 10]. Такой подход основан на понимании того, что боль вызывает стрессовый ответ, результатом которого есть физиологические изменения, которые соответствуют интенсивности болевых ощущений. Автономная нервная система реагирует на стресс увеличением симпатического или снижением парасимпатического тона. Эти изменения симпато-вагального равновесия преследуют цель перераспределения кровотока к органам с наибольшей потребностью, и как результат увеличения артериального давления или частоты сердечного ритма [2, 7].

Быстрые флюктуации сердечного ритма, описываемые параметрами variability сердечного ритма (BCP), в основном, обусловлены влиянием автономной нервной системы, и могут быть мерой испытываемой боли, как реакции на стресс [9].

Цель настоящего исследования – определить зависимость спектральных характеристик variability сердечного ритма у здоровых добровольцев от выраженности экспериментальной боли.

Объект и методы исследования. Исследование проведено у 50 условно здоровых добровольцев, 31 из которых были мужчины (62%). Критерии включения: здоровые лица обоих полов; возраст испытуемых 18–25 лет. Критерии исключения: транзиторное нарушение ритма во время проведения исследования; наличие сопутствующей патологии; беременность; прием медикаментозных препаратов.

Перед началом эксперимента всем обследуемым проводился инструктаж о ходе исследования, который включал в себя три этапа: первый этап представлял собой определение минимального порога болевой чувствительности в турникетной пробе. Для этого испытуемым накладывали пневматическую манжетку на плечо, нагнетали в неё воздух, и предлагали оценить свои ощущения, с характеристикой от дискомфорта до нестерпимой боли. При этом установлено, что минимальное давление воздуха в пневматической манжетке, при котором все добровольцы испытывали болевые ощущения составляет 340 мм. рт. ст. На втором этапе исследования всем добровольцам проводили турникетную пробу с давлением в манжетке 340 мм. рт. ст. в течение 5 минут и оценивали болевые ощущения по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) от 0 до 10 см, где 0 – нет болевых ощущений, 10 см – невыносимая боль. Третий этап исследования проводили через 24 часа после второго, в стандартное время суток (от 9 до 10 часов). После 5 минутной регистрации ЭКГ в покое (положении лежа) с помощью компьютерного кардиографа «CardioLab 2000+» («ХАІ-medica», Харьков, Украина) из отведения с максимальной амплитудой зубца R, в соответствии со стандартами [10], проводили активную ортостатическую пробу, для чего, по команде, «обследуемый» быстро, без задержек, принимал положение «сидя» и ему проводили повторную 5-минутную запись ЭКГ. Спектральные характеристики variability сердечного ритма получали путем обработки интервалокардиограмм с помощью алгоритма быстрого преобразования Фурье.

Статистический анализ полученных результатов проводили с помощью программы «Statistica 8 for Windows» и пакета прикладных программ «Microsoft Office 2007» в группах, выделенных по величине оценки по ВАШ (рис.).

Первую группу составили обследуемые с оценкой больше либо равно 6 см (25 человек), а вторую, соответственно, больше 6 см (25 человек). Полученные группы были сопоставимы по возрасту и полу. Статистические моменты в таблицах и в тексте представлены в виде медианы, максимального и минимального значений изученных показателей. Оценку выявленных различий для связанных выборок проводили при помощи парного критерия Вилкоксона, а для несвязанных выборок с использованием критерия Манна-Уитни.

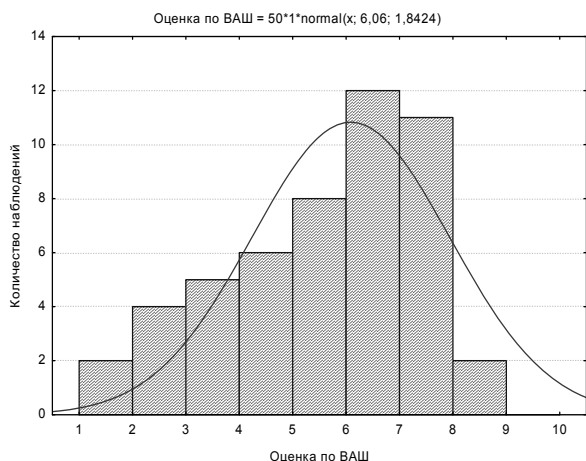


Рис. Гистограмма распределения добровольцев по ВАШ, см.

