

Использование гребневой регрессии для оценки степени тяжести острого панкреатита

Черданцев Д.В.¹, Строев А.В.¹, Мангалова Е.С.², Кононова Н.В.³, Чубарова О.В.⁴

¹ Красноярский государственный медицинский университет (КрасГМУ) имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Россия, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1

² ООО «АрДиСайнс» Россия, 660017, г. Красноярск, ул. Кирова, 19

³ Сибирский федеральный университет (СФУ) Россия, 660041 г. Красноярск, пр. Свободный, 79

⁴ Сибирский государственный университет (СибГУ) имени М.Ф. Решетнева Россия, 660037, г. Красноярск, пр. имени газеты «Красноярский рабочий», 31

РЕЗЮМЕ

Цель. Повышение эффективности лечения пациентов с острым панкреатитом путем совершенствования объективизации степени тяжести острого панкреатита.

Материалы и методы. Исследование выполнено на основе ретроспективного анализа 130 историй болезни: 47 из КГБУЗ «Краевая клиническая больница» (г. Красноярск), 83 из КГБУЗ «Краевая межрайонная клиническая больница № 20 им. И.С. Берзона» с диагнозом «острый панкреатит» в период 2015–2017 гг. Проводилась предварительная обработка «сырых» данных. В частности, были использованы разные подходы к заполнению пропущенных значений в матрице наблюдений: восстановление медианой, линейной регрессией. В исходной выборке содержались переменные, измеренные в различных количественных и категориальных шкалах. Для некоторых определяемых параметров с ярко выраженным асимметричным распределением применялся метод квантильного преобразования исходных значений, позволяющий привести признаки к единообразию и снизить риск исключения значимых признаков на этапе отбора. При решении поставленной задачи использовалась гребневая регрессия (ridge regression) в комбинации с алгоритмом последовательного сокращения признакового пространства.

Результаты. Построен классификатор, позволяющий прогнозировать три степени тяжести острого панкреатита, для определения выбора рациональной клинической тактики. Метод классификации степени тяжести острого панкреатита показал свою эффективность при валидации. Точность классификации – свыше 92% относительно экспертной оценки. Процедура построения классификатора с использованием гребневой регрессии может быть использована в качестве одного из элементов математического ядра системы поддержки принятия врачебных решений.

Заключение. Полученные результаты в дальнейшем позволят сделать выбор рациональной стартовой терапии, оценить необходимость оперативного вмешательства и при тяжелой степени назначить усиленную антибактериальную и дезинтоксикационную терапию, что, вероятно, снизит количество случаев гнойно-септических осложнений острого панкреатита и уменьшит частоту летальных исходов.

Ключевые слова: острый панкреатит, степень тяжести, классификатор, категориальные признаки, значимые показатели, восстановление пропусков, гребневая регрессия, AUC (Area Under Curve).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

✉ Чубарова Олеся Викторовна, e-mail: Kuznetcova_o@mail.ru.

Источник финансирования. Исследование выполнено при поддержке Красноярского краевого фонда науки в рамках реализации проекта «Разработка и внедрение системы поддержки в принятии решений при диагностике и лечении острого панкреатита на территории Красноярского края».

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого (протокол № 72/2016 от 9.11.2016).

Для цитирования: Черданцев Д.В., Строев А.В., Мангалова Е.С., Кононова Н.В., Чубарова О.В. Использование гребневой регрессии для оценки степени тяжести острого панкреатита. *Бюллетень сибирской медицины*. 2019; 18 (3): 107–115. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-3-107-115>.

УДК 616.37-002.1-039.3-07-035.7

<https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-3-107-115>

The use of ridge regression for estimating the severity of acute pancreatitis

Cherdantsev D.V.¹, Stroev A.V.¹, Mangalova E.S.², Kononova N.V.³, Chubarova O.V.⁴

¹ *Krasnoyarsk State Medical University (KrasSMU) named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky 1, Partizana Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation*

² *RD Science Ltd. 19, Kirov Str., Krasnoyarsk, 660017, Russian Federation*

³ *Siberian Federal University 79, Svobodny Av., 660041, Krasnoyarsk, Russian Federation*

⁴ *Reshetnev Siberian State University of Science and Technology 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation*

ABSTRACT

Purpose. Increasing of treatment efficiency for patients with acute pancreatitis by improving objective means of determining the severity of acute pancreatitis.

Materials and method. The study was based on a retrospective analysis of 130 cases of acute pancreatitis: 47 cases from «Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital» and 83 cases from «Regional Interdistrict Clinical Hospital No 20 named after I.S. Berzon» in the period from 2015 to 2017. The raw data was pre-processed. In particular, different methods (median, linear regression) were used to fill the missing values in the observation matrix. The initial dataset contained features measured in various quantitative and categorical scales. For some features with a pronounced asymmetric distribution, a quantile transformation was applied to initial values. The quantile transformation allows features to be brought to a uniform distribution in order to reduce the risk of excluding significant features. Ridge regression was used in combination with an algorithm for sequential reduction of attribute space.

