



Литература

1. Вакуленко В.М., Худобин В.Ю., Бублик Л.А. Дегенеративно-дистрофические поражения тазобедренных суставов и позвоночника // Травма. — 2000. — № 1. — С. 24–26.
2. Кавалерский Г.М., Коркунов А.Л., Лычагин А.В. Тактика хирургического лечения дегенеративно-дистрофических поражений пояснично-крестцового отдела позвоночника при hipspine-синдроме // Хирургия. Журнал им. Н.И.Пирогова. — 2014. — № 5. — С. 54–59.
3. Крутько А.В. Сагиттальный баланс. Гармония в формулах. — Новосибирск, 2016. — С. 60–61.
4. Продан А.И., Радченко В.А., Хвсюк А.Н., Куценко В.А. Закономерности формирования вертикальной осанки и параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса у пациентов с хронической люмбагией и люмбоишиалгией // Хирургия позвоночника. — 2006. — № 4. — С. 61–69.
5. Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава / Под ред. Р.М.Тухилова, В.М.Шаповалова. — СПб: РНИИТО им. Р.Р.Вредена, 2008. — С. 324.
6. Хоминце В.В., Кудяшев А.Л., Шаповалов В.М., Мироевский Ф.В. Современные подходы к диагностике сочетанной дегенеративно-дистрофической патологии тазобедренного сустава и позвоночника // Травматология и ортопедия России. — 2014. — № 4. — С. 16–26.
7. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г., Резванцев М.В. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. 3-е изд., доп. — СПб: ВМедА, 2011. — С. 318.
8. Ben-Galim P., Ben-Galim T., Rand N. The effect of total hip replacement surgery on low back pain in severe osteoarthritis of the hip // Spine. — 2007. — N 32. — P. 2099–2102.
9. Burns S., Mintken P. Sign of the buttock in a patient status post total hip arthroplasty // J. Orthop. Sports. — 2010. — Vol. 40, N 6. — P. 377.
10. Doring J., Goudfrooij H., Keessen W. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions // Spine. — 1985. — Vol. 10. — P. 83–87.
11. Kobayashi T.A. Longitudinal study of congruent sagittal spinal alignment in an adult cohort // Spine. — 2004. — Vol. 29, N 6. — P. 671–676.
12. Le Huec J.C., Saddiki R., Franke J. Equilibrium of the human body and the gravity line: the basics // Eur. Spine J. — 2011. — Vol. 20. — P. 558–563.
13. Offierski C.M., Macnab I. Hip-spine syndrome // Spine. — 1983. — N 8. — P. 316–321.
14. Parvizi J., Pour A., Hillibrand A. Back pain and total hip arthroplasty: a prospective natural history study // CORR. — 2010. — N 486. — P. 1325–1330.
15. Schwab F., Lafarge V., Patel A. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient // Spine. — 2009. — Vol. 34, N 17. — P. 1828–1833.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017
УДК 616-001.17-036.17-07

Вариабельность сердечного ритма как индикатор состояния пациентов с тяжелой ожоговой травмой

ПУГАЧЁВ М.И., кандидат медицинских наук, капитан медицинской службы (kenig.max@mail.ru)¹
ЛИВАРСКИЙ А.П., кандидат медицинских наук, подполковник медицинской службы²
САЛУХОВ В.В., доктор медицинских наук, полковник медицинской службы³
ИВЧЕНКО Е.В., доцент, полковник медицинской службы³
ХАРИТОНОВ М.А., доктор медицинских наук³
ШУСТОВ С.Б., доктор медицинских наук³

¹1602-й Окружной военный клинический госпиталь, г. Ростов-на-Дону; ²Медицинская служба Южного военного округа, г. Ростов-на-Дону; ³Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург

Представлены результаты исследования спектральных показателей variability сердечного ритма у пациентов с ожоговой болезнью и их зависимости от тяжести ожога. Показано, что при ожоговой травме наблюдается угнетение волновой структуры сердечного ритма и показателей общей мощности спектра. Степень угнетения зависит от тяжести ожоговой травмы. Выявлена корреляция между индексом тяжести состояния и значениями мощности спектра в низко- и высокочастотном диапазоне и общей мощностью спектра variability сердечного ритма. Показано, что variability сердечного ритма имеет прогностическую ценность, обусловленную корреляционной связью между неблагоприятным исходом и показателями variability сердечного ритма при поступлении в стационар. Предложена математическая модель оценки тяжести состояния обожженных с определением вероятности летального исхода.