Результаты исследований и их обсуждение. В покое (положение лежа) медиана средней продолжительности RR-интервалов (mRR) у добровольцев первой группы составила 912,5 (663,0-1238,0) мс, а во второй группе соответственно 875,0 (638,0-1159,0) мс ($p > 0,05$). Медиана стандартного отклонения нормальных RR-интервалов (SDNN) в первой группе составила 59,3 (16,5-132,3) мс, а во второй 63,1 (35,4-104,2) мс ($p > 0,05$). Квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных RR-интервалов (RMSSD), в первой группе составил 57,8 (10,6-161,9) мс, а во второй соответственно 56,1 (20,2-108,6) мс ($p > 0,05$). Медиана числа последовательных пар RR-интервалов, отличающихся более чем на 50 мс по отношению к общему числу всех RR-интервалов (pNN50), в покое, в сравниваемых группах статистически значимо не отличалась, и составила в первой группе 31,8 (0,1-74,7)%, а во второй соответственно 28,8 (2,5-64,5)%. Общая мощность спектра

VCP (TP) в обеих группах также не отличалась и составила в первой группе 3828,6 (229,0-16391,1) мс², а во второй – 3745,6 (1031,9-9835,5) мс².

В активной ортостатической пробе у добровольцев первой группы были выявлены следующие изменения показателей VCP: mRR уменьшился на 9% ($p < 0,05$), SDNN на 6% ($p > 0,05$), RMSSD на 30,5% ($p > 0,05$), pNN50 на 38% ($p > 0,05$), а TP на 26% ($p > 0,05$). У добровольцев второй группы mRR уменьшился на 7% ($p < 0,05$), SDNN на 34% ($p > 0,05$), RMSSD на 27% ($p > 0,05$), pNN50 на 35% ($p > 0,05$), а TP на 8% ($p > 0,05$). Статистически значимых различий в степени изменения показателей, по сравнению с исходными значениями, по критерию Фишера для долей не установлено.

Статистически значимых отличий исходных значений мощности очень низкочастотного диапазона (VLF) в сравниваемых группах добровольцев не установлено (табл.). В ответ на ортостатическую пробу этот показатель в первой группе увеличился на 10,5% а во второй на 35% различия с исходными значениями статистически не значимы ($p > 0,05$).

Исходные значения медианы мощности низкочастотного диапазона (LF) в первой группе была меньше на 297,1 мс², чем во второй, а после ортостатической пробы разница увеличивалась до 414,3 мс², однако эти различия статистически незначимы ($p > 0,05$). В отличие от абсолютных значений мощности низкочастотного диапазона, нормированные его значения (LF norm) в обеих группах добровольцев увеличивались достоверно: в первой группе на 41%, а во второй на 39% соответственно ($p < 0,05$). Различия же между группами недостоверны.

В отличие от мощности низкочастотного диапазона, медиана мощности высокочастотного диапазона (HF) у добровольцев первой группы в ответ на ортостатическую пробу уменьшилась в 2,1 раза ($p < 0,05$), а во второй группе в 1,7 раза ($p < 0,05$), однако межгрупповые различия статистически незначимы. Нормированные значения мощности высокочастотного

Показатели variability сердечного ритма здоровых добровольцев в активной ортостатической пробе, Me (Min–Max)

Показатель VCP	Первая группа		Вторая группа	
	Положение лежа	Положение сидя	Положение лежа	Положение сидя
VLF, мс ²	815,0 (0,3-2984,9)	900,0 (14,1-2776,7)	819,7 (10,0-2194,1)	1105,2 (10,5-3097,9)
LF, мс ²	826,2 (64,6-2695,1)	891,5 (107,4-2291,3)	1123,1 (117,0-4326,6)	1305,3 (373,6-3086,7)
LF norm, %	36,3 (11,3-62,2)	51,2 (17,4-83,2)*	41,7 (13,1-73,6)	57,8 (12,4-90,6)*
HF, мс ²	2187,3 (39,2-13520,0)	1030,6 (62,5-3652,7)	1802,6 (279,8-6536,6)	1044,2 (106,1-4180,4)*
HFnorm, %	63,6 (37,8-88,7)	48,7 (16,8-82,6)*	58,3 (26,4-86,9)	42,1 (9,4-87,6)*
LF/HF	0,6 (0,1-1,6)	1,4 (0,2-4,9)*	0,9 (0,2-2,8)	2,1 (0,1-9,7)*
IC	68,4 (0,6-1107,7)	10,3 (0,6-68,9)*	27,7 (0,5-320,2)	17,7 (0,8-116,5)

Примечание:* – внутригрупповые отличия, при $p < 0,05$.