Results. The classifier of three degrees of acute pancreatitis severity was developed. This classifier can help to determine better treatment tactics. During validation, the method of determining the severity of acute pancreatitis classification has proven to be effective. The average accuracy was 92% compared to the experts' decisions. This procedure for constructing a classifier can be used as part of the basis to the medical decision support system.

Conclusion. The results of this study will help to make the choice of a necessary starting therapy, assess the need for surgical intervention and in severe cases, prescribe enhanced antibacterial and detoxification therapy. This will predictably reduce the percentage of septic complications of acute pancreatitis, and consequently will reduce the frequency of fatal outcomes.

Key words: acute pancreatitis, severity, classifier, categorical signs, significant indicators, recovery of gaps, ridge regression, AUC (Area Under Curve).

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Source of financing. The study was supported by the Krasnoyarsk Regional Science Foundation as part of the project: “Development and implementation of a support system for decision-making in the diagnosis and treatment of acute pancreatitis in the territory of the Krasnoyarsk Territory.”

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee under KrasSMU named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky (Protocol No. 72/2016 of 9.11.2016).

For citation: Cherdantsev D.V., Stroev A.V., Mangalova E.S., Kononova N.V., Chubarova O.V. The use of ridge regression for estimating the severity of acute pancreatitis. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2019; 18 (3): 107–115. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-3-107-115>.

ВВЕДЕНИЕ

Острый панкреатит остается одной из нерешенных проблем ургентной абдоминальной хирургии. На протяжении последнего десятилетия, по данным разных авторов, больные острым панкреатитом составляют 3–10% от общего числа пациентов хирургического профиля [1]. Заболеваемость острым панкреатитом во всем мире варьирует – 4,9–73,4 случаев на 100 тыс. населения, и по темпам роста заболеваемости острый панкреатит опережает все другие неотложные заболевания органов брюшной полости [2–4]. В течение нескольких лет в ряде регионов РФ, в том числе и в Красноярском крае, эта патология занимает первое место в структуре острой хирургической заболеваемости органов брюшной полости. Летальность при остром панкреатите как в России, так и за рубежом остается неизменно высокой. При стерильном панкреонекрозе показатель составляет около 12%, при инфицировании некроза уровень летальности увеличивается до 75% [4–6].

В соответствии с национальными клиническими рекомендациями по диагностике и лечению острого панкреатита, которые были приняты в 2015 г., важным моментом является стратификация степени тяжести заболевания. Однако далеко не всегда с помощью рутинных клинических методов удается решить эту задачу. Неправильная, субъективная трактовка симптомов, результатов лабораторных и инструментальных методов обследования может привести к недооценке тяжести панкреатита у определенной категории пациентов, а это чревато назначением недостаточно эффективного лечения, что может привести к прогрессированию заболевания.

Широкое применение на госпитальном этапе получила оценка тяжести состояния больного, проводимая с использованием интегральных шкал, которых, по различным источникам, насчитывается более 20 [7]. При этом выбор хирурга дежурного стационара той или иной шкалы зависит от оснащенности лечебного учреждения,

а также от трудоемкости проводимых вычислений. Наиболее объективными принято считать многопараметрические шкалы прогноза Ranson (1972), APACHE II (1990), Glasgow – Imrie (1984), SAPS (1984), MODS (1995), SOFA (1996), обладающих высокими показателями чувствительности и специфичности в определении тяжести состояния пациента [8, 9]. Однако большинство из них включают сложные критерии, такие как параметры электролитного и газового состава крови, которые не всегда доступны в условиях приемного отделения городских и районных стационаров [8–11]. Применение в клинической практике современных цифровых технологий позволяет расширить возможности прогнозирования течения и исхода острого панкреатита с применением математических алгоритмов, построенных на основе анализа цифровых баз данных, которые появляются в нашем распоряжении благодаря внедрению в клиническую практику медицинских информационных платформ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования: 130 электронных карт стационарного больного, извлеченных из баз данных электронной медицинской системы qMS, историй болезни с диагнозом «острый панкреатит» в период 2015–2017 гг.

В ходе исследования была сформирована выборка, содержащая 27 показателей состояния пациента: 12 показателей развернутого, биохимического анализа крови, четыре показателя анализа мочи, восемь показателей ультразвукового исследования (УЗИ) органов брюшной полости, температура тела пациента, характер кишечной перистальтики, наличие вздутия живота. В табл. 1 представлены характеристики выборки для количественных величин, данные представлены в виде среднего и среднего квадратичного отклонения $M \pm \sigma$, медианы, минимального и максимального значений Me (*Min*; *Max*), интерквартильного размаха Q_1 ; Q_3 . В табл. 2 приведены доли позитивных значений

булевых величин: дополнительные образования – нет (есть), вздутие живота – не вздут (вздут), жидкость в органах брюшной полости – нет (есть), перестальтика не выслушивается (выслушивается), эхогенность – пониженная (повышенная), контуры – четкие (нечеткие), структура – однородная (неоднородная). Для каждого пациента выборки экспертом была поставлена оценка тяжести по шкале от 1 (легкая форма) до 3 (тяжелая форма), осно-

ванная на полном содержании историй болезни по шкале критериев первичной экспресс-оценки тяжести острого панкреатита (Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе, 2006) [12].

