

В.Т. Сахин, А.В. Гордиенко, А.В. Сотников,
А.Б. Шангин, А.И. Войцицкий

Взаимосвязи между клиническим исходом, показателями вариабельности сердечного ритма и артериального давления у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Представлены результаты сравнения спектральных параметров вариабельности сердечного ритма, систолического и диастолического артериального давления, полученных при 5-минутной записи в острый период травматической болезни у выживших и умерших пострадавших. Для вариабельности сердечного ритма, систолического и диастолического артериального давления у всех пострадавших выявлены статистически достоверные межгрупповые различия значений коэффициента вагосимпатического баланса и мощности волн низкой частоты, выраженных в нормализованных единицах. Для мощности волн очень низкой частоты установлены достоверные межгрупповые различия для вариабельности сердечного ритма и систолического артериального давления. Кроме того, для вариабельности сердечного ритма также выявлены достоверные различия по значениям мощности волн низкой частоты, а для вариабельности систолического артериального давления – по мощности вариабельности сердечного ритма и систолического артериального давления рассчитана каноническая линейная дискриминантная функция. Функция обладает высокой реальной полезностью и диагностической значимостью, позволяя в острый период тяжелой сочетанной травмы груди точно определять клинический исход у 92,5 % обследуемых. Координаты центроидов для группы выживших и умерших пострадавших составили, соответственно, 3,12 и –6,12. Пострадавшие, имеющие по результатам расчета значения канонической линейной дискриминантной функции, близкие к –6,12, имеют очень высокий риск развития летального исхода вследствие прогрессирующей полиорганной недостаточности. Пострадавшие, для которых значения канонической линейной дискриминантной функции ближе к 3,12, имеют благоприятный прогноз и низкий риск летального исхода.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, вариабельность артериального давления, 5-минутная запись электрокардиограммы и артериального давления, спектральный анализ, тяжелая сочетанная травма груди, острый период травматической болезни, летальный исход, прогрессирующая полиорганная недостаточность.

Введение. Сочетанная травма груди занимает одну из ведущих позиций в структуре травматизма мирного и военного времени [6], уступая по частоте только черепно-мозговым травмам и травмам конечностей. От 35 до 75% погибших вследствие травм имеют торакальные повреждения, причем в 25% наблюдений последние являются непосредственной причиной смерти, а в 25–50% случаев они способствуют летальному исходу [4]. Тяжелая механическая травма является мощным внешним стрессовым фактором, вызывающим нарушения со стороны сердечно-сосудистой [3] и вегетативной нервной систем [12], осуществляющих динамическое управление кровообращением и вносящих значительный вклад в регуляцию ритма сердца и артериального давления [7]. Оценка вариабельности сердечного ритма (ВСР) является наиболее доступным неинвазивным способом изучения состояния вегетативной нервной системы [7]. Исследуется диагностическая значимость показателей ВСР при анализе краткосрочных записей электрокардиограммы (ЭКГ) длительностью до 5 мин [10, 11]. Исследование краткосрочных записей является более предпочтительным

для пострадавших с тяжелой сочетанной травмой. Имеются клинические данные о связи различных показателей спектрального анализа ВСР с общим прогнозом у этой категории пострадавших [13, 15]. Также установлена возможность использования спектральных показателей вариабельности систолического артериального давления в качестве маркера вегетативной дисфункции при различных патологических состояниях [8, 9]. Результаты имеющихся работ по исследованию вариабельности гемодинамических показателей малочисленны и существенно отличаются друг от друга. В настоящее время нет единого мнения по поводу того, какие показатели спектрального анализа ВСР и вариабельности артериального давления наиболее значимы для оценки ближайшего и отдаленного прогнозов у данной категории пострадавших.

Цель исследования. Изучить взаимосвязи между клиническим исходом у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди и спектральными показателями вариабельности сердечного ритма и артериального давления, определенных в острый период травматической болезни.