К л ю ч е в ы е с л о в а: ожоговая болезнь, тяжесть состояния, спектральные показатели variability сердечного ритма, способ оценки вероятности летального исхода.



Pugachev M.I., Livarskii A.P., Salukhov V.V., Ivchenko E.V., Kharitonov M.A., Shustov S.B. – Heart rate variability as an indicator of the condition of patients with severe burn injury. The results of the study of spectral parameters of heart rate variability in patients with burn disease and their dependence on the severity of the burn are presented. It is shown that with a burn injury, the wave structure of the heart rate and the total power of the spectrum are suppressed. The degree of oppression depends on the severity of the burn injury. A correlation was found between the severity index of the state and the values of the power of the spectrum in the low and high frequency ranges and the total power of the spectrum of the heart rate variability. It was shown that heart rate variability has a predictive value due to the correlation between the adverse outcome and the heart rate variability indices when entering the hospital. A mathematical model is proposed for estimating the severity of a condition burned with the definition of the probability of a lethal outcome.

К е у w o r d s: the burn disease, the severity of the condition, the spectral indices of heart rate variability, the method for assessing the likelihood of a lethal outcome.

Ожоговая болезнь является одной из важных проблем здравоохранения. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно от ожоговой травмы гибнет более 265 тыс. человек [2]. Несмотря на то что патогенез заболевания известен, в оценке тяжести состояния больных отдельные вопросы остаются недостаточно изученными. В частности, это относится к состоянию регуляторных систем организма у пациентов с ожогами, данные о которых сравнительно немногочисленны и достаточно противоречивы [1, 5, 9]. Актуальным остается поиск дополнительных критериев оценки тяжести состояния и прогноза у обожженных.

Цель исследования

Усовершенствовать способ оценки вероятности летального исхода у пациентов с ожоговой болезнью на основе оценки показателей вариабельности сердечного ритма.

Материал и методы

Обследовано 64 пациента (47 мужчин и 17 женщин) в возрасте 21–65 лет (средний – $44,2 \pm 1,8$ года), поступивших в клинику термических поражений Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова и в отделение реанимации и интенсивной терапии ожогового центра Санкт-Петербургского НИИ скорой помощи им. И.И.Джанелидзе в период 2012–2015 гг.

Критериями включения в исследование явились: наличие поверхностных ожогов более 15% или глубоких более 10% площади тела либо сочетание глубоких и поверхностных ожогов при общей площади более 15% поверхности тела. Тяжесть ожоговой травмы определялась по *индексу тяжести состояния*

(ИТС), который включает в себя оценку площади глубокого или поверхностного ожога, возраст, степень ингаляционной травмы и вычисляется по координатным сеткам [3]. Значения ИТС варьировали от 0,02 до 1 ед. При значении ИТС=1 ед. состояние пациента оценивается как критическое, ориентировочная вероятность летального исхода пациента равна 100%, т. е. ИТС соответствует вероятности летального исхода у больного. Пациенты исключались из исследования при наличии значимой сопутствующей патологии, такой как врожденные генетические заболевания с эндокринными нарушениями, заболевания сердечно-сосудистой системы (перенесенный инфаркт миокарда, нарушение ритма и проводимости сердца), заболевания эндокринной системы, заболевания почек (тяжелая почечная недостаточность). Общая характеристика больных приведена в табл. 1.

На больных, соответствовавших критериям включения, заводилась формализованная карта, где фиксировались паспортные данные, диагноз при поступлении, окончательный диагноз, исход, длительность дожития или время пребывания в стационаре, время получения травмы, время поступления в стационар, ИТС, степень ингаляционной травмы по данным фибробронхоскопии, данные электрокардиографии, артериальное давление по Короткову. При этом качественные показатели шифровались полуколичественно в соответствии со степенью выраженности признака. Например, такой важный признак, как исход пациента, шифровался следующим образом: «1» – неблагоприятный исход, «0» – благоприятный исход.



