

Частота сердечных сокращений и вариабельность ритма сердца при болевом воздействии на соматические ноцицепторы

Белорусский государственный медицинский университет

В ходе работы показано, что при механическом болевом воздействии на соматические ноцицепторы происходит преимущественно увеличение ЧСС и показателей вариабельности ритма сердца SDRR, RMSSD. Для показателей SDRR и RMSSD наблюдается обратная взаимосвязь (-0.44 ± 0.21 , $p < 0.05$ и -0.39 ± 0.21 , соответственно) между величиной их исходного значения и величиной изменения при действии болевого стимула. Обратная взаимосвязь между величиной исходного значения SDRR и RMSSD и величиной их изменения при действии болевого стимула, вероятно, отражает характер вовлечения ядер парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в реализацию ноцицептивно-индуцированных кардио-васкулярных реакций.

Ключевые слова: сердце, частота, ритм, вариабельность, боль.

Известно, что болевое воздействие приводит к существенным сдвигам деятельности сердца, влияя на частоту и силу его сокращений [4].

Отклонение же показателей вариабельности ритма сердца, равно как факторы, влияющие на изменение ЧСС при болевом влиянии являются недостаточно изученными.

Цель работы – изучение характера изменений ЧСС и показателей вариабельности ритма сердца при болевом воздействии на соматические ноцицепторы.

Материалы и методы

Опыты проводились на 24 беспородных крысах (самцы, масса 290-350 г, возраст 6-7 месяцев), анестезированных внутрибрюшинным введением уретана (1.0 г/кг). Запись электрокардиограммы осуществлялась во втором стандартном отведении с помощью игольчатых микроэлектродов, вводимых в мышцы конечностей животного. Сигнал от электродов фильтровался (диапазон 1.6 -100 Гц), усиливался на усилителе биоэлектрических сигналов (АВ 621G, Nihon Kohden), оцифровывался с частотой дискретизации 22050 Гц и хранился на винчестере персонального компьютера (Celeron 330) [5]. Последующая обработка сигнала включала определение времени появления зубцов R на электрокардиограмме. Рассчитывались средняя частота сердечных сокращений, значения показателей вариабельности кардиоинтервалов SDRR (стандартное отклонение значений кардиоинтервалов) и RMSSD (квадратный корень из среднего значения величин квадратов разности кардиоинтервалов).

Механическое болевое воздействие осуществлялось в виде щипкового (pinch) воздействия надпороговой постоянной интенсивности на подошву задней контрлатеральной конечности животного. Для болевого воздействия использовалась небольшая прищепка с приклеенным внутри тупым шипиком. Интенсивность болевого воздействия составляла 2Н/мм^2 [2].

Запись ЭКГ осуществлялась по 5 минут при функциональном покое, при нанесении ложно-болевого воздействия (прикладывание кусочка ваты к конечности животного) и при вышеописанном механическом истинно-болевым воздействием.

Достоверность изменения показателей оценивалась с помощью критерия Стьюдента и парного критерия Вилкоксона [1].

Результаты и обсуждение

В условии функционального покоя частота сердечных сокращений составляла от 4.04 ± 0.14 Гц до 8.11 ± 0.21 Гц (среднее значение 6.71 ± 1.51 Гц), показатель вариабельности ритма сердца SDRR был равен от 0.0012с до 0.01с (среднее значение 4.8 ± 1.2 мс), показатель

вариабельности ритма сердца RMSSD составлял от 1.7 мс до 14.0 мс (среднее значение 6.6 ± 1.7 мс).

При ложно-болевом воздействии частота сердечных сокращений составляла от 4.04 ± 0.13 Гц до 8.11 ± 0.21 Гц (среднее значение 6.71 ± 1.51 Гц), показатель вариабельности ритма сердца SDRR был равен от 0.0012с до 0.01 (среднее значение 4.9 ± 1.2 мс), показатель вариабельности ритма сердца RMSSD составлял от 1.7 мс до 14.0 мс (среднее значение 6.5 ± 1.7 мс).

При этом ни в одном из опытов не наблюдалось достоверного изменения ЧСС при ложно-болевом воздействии.

При ложно-болевом воздействии коэффициент корреляции величины изменения и исходного значения для ЧСС был равен 0.12 ± 0.23 ($p > 0.1$); для показателя SDRR был равен -0.16 ± 0.23 ($p > 0.1$); для показателя RMSSD был равен -0.06 ± 0.23 ($p > 0.1$).

При истинно-болевом воздействии частота сердечных сокращений составляла от 4.06 ± 0.14 Гц до 8.14 ± 0.21 Гц (среднее значение 7.03 ± 1.59 Гц), показатель вариабельности ритма сердца SDRR был равен от 0.0012с до 0.012с (среднее значение 5.8 ± 1.5 мс), показатель вариабельности ритма сердца RMSSD составлял от 1.7 мс до 17.5 мс (среднее значение 8.0 ± 2.1 мс).