Материалы и методы. Обследованы 37 пострадавших с тяжелой сочетанной травмой груди. Все они разделены на две группы: пострадавшие с благоприятным исходом (выздоровление) – 25 пациентов, и летальным исходом – 12 пациентов. Продолжительность лечения у пострадавших с летальным исходом варьировала от 6 до 37 суток и в среднем составила $15 \pm 11,4$ суток. Причина смерти – прогрессирующая полиорганная недостаточность. Непрерывная, одновременная регистрация ЭКГ во 2 стандартном отведении и артериального давления (АД) на проксимальной фаланге среднего пальца неинвазивным компенсационным способом выполнена с помощью аппаратного комплекса «САКР-2» общества с ограниченной ответственностью «Интокс мед» в течение 5 мин. При этом определяли такие частотные показатели ВСР и вариабельности систолического (ВСАД) и диастолического (ВДАД) артериального давления, как: VLF (мощность волн очень низкой частоты), LF (мощность волн низкой частоты), HF (мощность волн высокой частоты), TP (общая мощность спектра), LF п.у. (относительное значение мощности волн низкой частоты, выраженное в нормализованных единицах), HF п.у. (относительное значение мощности волн высокой частоты, выраженное в нормализованных единицах), LF/HF (коэффициент вагосимпатического баланса, выраженный в условных единицах (у.е.)). Оценку результатов осуществляли согласно Стандартам измерения, физиологической интерпретации и клинического использования вариабельности ритма сердца [7]. Также по результатам 5-минутной записи определяли среднее значение частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического и диастолического АД, их минимальные и максимальные значения. Исследование выполняли через 4 часа от момента получения травмы, что соответствовало острому периоду травматической болезни по классификации И.И. Дерябина [2] и Е.К. Гуманенко [1]. Тяжесть состояния при повреждении определяли по шкале ВПХ-СП (военно-полевая хирургия, состояние при поступлении), тяжесть травмы оценивали по шкале ВПХ-П (МТ) (П – повреждение, МТ – механическая травма), и шкале injury severity score (ISS) по Baker S.P. et al. [5]. Степень нарушения сознания оценивали по шкале Глазго (GCS) [14].

Статистическая обработка данных выполнена с помощью пакета прикладных программ Statistica 10.0. Достоверность различий между показателями определяли с помощью U-критерия Манна – Уитни. С целью выявления параметров, обладающих наибольшей предсказательной способностью в отношении развития летального исхода, выполнен дискриминантный анализ. Необходимость каждой переменной в процедуре дискриминации и вклад в разделительную силу модели определялся с помощью расчета коэффициента λ -Уилкса, частной λ -Уилкса, F-критерия Фишера, и p – уровня значимости. Итоговую модель, пригодную для решения задач медицинской диагностики, определяли с помощью канонического анализа,

путем расчета канонической линейной дискриминантной функции (КЛДФ) и координат центроидов. Реальную полезность канонической дискриминантной функции определяли с помощью коэффициента λ -Уилкса, коэффициента канонической корреляции R, статистики χ^2 -квадрат.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что пациенты из группы с летальным исходом имели достоверно более низкий уровень сознания и более высокие значения тяжести состояния и травмы при поступлении, что связано с более высоким риском летального исхода (табл. 1).

Таблица 1

Структура обследованных пострадавших с сочетанной травмой груди, $M \pm m$

Показатель	Летальный исход	Благоприятный исход	p
Число пострадавших	12	25	–
Мужчины/женщины	9/3	21/4	–
Возраст, лет	$35,3 \pm 12$	$39 \pm 13,7$	$>0,05$
Время госпитализации, ч	$0,8 \pm 0,35$	$1 \pm 0,39$	$>0,05$
Давность травмы, ч	$1,04 \pm 0,47$	$1,45 \pm 0,49$	$>0,05$
GSC, балл	$6,25 \pm 4,2$	$11,7 \pm 4$	$<0,05$
ВПХ-СП, балл	$35,7 \pm 10,1$	$24,5 \pm 7,5$	$<0,05$
ВПХ-П (МТ), балл	$12,2 \pm 5,7$	$5,1 \pm 4,2$	$<0,05$
ISS, балл	$34,8 \pm 10,2$	$24,1 \pm 6,9$	$<0,05$

Достоверные межгрупповые различия выявлены по ЧСС ($114,1 \pm 10$ в мин у умерших и $88,4 \pm 3,6$ в мин у выживших), для ВСР по VLF, LF, LF п.у., HF п.у., LF/HF (табл. 2) и VLF, HF, TP, LF п.у., LF/HF (табл. 3). Кроме того, для показателей ВДАД достоверные межгрупповые различия выявлены только по величине LF п.у. ($35,2 \pm 4,9$ мм рт. ст.² у умерших и $54,9 \pm 4$ мм рт. ст.² у выживших) и LF/HF ($0,8 \pm 0,1$ мм рт. ст.² у умерших и $1,8 \pm 0,3$ мм рт. ст.² у выживших).

Для выявления показателей, обладающих наибольшей предсказательной способностью в отношении развития летального исхода, в дискриминантный анализ включены ВСР, ВСАД, ВДАД и ЧСС, достоверно отличающиеся у пострадавших обеих групп (табл. 4).