Площадь ожоговых ран определяли с помощью правил «девятки» и «ладоней». Глубину ожоговых ран оценивали по изменениям болевой, тактильной чувствительности, сосудистой реакции. Для определения глубины поражения использовали классификацию, принятую на 27 съезде хирургов (1960).

В первые 12 ч после получения травмы, а также на 6-е и 14-е сутки проводили регистрацию спектральных показателей variability сердечного ритма с помощью аппарата «САКР» (спироартериокардиограф, производство ООО «ИНТОКС», Санкт-Петербург). Вычислялись общая мощность спектра (TP, мс²), мощность спектра в высокочастотном (HF, мс²), низкочастотном (LF, мс²) и очень низкочастотном (VLF, мс²) диапазонах [10].

Обработку полученных данных проводили с помощью прикладных про-

грамм Microsoft Excel, Statistica for Windows 10.0 и SPSS Statistics 17.0. На основе формализованных карт формировались сводные таблицы в программе Microsoft Excel. Для исследования корреляционных связей между показателями применялся ранговый тест Спирмена, вычисляли коэффициенты корреляций (*r*) и уровень значимости (*p*), в таблицы включали коэффициенты корреляции только с уровнем значимости *p*<0,05. При исследовании различий между группами использовался U-критерий Манна-Уитни, при этом различия считали достоверными при уровне значимости *p*<0,05. Прогностическую оценку показателей проводили при помощи ROC-анализа и вычисляли чувствительность и специфичность для исследуемых показателей. Для оценки вероятности летального исхода пациентов с ожоговой травмой использовали метод бинарной логистической регрессии. Вероятность летального исхода пациента с ожоговой травмой вычислялась по формуле [4]:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

где *P* – вероятность летального исхода пациента, *e* – основание натурального логарифма, *z* – логит.

Для нахождения логита решалось уравнение регрессии:

$$Z = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_x X_n,$$

где *b*₀ – константа; *b*₁, *b*₂, *b*_{*x*} – коэффициенты регрессии, *X*₁, *X*₂, ... *X*_{*n*} – значения независимых переменных.

Результаты и обсуждение

Коэффициенты корреляции между клиническими признаками и показателями общей мощности спектра variability сердечного ритма у обожженных представлены в табл. 2. На момент поступления в стационар выявлены отрицательные корреляционные связи средней силы между показателями общей мощности спектра variability сердечного ритма (TP) при поступлении и ИТС, степенью ожогового шока, выполнением искусственной вентиляции легких (ИВЛ) при поступлении, степенью ингаляционной травмы, возникновением

Таблица 1

Общая характеристика больных

Показатель	Значение
Количество обследованных больных	64
Возраст, лет	44,2±1,8
Пол (мужчины/женщины)	47/17
Общая площадь ожога, %	37,4±2,8
Площадь глубоких ожогов, %	17,4±2,7
Индекс тяжести состояния, ед.	0,58±0,04
Количество больных с шоком I–II степени	29
Количество больных с шоком III степени	21
Количество больных с сепсисом	12
Количество больных с респираторной поддержкой	41
Количество больных с ингаляционной травмой II–III степени	20
Количество летальных исходов	21



сепсиса, а также неблагоприятным исходом пациента ($p < 0,05$).

На 6-е сутки пребывания в стационаре показатели TP отрицательно коррелировали только со степенью шока и ИВЛ при поступлении. К 14-м суткам практически все корреляции с клиническими признаками ожоговой болезни исчезали, но при этом сохранялась обратная корреляционная связь средней силы с ИТС ($p < 0,05$).