Таблица

диапазона VCP (HF norm) достоверно уменьшались в первой группе на 23%, а во второй на 28% соответственно.

Индекс симпато-вагального взаимодействия обеих сравниваемых групп добровольцев в ответ на ортостатическую пробу увеличивался более чем в 2 раза ($p < 0,05$), при этом межгрупповые отличия не выявлены ($p > 0,05$).

Индекс централизации (IC), отражающий степень преобладания недыхательных составляющих синусовой аритмии над дыхательными, в ответ на ортостатическую пробу, в первой группе добровольцев уменьшился почти в 7 раз ($p < 0,05$), а во второй группе всего в 1,7 раза ($p < 0,05$), и не смотря на такие различия внутри групп, межгрупповые различия статистически не значимы.

Выводы. Полученные нами результаты позволяют заключить, что спектральные характеристики вариабельности сердечного ритма у здоровых добровольцев не могут быть альтернативой визуально-аналоговой шкале в оценке экспериментальной боли.

Перспективы дальнейших исследований. Учитывая высокую межиндивидуальную вариабельность показателей спектрального анализа вариабельности сердечного ритма, а также малое число наблюдений, полученные результаты требуют дальнейшей проверки на большем массиве данных.

Литература

1. Arbour C. Are vital signs valid indicators for the assessment of pain in postoperative cardiac surgery ICU adults? / C. Arbour, C. Gelinac // *Intensive Crit. Care Nurs.* – 2010. – Vol. 26, № 2. – P. 83-90.
2. Bruehl S. Interactions between the cardiovascular and pain regulatory systems: An updated review of mechanisms and possible alterations in chronic pain / S. Bruehl, O. Y. Chung // *Neurosci Biobehav. Rev.* – 2004. – Vol. 28, № 4. – P. 395-414.
3. Gagliese L. The measurement of postoperative pain: A comparison of intensity scales in younger and older surgical patients / L. Gagliese, N. Weizblit, W. Ellis, V. W. S. Chan // *Pain.* – 2005. – Vol. 117, № 7. – P. 412-420.
4. Greenstreet W. The concept of total pain: A focused patient care study / W. Greenstreet // *Br. J. Nurs.* – 2001. – Vol. 10, № 9. – P. 1248-1255.
5. Jensen M. P. The validity and reliability of pain measures in adults with cancer / M. P. Jensen // *J. Pain.* – 2003. – Vol. 4, № 1. – P. 2-21.
6. Li D. A review of objective pain measures for use with critical care adult patients unable to self-report / D. Li, K. Puntillo, C. Miaskowski // *J. Pain.* – 2008. – Vol. 9, № 1. – P. 2-10.
7. Lindh V. Heel lancing in term new-born infants: An evaluation of pain by frequency domain analysis of heart rate variability / V. Lindh, U. Wiklund, S. Hakansson // *Pain.* – 1999. – Vol. 80, № 1-2. – P. 143-148.
8. Saunders C. The Management of Terminal Malignant Disease / C. Saunders, N. Sykes. – London : Hospital Medicine Publications, 1993. – 149 p.
9. 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 // *Circulation.* – 1996. – Vol. 93, № 5. – P. 1043-1065.
10. Walter-Nicolet E. Pain management in newborns: From prevention to treatment / E. Walter-Nicolet, D. Annequin, V. Biran [et al.] // *Paediatr. Drugs.* – 2010. – Vol. 12, № 6. – P. 353-365.

УДК 616. 12-008. 318-009. 7-028

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ РИТМУ СЕРЦЯ ТА ВИРАЖЕНІСТЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО БОЛЮ У ЗДОРОВИХ ДОБРОВОЛЬЦІВ

Хрипаченко І. А.

Резюме. Мета цього дослідження визначити залежність спектральних характеристик варіабельності серцевого ритму у здорових добровольців від вираженості експериментального болю. Досліджено 50 здорових добровольців віком від 18-25 років. Експериментальний біль моделювали за допомогою турнікетної проби. Спектральні характеристики варіабельності серцевого ритму отримували за допомогою алгоритму швидкого перетворення Фур'є.

Отриманні нами результати дозволяють заключити що спектральні характеристики варіабельності серцевого ритму у здорових добровольців не можуть бути альтернативою візуально-аналогової шкали щодо оцінки експериментального болю.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, експериментальний біль.

УДК 616. 12-008. 318-009. 7-028

ВАРІАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА И ВЫРАЖЕННОСТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОЛИ У ЗДОРОВЫХ ДОБРОВОЛЬЦЕВ

Хрипаченко И. А.