Таблица 2

Показатели ВСР через 4 ч от момента травмы у выживших и умерших пострадавших, $M \pm m$

Показатель	Летальный исход	Благоприятный исход	p
VLF, мс ²	$59,2 \pm 21,1$	$749,4 \pm 432,4$	$<0,05$
LF, мс ²	$87,3 \pm 48,8$	$280,1 \pm 59,4$	$<0,05$
HF, мс ²	$172,5 \pm 128,6$	$74,3 \pm 20,1$	$>0,05$
TP, мс ²	$348,5 \pm 193$	$1145,6 \pm 463,1$	$>0,05$
LF, п.у.	$48 \pm 7,5$	$75,3 \pm 3,2$	$<0,05$
HF, п.у.	$40,9 \pm 7,5$	$20,8 \pm 2,5$	$<0,05$
LF/HF, у.е.	$2,1 \pm 0,7$	$5,45 \pm 1,08$	$<0,05$

Таблица 3

Показатели ВСАД через 4 ч от момента травмы у выживших и умерших пострадавших, M±m

Показатель	Летальный исход	Благоприятный исход	p
VLF, мм рт. ст. ²	49,2±15,6	16,1±4,9	<0,05
LF, мм рт. ст. ²	7,3±1,9	12,2±3,5	>0,05
HF, мм рт. ст. ²	18,6±5,5	7,7±1,9	<0,05
TP, мм рт. ст. ²	92,8±23,4	37,1±7,4	<0,05
LF, п.у.	30,6±6,6	55,7±3,3	<0,05
HF, п.у.	50±6	37,7±2,8	>0,05
LF/HF, у.е.	0,67±0,2	1,8±0,4	<0,05

Таблица 4

Наиболее информативные показатели в отношении предсказания развития летального исхода

Показатель	λ-Уилкса	Частная λ-Уилкса	F-исключ	p<
LF п.у.САД	0,2	0,2	39,3	0,05
VLFСАД	0,08	0,5	10,6	0,05
LF/HFСАД	0,1	0,4	14,8	0,05
LF п.у.ВСП	0,08	0,5	9,7	0,05

На основании включенных в дискриминантный анализ показателей получили диагностическую модель определения летального исхода. Точность полученной модели составила 92,5% (о чем свидетельствует величина F=26,372 при p<0,00001). Затем в рамках канонического анализа была рассчитана каноническая линейная дискриминантная функция (КЛДФ) и координаты центроидов. Итоговая каноническая линейная дискриминантная функция представлена в виде формулы:

$$КЛДФ = -9,64788 + 0,20631 \times LF \text{ п.у. }_{САД} - 0,04289 \times VLF_{САД} - 1,41765 \times LF/HF_{САД} + 0,09101 \times LF \text{ п.у. }_{ВСП}$$

Полученная КЛДФ обладает высокой реальной диагностической полезностью для определения вероятности развития летального исхода, о чем свидетельствует значение коэффициента λ-Уилкса равное 0,044, критерия хи-квадрат – 45,1, коэффициента канонической корреляции R – 0,977 (97,7%). Диагностическая мощность полученной функции статистически значима (p<0,05), а сама КЛДФ признается «высокого качества», о чем свидетельствует ее собственное значение – 21,5. Координаты центроидов для группы выживших и умерших пострадавших составили, соответственно, 3,12 и –6,12.

Таким образом, пострадавшие получившие по результатам расчета значения канонической линейной дискриминантной функции, близкие к –6,12, имеют очень высокий риск развития летального исхода вследствие прогрессирующей полиорганной недо-

статочности. Пострадавшие, для которых значения канонической линейной дискриминантной функции ближе к 3,12, имеют благоприятный прогноз и низкий риск летального исхода. Результаты расчетов могут использоваться в комплексной оценке пострадавших с сочетанной травмой груди на этапах эвакуации при массовом поступлении раненых и больных.

Выводы

1. Показатели LF/HF и LF п.у. для ВСП, ВСАД и ВДАД, VLF для ВСП и ВСАД а также LF для ВСП и HF и TP для ВСАД, рассчитанные в течение первых 2 ч от момента поступления в стационар, достоверно различаются у пострадавших с благоприятным и летальным исходом.

2. Наиболее информативными показателями в отношении предсказания летального исхода являются LF п.у._{САД}, VLF_{САД}, LF/HF_{САД}, LF п.у._{ВСП}. Полученная на их основе КЛДФ обладает высокой реальной полезностью и диагностической значимостью, позволяя точно определять клинический исход у 92,5% обследуемых.