Значения мощности спектра variability сердечного ритма в низкочастотном диапазоне (LF) на момент поступления в стационар также демонстрировали статистически значимые отрицательные связи средней силы с ИТС, ИВЛ, выполняемой при поступлении, степенью ингаляционной травмы, возникновением сепсиса и летальным исходом (табл. 3). При этом между показателями LF в первые 12 ч и степенью ожогового шока выявлялась сильная корреляционная связь ($p < 0,05$, $r = -0,73$). На 6-е сутки лечения корреляционные связи практически повторяли те, что были выявлены с показателями в первые 12 ч после ожога, за исключением корреляции с неблагоприятным исходом пациента, которая с показателями LF на 6-е сутки не проявлялась.

Показатели LF на 14-е сутки пребывания пациентов в стационаре были отрицательно связаны

На момент поступления в стационар значения мощности спектра variability сердечного ритма в высокочастотном диапазоне (HF) имели отрицательные корреляционные связи средней силы ($p < 0,05$) с ИТС, степенью ожогового шока, выполнением ИВЛ при поступлении, степенью ингаляционной травмы, возникновением сепсиса и неблагоприятным исходом (табл. 4). К 6-м суткам значения HF оказались связанными толь-

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между клиническими признаками и показателями общей мощности спектра variability сердечного ритма у обожженных в различные сроки лечения

Показатель	Значения TP		
	Первые 12 ч	6-е сутки	14-е сутки
ИТС	-0,558		-0,590
Степень шока	-0,667	-0,462	
ИВЛ при поступлении	-0,675	-0,474	
Степень ингаляционной травмы	-0,646		
Сепсис	-0,424		
Неблагоприятный исход	-0,561		

Примечание. Представлены только значимые коэффициенты корреляции, $p < 0,05$.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между клиническими признаками и показателями мощности спектра variability сердечного ритма в низкочастотном диапазоне у обожженных в различные сроки лечения

Показатель	Значения LF		
	Первые 12 ч	6-е сутки	14-е сутки
ИТС	-0,633	-0,415	-0,575
Степень шока	-0,730	-0,551	
ИВЛ при поступлении	-0,643	-0,572	
Степень ингаляционной травмы	-0,628	-0,391	
Сепсис	-0,482	-0,330	
Неблагоприятный исход	-0,669		

Примечание. Представлены только значимые коэффициенты корреляции, $p < 0,05$.



ко со степенью ожогового шока и выполнением ИВЛ при поступлении ($p < 0,05$). Показатели HF, измеренные на 14-е сутки, отрицательно коррелировали с ИТС пациента и степенью ожогового шока ($p < 0,05$).

Значения мощности спектра вариабельности сердечного ритма в очень низкочастотном диапазоне (VLF), измеренные в первые 12 ч и на 6-е сутки после ожога, коррелировали с ИТС, степенью ожогового шока, выполнением ИВЛ при поступлении, степенью ингаляционной травмы, возникновением сепсиса и неблагоприятным исходом пациента (табл. 5).

При этом необходимо отметить, что наибольшей силы корреляционная связь летального исхода была с показателями VLF, измеренными в первые 12 ч после ожога ($p < 0,05$; $r = -0,59$). На 14-е сутки лечения отрицательная корреляционная связь проявилась только между значениями мощности спектра вариабельности сердечного ритма в очень низкочастотном диапазоне и ИТС обожженного ($p < 0,05$).

Получены данные о высокодостоверных корреляциях между спектральными показателями вариабельности сердечного ритма в первые 12 ч после ожога и неблагоприятным исходом ожоговой травмы. При этом корреляционные связи показывают, что чем ниже мощности спектров TP, HF, LF, VLF в первые 12 ч, тем

тяжелее состояние пациента и выше вероятность летального исхода (табл. 6). Кроме того, прогностическая ценность спектральных показателей вариабельности сердечного ритма подтверждалась и ранее — у больных с хроническими сердечно-сосудистыми заболеваниями [7], но при этом физиологическое значение указанных параметров все еще остается не до конца изученным [6, 8, 11].