Резюме. Цель настоящего исследования определить зависимость спектральных характеристик вариабельности сердечного ритма у здоровых добровольцев от выраженности экспериментальной боли. Обследовано 50 здоровых добровольцев в возрасте от 18-25 лет. Экспериментальную боль моделировали при помощи турникетной пробы. Спектральные характеристики вариабельности сердечного ритма получали при помощи алгоритма быстрого преобразования Фурье.

Полученные нами результаты позволяют заключить, что спектральные характеристики вариабельности сердечного ритма у здоровых добровольцев не могут быть альтернативой визуально-аналоговой шкале в оценке экспериментальной боли.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, экспериментальная боль.

UDC 616. 12-008. 318-009. 7-028

Heart Rate Variability and Intensity Of Experimental Pain in Healthy Volunteers

Khrypachenko I. A.

Abstract. Fast fluctuation of heart rhythm reflected by heart rate variability indexes depend on autonomic nervous system, and may be as measure of experienced pain in response to the stress.

The aim of the study is to determine dependence of spectral components of heart rate variability in healthy volunteers on the intensity of experimental pain.

Material and methods. The study was done in 50 healthy volunteers, 18-24 year old, 62% men. In the first stage of our study, we determine pain threshold in tourniquet probe and it was equal 340 mm Hg. In the second stage, we determine pain intensity by visual analog scale (VAS) after 5 minutes tourniquet probe. After that, we divide all volunteers on the two groups. First group consist of volunteers with VAS equal or less than 6 cm and the second more than 6 cm according to VAS, where 0 cm – no pain and 10 – intolerable pain. Third stage of study include ECG signal recording during 5 minutes period and with further fast Fourier transformation to the spectral components of heart rate variability. Spectral component indexes were investigated in initial state and after orthostatic probe. Statistical analysis we perform by «Statistica 8 for Windows» and statistical moments were median, minimal and maximal meaning of investigated indexes. Assessment of revealed differences we perform by matched-pairs Wilcoxon test and Mann-Whitney rank sum test.

Results and discussion. Median of mRR in first group volunteers was 912.5 (663.0-1238.0) mc, and in second group 875.0 (638.0-1159.0) mc ($p > 0.05$). Median of SDNN in first group volunteers was 59.3 (16.5-132.3) mc, and in second group 63.1 (35.4-104.2) mc ($p > 0.05$). RMSSD in first group was 57.8 (10.6-161.9) mc, and in second group 56.1 (20.2-108.6) mc ($p > 0.05$). Median of pNN50, in the rest, in comparison groups not differ, and was in the first group 31.8 (0.1-74.7)%, and in the second group 28.8 (2.5-64.5)%. Total power of spectral density of RR-intervals in both groups was not differ and was in the first group 3828.6 (229.0-16391.1) mc², and in the second group – 3745.6 (1031.9-9835.5) mc². In active orthostatic probe of first group of volunteers, we were revealed next changes: mRR was decreased by 9% ($p < 0.05$), SDNN by 6% ($p > 0.05$), RMSSD by 30.5% ($p > 0.05$), pNN50 на 38% ($p > 0.05$), a TP на 26% ($p > 0.05$). In second group mRR was decreased by 7% ($p < 0.05$), SDNN by 34% ($p > 0.05$), RMSSD by 27% ($p > 0.05$), pNN50 by 35% ($p > 0.05$), and TP by 8% ($p > 0.05$). There were no differences in the changes compare to initial meanings according to Fisher's test. VLF in first group of volunteers after orthostatic probe was increases by 10.5% and in the second group by 35% ($p > 0.05$). Initial median of LF in the first group was less by 297.1 mc², than in second group, and after orthostatic probe, it was increased up to 414.3 mc², but not significant. LF norm in both groups was increased significantly: in first group by 41%, and in second group by 39% ($p < 0.05$). Differences between groups are not significant. Median of HF in first group was decreased by 2.1 times ($p < 0.05$), and in the second group by 1.7 times ($p < 0.05$), HF norm was decreased by 23%, and 28% in the first and second groups accordingly. There were no differences in the LF/HF and IC between the study groups.

Conclusion. Our findings allow us to conclude that spectral characteristics of heart rate variability in healthy volunteers cannot be as alternative for visual analog scale in estimation of experimental pain.

Perspective for future investigation in consideration of high individual variability of heart rate variability indexes and small size of sample, our findings require further testing with data bulk.

Keywords: heart rate variability, experimental pain.

Рецензент – проф. Костенко В. О.

Стаття надійшла 24. 03. 2015 р.