Литература

- Гуманенко, Е.К. Сочетанные травмы с позиций объективной оценки тяжести травм: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Е.К. Гуманенко. – СПб.: ВМА, 1992. – 50 с.
- Дерябин, И.И. Травматическая болезнь / И.И. Дерябин, О.С. Насонкин. – Л.: Медицина, 1987. – С. 46–67.
- Селезнев, С.А. Травматическая болезнь и ее осложнения / С.А. Селезнев [и др.]. – СПб.: Политехника, 2004. – 414 с.
- Шапот, Ю.Б. Осложнения раннего периода травматической болезни у пострадавших с закрытой сочетанной травмой груди, сопровождающейся шоком / Ю.Б. Шапот, В.Л. Карташкин, С.А. Селезнев // Росс. сб. науч. тр. – СПб., 1994. – С. 87–95.
- Baker, S.P. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care / S.P. Baker [et al.] // J. trauma. – 1974. – Vol. 14, № 3. – P. 187–196.
- Frink, M. Challenges of surgical trauma emergency admission / M. Frink [et al.] // Langenbecks arch. surg. – 2011. – Vol. 396, № 4. – P. 499–505.
- Heart rate variability: Standarts of measurement, physiological interpretation, and clinical use // Europ. heart j. – 1996. – Vol. 17. – P. 354–381.
- Lucini, D. Early progression of the autonomic dysfunction observed in pediatric type 1 diabetes mellitus / D. Lucini [et al.] // Hypertension. – 2009. – Vol. 54. – P. 987–994.
- Lucini, D. Impairment in cardiac autonomic regulation preceding arterial hypertension in humans: insights from spectral analysis of beat-by-beat cardiovascular variability / D. Lucini, [et al.] // Circulation. – 2002. – Vol. 106. – P. 2673–2679.
- McNames, J.M. Reliability and accuracy of heart rate variability metrics versus ECG segment duration / J. McNames, M. Aboy // Med. boil. eng. comput. – 2006. – Vol. 44, № 9. – P. 747–756.
- Nussinovitch, N. Heart rate variability in familial Mediterranean fever / N. Nussinovitch [et al.] // Rheumatol int. – 2010. – Vol. 31. – P. 39–43.
- Orlinsky, M. Current controversies in shock and resuscitation / M. Orlinsky [et al.] // Kerstein surg. clin. north. am. – 2001. – Vol. 81. – P. 1217–1262.
- Ryan, L. Mark. Heart Rate Variability is an independent predictor of morbidity and mortality in hemodynamically stable trauma patients / Mark L. Ryan, [et al.] // J. trauma. – 2011. – Vol. 70. – P. 1371–1380.

14. Teasdale, G.M. Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale / G.M. Teasdale, B. Jennett // Lancet. – 1974. – Vol. 2. – P. 81–84.
15. William, H. Cooke. Heart rate variability and its association with mortality in prehospital trauma patients / Cooke H. William [et al.] // J. trauma. – 2006. – Vol. 60. – P. 363–370.
-

V.T. Sakhin, A.V. Gordienko, A.V. Sotnikov, A.B. Shangin, A.I. Voytitskiy

Rrelationship between clinical outcome and heart rate variability and variability of blood pressure in patients with severe concomitant chest trauma

***Abstract.** The results of the comparison of the spectral parameters of heart rate variability, systolic and diastolic blood pressures obtained during the 5-minute recording in the acute period of traumatic disease survivors and deceased victims. For heart rate variability, systolic and diastolic blood pressure showed significant intergroup differences coefficient values vagosympathetic balance and waves of low frequency power expressed in normalized units. For the power of waves of very low frequency showed significant differences between groups for heart rate variability and systolic blood pressure. Furthermore, for HRV also revealed significant differences in power values of low frequency waves, and for variability in systolic blood pressure by a high frequency wave power and total power spectrum. On the basis of the most informative parameters of heart rate variability and systolic blood pressure calculated canonical linear discriminant function. It has a high real utility and diagnostic value, allowing in the acute phase of severe concomitant injuries to the chest to accurately determine the clinical outcome in 92,5% of those interviewed. Coordinates of the centroids for the groups of survivors and the dead victims were, respectively, 3,12 and -6,12. Affected by the results of the calculation with the values of the canonical linear discriminant function close to -6,12 have a very high risk of death as a consequence of progressive multiple organ failure. Victims for which the values of the canonical linear discriminant function closer to 3,12 have a favorable prognosis and a low risk of death.*

***Key words:** heart rate variability, blood pressure variability, a 5-minute recording of the electrocardiogram and blood pressure, spectral analysis, severe concomitant chest trauma, acute period of traumatic disease, death, progressive multiple organ failure.*

Контактный телефон: 8-911-826-16-57; e-mail: SahinVT@land.ru