Для исследования прогностической ценности показателей спектрального ана-

Таблица 4

Коэффициенты корреляции между клиническими признаками и показателями мощности спектра вариабельности сердечного ритма в высокочастотном диапазоне у обожженных в различные сроки лечения

Показатель	Значения HF		
	Первые 12 ч	6-е сутки	14-е сутки
ИТС	-0,444	—	-0,503
Степень шока	-0,589	-0,402	-0,466
ИВЛ при поступлении	-0,643	-0,450	—
Степень ИТ	-0,574	—	—
Сепсис	-0,319	—	—
Неблагоприятный исход	-0,453	—	—

Примечание. Представлены только значимые коэффициенты корреляции, $p < 0,05$.

Таблица 5

Коэффициенты корреляции между клиническими признаками и показателями мощности спектра вариабельности сердечного ритма в очень низкочастотном диапазоне у обожженных в различные сроки лечения

Показатель	Значения VLF		
	Первые 12 ч	6-е сутки	14-е сутки
ИТС	-0,622	-0,446	-0,597
Степень шока	-0,649	-0,524	
ИВЛ при поступлении	-0,627	-0,594	
Степень ИТ	-0,546	-0,374	
Неблагоприятный исход	-0,590	-0,340	

Примечание. Представлены только значимые коэффициенты корреляции, $p < 0,05$.



лиза вариабельности сердечного ритма, измеренных в первые 12 ч после ожога, по отношению к неблагоприятному исходу пациентов был проведен ROC-анализ (receiver operating characteristic). Анализируются только показатели TP, LF, VLF, т.к. коэффициенты корреляции с исходом для них были наиболее высокими (табл. 6).

Итоговые данные ROC-анализа представлены в табл. 7. ROC-кривые для показателей TP, LF, VLF представлены соответственно на рис. 1–3. Качество распознавания модели определялось по площади под характеристической кривой; при значениях от 0,8 до 0,9 качество модели считается как «очень хорошее» [4]. Для всех трех показателей спектрального анализа ВСР (TP, LF, VLF) площадь под характеристической кривой была больше 0,8, что говорит о высоком качестве математической модели (табл. 7).

По отношению к неблагоприятному исходу общая мощность спектра вариабельности сердечного ритма при точке отсечения 209,15 мс² имела чувствитель-

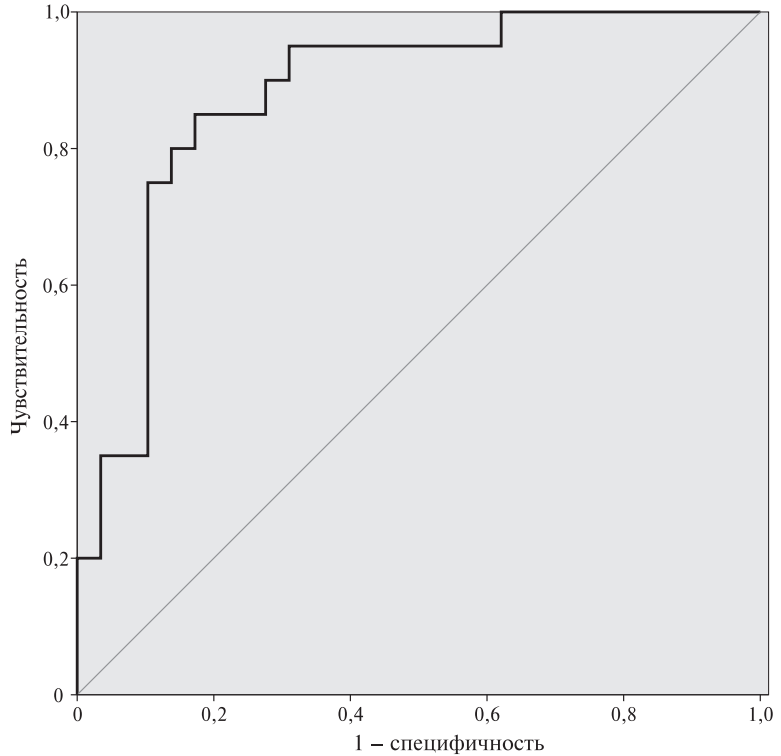


Рис. 1. ROC-кривая для показателей общей мощности спектра вариабельности сердечного ритма (TP)

Таблица 6

Коэффициенты корреляции между клиническими признаками ожоговой болезни и спектральными показателями вариабельности сердечного ритма

Показатель	TP	LF	HF	VLF
ИТС	-0,558*	-0,633*	-0,444*	-0,619*
Неблагоприятный исход	-0,561*	-0,669*	-0,453*	-0,590*

Примечание. * – уровень статистической значимости $p < 0,05$.