При этом в 18 ($75.0 \pm 8.8\%$) опытах из 24 наблюдалось увеличение ЧСС, причем в 6 из них ($25.0 \pm 8.8\%$) достоверное ($p < 0.05$). В 6 ($25.0 \pm 8.8\%$) опытах имелось уменьшение ЧСС, в одном из них ($4.2 \pm 4.0\%$) достоверное ($p < 0.05$).

В 18 ($75.0 \pm 8.8\%$) опытах наблюдалось увеличение показателя SDRR, а в 6 ($25.0 \pm 8.8\%$) опытах происходило его уменьшение ($p < 0.01$).

В 7 ($29.2 \pm 9.3\%$) опытах наблюдалось уменьшение RMSSD, в 14 ($58.3 \pm 10.1\%$, $p < 0.05$) опытах происходило увеличение RMSSD..

Парные критерии Вилкоксона составили 3.82 ($p < 0.01$) для изменения ЧСС, 3.3 ($p < 0.01$) для изменения SDRR и 3.28 ($p < 0.01$) для изменения RMSSD.

При истинно-болевом воздействии коэффициент корреляции величины изменения и исходного значения для ЧСС был равен 0.04 ± 0.23 ($p > 0.1$); для SDRR был равен -0.44 ± 0.21 ($p < 0.05$) и для RMSSD был равен -0.39 ± 0.21 ($p < 0.1$).

Приведенные данные демонстрируют, что при болевом воздействии на соматические ноцицепторы наблюдается увеличение и ЧСС и некоторых показателей вариабельности ритма сердца (SDRR, RMSSD). Это согласуется с результатами других научных исследований, в которых продемонстрировано увеличение ЧСС, наблюдаемое при механическом болевом воздействии на соматические ноцицепторы. При этом выявлено, что происходит совместное усиление влияний как парасимпатического, так и симпатического отделов вегетативной нервной системы на сердце [4], что, вероятно, может обуславливать также и увеличение показателей вариабельности ритма сердца, наряду с увеличением ЧСС, наблюдаемые в данной работе.

Важно отметить наличие для показателей SDRR и RMSSD обратной взаимосвязи между величиной их исходного значения и величиной изменения при действии болевого стимула. Поскольку величина показателей SDRR и RMSSD отражает преимущественно интенсивность действия вагуса на сердце, то, вероятно, обратная взаимосвязь между величиной исходного значения данных показателей и величиной их изменения при действии болевого стимула отражает характер вовлечения ядер парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в реализацию ноцицептивно-индуцированных кардио-васкулярных реакций. Данное предположение подтверждается результатами недавних работ, в которых продемонстрировано, что для ноцицептивно-индуцированных изменений

активности нейронов, расположенных в дорсо-медиальных отделах продолговатого мозга, в области ядер солитарного тракта (важнейшей области, опосредующей ноцицептивно-индуцированные кардио-васкулярные реакции) также характерно наличие обратной взаимосвязи с уровнем ее исходного значения [6].

Выводы

При механическом болевом воздействии на соматические ноцицепторы происходит преимущественно увеличение ЧСС и показателей variability ритма сердца SDRR, RMSSD. Для показателей SDRR и RMSSD наблюдается обратная взаимосвязь между величиной их исходного значения и величиной изменения при действии болевого стимула.

Литература

1. Урбах, В. Ю. Биометрические методы / В. Ю. Урбах. М.: Наука, 1964. 417 с.
2. Le Bars, D. Animal Models of Nociception / D. Le Bars, M. Gozariu, S. W. Cadden // *Pharmacological Reviews*. 2001. Vol. 53, № 4. P. 597–652.
3. Boscan, P. Role of the solitary tract nucleus in mediating nociceptive evoked cardiorespiratory responses / P. Boscan, J. F. R. Paton // *Autonomic Neuroscience*. 2001. Vol. 86. P. 170–182.
4. Boscan, P. The nucleus of the solitary tract: an integrating station for nociceptive and cardiorespiratory afferents / P. Boscan, A. E. Pickering, J. F. R. Paton // *Experimental Physiology*. 2002. Vol. 87, № 2. P. 259–266.
5. Prudnikau, H. A. Simulation of the Neuronal Interactions and Connection of Neuronal Activity with Changes of Heart Rhythm and Myocardial Electrophysiological Properties / H. A. Prudnikau // *Annals of the New York Academy of Science*. 2005. Vol. 1048. P. 418–421.
6. Prudnikau, H. A. Dependence of cardiac-related modulation in dorso-medial medullar neural activity on pain influence / H. A. Prudnikau[et al.] // *Ukrainian Journal of Young Scientists "Hist"*. 2008. № 9. С. 226