Таблица 7

Итоговые данные ROC-анализа

Показатель	Чувствительность, %	Специфичность, %	Площадь под кривой, у. е.	Точка отсечения, мс ²
TP, мс ²	95	77,7	0,83	209,15
LF, мс ²	85	82,7	0,878	16,9
VLF, мс ²	95	73,3	0,872	156,6



ность 95%, а специфичность – 77,7%.

Определение неблагоприятного исхода на основании показателя мощности спектра variability сердечного ритма в низкочастотном диапазоне (LF), измеренного при поступлении пациента с ожогами в стационар, возможно с чувствительностью 85% и специфичностью 82,7% при точке отсечения $16,9 \text{ мс}^2$. Для показателей мощности спектра variability сердечного ритма в очень низкочастотном диапазоне (VLF) чувствительность определения летального исхода пациента при точке отсечения $156,6 \text{ мс}^2$ была 95%, а специфичность – 73,3%.

Основываясь на приведенных выше результатах ROC-анализа, можно говорить о том, что показатели спектрального анализа variability сердечного ритма с высокой точностью могут быть использованы для прогноза летального исхода у пострадавших с ожогами и, следовательно, для оценки тяжести таких пациентов.

Для оценки вероятности летального исхода каждого пациента с ожогами на основании показателей спектрального анализа variability сердечного ритма, ко-

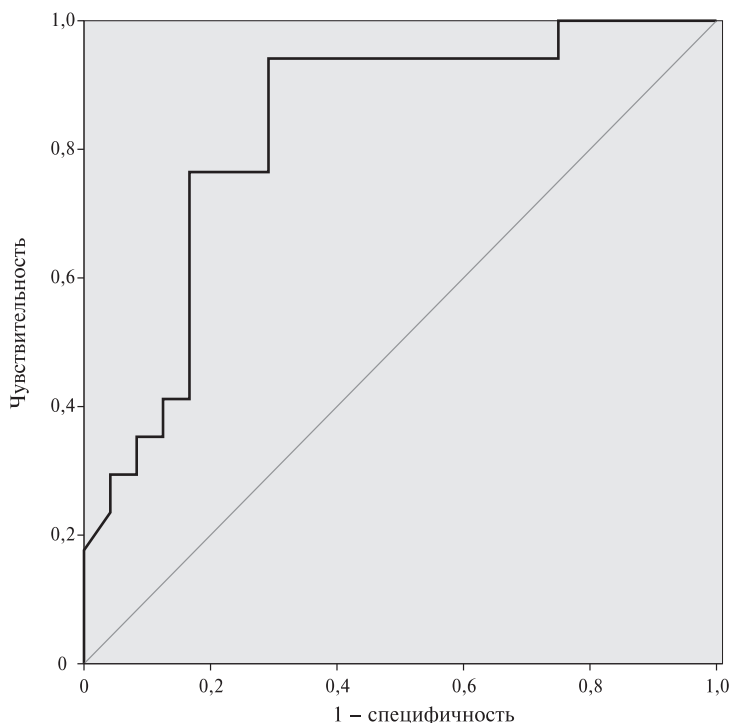


Рис. 2. ROC-кривая для показателей мощности спектра variability сердечного ритма в низкочастотном диапазоне (LF)

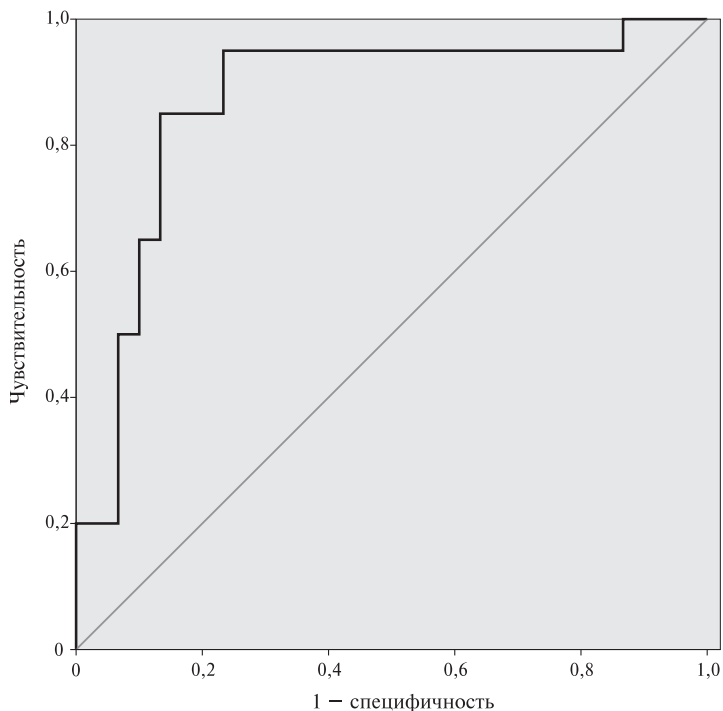


Рис. 3. ROC-кривая для показателей мощности спектра variability сердечного ритма в очень низкочастотном диапазоне (VLF)



Таблица 8

Координатная сетка для расчета ИТС с учетом возраста и общей площади ожога

ОПО, %	Возраст, лет													
	10-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89
83-87	0,95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
78-82	0,9	0,95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
73-77	0,8	0,9	0,95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
68-72	0,7	0,8	0,9	0,95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
63-67	0,6	0,7	0,9	0,9	0,95	0,95	1	1	1	1	1	1	1	1
58-62	0,5	0,6	0,8	0,9	0,9	0,9	0,98	1	1	1	1	1	1	1
53-57	0,4	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,95	0,95	1	1	1	1	1	1
48-52	0,3	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,95	0,95	1	1	1	1
43-47	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	0,95	1	1	1
38-42	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,9	0,8	0,9	1	1	1
33-37	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,7	0,8	0,98	1	1
28-32	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,95	0,95	1
23-27	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	0,95
18-22	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9
13-17	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5	0,8
8-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
3-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1



Таблица 9

Координатная сетка для расчета ИТС с учетом возраста и площади глубокого ожога

ПГО, %	Возраст, лет													
	15-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	>80	
>56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
51-55	0,98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
46-50	0,95	0,98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
43-45	0,92	0,95	0,98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
40-42	0,9	0,9	0,95	0,98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
37-39	0,8	0,8	0,9	0,95	0,98	1	1	1	1	1	1	1	1	
34-36	0,7	0,7	0,85	0,9	0,95	0,95	1	1	1	1	1	1	1	
31-33	0,6	0,65	0,8	0,8	0,9	0,9	0,95	1	1	1	1	1	1	
28-30	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,95	1	1	1	1	1	
25-27	0,4	0,5	0,6	0,6	0,65	0,65	0,8	0,92	0,95	1	1	1	1	
22-24	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,9	0,9	0,95	1	1	1	
19-21	0,25	0,3	0,35	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,92	1	1	1	
16-18	0,15	0,2	0,25	0,25	0,3	0,35	0,5	0,65	0,7	0,9	0,92	0,95	1	
13-15	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	0,92	0,95	
10-12	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,3	0,35	0,5	0,65	0,8	0,9	0,92	
7-9	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,1	0,2	0,25	0,35	0,45	0,6	0,8	0,9	
4-6	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07	0,1	0,15	0,15	0,2	0,4	0,6	0,7	
0,1-3	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	



торые были получены при поступлении в стационар, использовался метод бинарной логистической регрессии. С этой целью проводился пошаговый регрессионный анализ с принудительным включением показателей TP, HF, LF, VLF и ИТС со значениями исхода. Была выбрана та модель, которая обладала наиболее высокой чувствительностью, специфичностью, прогностической ценностью отрицательного и положительного результатов теста. Далее, после проведения анализа, составлено уравнение регрессии для вычисления *вероятности летального исхода* (ВЛИ):

$$\text{ВЛИ} = 1 / (1 + 2,72^{-(0,72 \cdot 3,16 \cdot \text{ИТС} - 0,005 \cdot \text{TP} + 0,026 \cdot \text{VLF} + 0,009 \cdot \text{LF})}),$$

где ИТС – индекс тяжести состояния; TP – общая мощность спектра variability сердечного ритма; VLF – мощность спектра variability сердечного ритма в очень низкочастотном диапазоне; LF – мощность спектра variability сердечного ритма в низкочастотном диапазоне.

Данная модель имеет чувствительность 83%, специфичность – 91%, прогностическую ценность отрицательного результата теста – 88,2%, прогностическую ценность положительного результата теста – 88%, что позволяет говорить о достаточной достоверности модели.

Полученная математическая модель для определения вероятности летального исхода пациентов с ожоговой болезнью довольно проста в применении, данные, необходимые для расчета, могут быть легко получены в течение 10 мин после поступления пациента в стационар. Необходимо отметить, что в предложенной модели применяется значение ИТС, расчет которого проводится по представленным в табл. 8, 9 координатным сеткам, предложенным А.В.Матвеевко [3].

Заключение

Оценка площади и глубины ожога в ряде случаев представляет определенные сложности. Например, расчет площади ожога всегда зависит от опыта врача и нередко варьирует при оценке разными специалистами. В свою очередь, глубину ожога и, соответственно, ее площадь на момент поступления пациента в стационар почти всегда удается определить лишь приблизительно, т. к. глубокий ожог может проявиться в полной мере только по истечении нескольких суток. В связи с этим использование в предлагаемой математической модели показателей variability сердечного ритма как индикатора состояния регуляторных систем позволяет улучшить точность прогноза и оценку вероятности летального исхода за счет нивелирования ошибок, связанных с субъективной оценкой данных.

Литература

1. Бавевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 52 с.
2. Информационный бюллетень Всемирной организации здравоохранения. – 2014, апрель. – № 365. – 5 с.
3. Матвеевко А.В., Чмырев И.В., Петрачков С.А. Определение тяжести состояния обожженных с помощью координатных сеток вероятности летального исхода. // Скорая мед. помощь. – 2013. – Т. 14, № 1. – С. 34–43.
4. Трухачева Н.В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 377 с.
5. Шербук Ю.А., Багненко С.Ф., Джурко Б.И. Патогенез и лечение шока различной этиологии: Руководство для врачей. – СПб: Стикс, 2010. – 380 с.
6. Bernardi L., Ricordi L., Lazzari P. Impaired circulation modulation of sympathovagal modulation of sympathovagal activity in diabetes // Circulation. – 1992. – Vol. 86, N 5. – P. 1443–1452.

7. Dekker J.M., Schouten E.G., Klootwijk P. Heart rate variability from short electrocardiographic recordings predicts mortality from all causes in middle-aged and elderly men. The Zutphen Study // Am. J. Epidemiol. – 1997. – Vol. 145, N 10. – P. 899–908.
8. Goldstein D.S., Benthon O., Park M.Y. Low-frequency power of heart rate variability is not a measure of cardiac sympathetic tone but may be a measure of modulation of cardiac autonomic outflows by baroreflexes // Exp. Physiol. – 2011. – Vol. 96, N 12. – P. 1255–1261.
9. Jeschke M.G., Mclar R.P., Finnerty C.C. Burn size determines the inflammatory and hypermetabolic response // Crit. Care. – 2007. – Vol. 11, N 4. – P. 90.
10. Malik M., Bigger J.T. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use // Eur. Heart J. – 1996. – Vol. 17, N 3. – P. 354–381.
11. Rahman F., Pechnick S., Gross D. Low frequency power reflects baroreflex function, not cardiac sympathetic innervations // Clin. Auton. Res. – 2011. – Vol. 21, N 6. – P. 133–141.