Задача классификации формулировалась как определение степени тяжести панкреатита у поступившего пациента по первичному набору признаков.

Таблица 1
Table 1

Статистические характеристики количественных величин				
Statistical characteristics of quantities				
Показатель Parameters	$M \pm \sigma$	$Me (Min; Max)$	$Q_1; Q_3$	ДИ для среднего CI for the Mean
Температура, °С Temperature, °С	3,2 ± 0,7	36,7 (36,4; 38,3)	36,6; 37,0	36,8; 36,9
Головка ПЖ, см Head pancreas size, cm	3,2 ± 0,7	3,2 (1,6; 6,1)	2,8; 3,6	3,1; 3,4
Тело ПЖ, см Body pancreas size, cm	2,2 ± 0,6	2,2 (0,8; 4,0)	1,8; 2,5	2,1; 2,3
Хвост ПЖ, см Tail pancreas size, cm	3,0 ± 0,5	3,0 (1,5; 4,4)	2,7; 3,3	2,9; 3,1
Гемоглобин, г/л Hemoglobin, g/l	126,1 ± 22,1	127,0 (61,0; 180,0)	111,0; 140,8	122,3; 129,9
Тромбоциты, 10 ⁹ /л Platelets, 10 ⁹ /l	252,2 ± 112,5	227,5 (39,0; 711,0)	191,0; 279,3	232,9; 271,5
Эритроциты, 10 ¹² /л Red blood cells, 10 ¹² /l	4,3 ± 0,8	4,3 (1,9; 6,2)	3,8; 4,7	4,2; 4,4
Лейкоциты, 10 ⁹ /л White blood cells, 10 ⁹ /l	11,4 ± 6,4	10,2 (2,7; 41,6)	7,3; 13,7	10,3; 12,5
Амилаза, Ед/л Amylase, u/l	254,4 ± 445,9	71,4 (18,0; 2960,0)	44,25; 288,5	177,7; 331,1
Глюкоза, ммоль/л Glucose, mmol/l	7,0 ± 3,0	6,1 (3,3; 23,0)	5,2; 7,6	6,5; 7,6
Калий, ммоль/л K, mmol/l	4,1 ± 0,7	4,3 (2,0; 5,4)	3,7; 4,6	4,0; 4,2
Лимфоциты, %/Lymphocytes, %	22,1 ± 12,0	22,0 (2,1; 55,0)	11,8; 31,0	20,0; 24,1
Моноциты, % Monocytes, %	6,9 ± 3,2	6,9 (1,0; 20,5)	5,0; 8,3	6,3; 7,4
Мочевина, ммоль/л Urea, mmol/l	6,5 ± 4,7	5,1 (1,5; 31,4)	4,0; 7,1	5,7; 7,4
Натрий, ммоль/л Na, mmol/l	138,4 ± 4,4	139,0 (126,0; 151,0)	136,0; 140,8	137,6; 139,1
СОЭ, мм/ч ESR, mm/h	27,6 ± 18,8	21,0 (2,0; 78,0)	13,0; 43,0	24,4; 30,8
АСТ, Ед/л AST, u/l	55,2 ± 102,2	28,8 (10,0; 694,0)	20,475; 40,85	37,6; 72,8
Билирубин, мкмоль/л Bilirubin, μmol/l	16,1 ± 15,4	11,6 (1,3; 99,0)	8,2; 18,1	13,4; 18,8
Креатинин, мкмоль/л Creatinine, μmol/l	101,1 ± 77,7	82,6 (39,0; 582,0)	71,0; 95,8	87,7; 114,4
Эозинофилы, % Eosinophiles, %	2,0 ± 2,5	1,0 (0,0; 15,7)	0,6; 3,0	1,6; 2,4

Примечание. ПЖ – поджелудочная железа, СОЭ – скорость оседания эритроцитов, АСТ – аспартатаминотрансфераза, ДИ – доверительный интервал.

Note. ESR – erythrocyte sedimentation rate, AST – aspartate aminotransferase, CI – confidence interval.

Таблица 2
Table 2

Доли положительных значений булевых величин Shares of positive values for booleans	
Показатель Indicator	Значение булевых переменных The value of boolean variables
Дополнительные образования Additional masses	0,2
Вздутие живота Abdominal distention	0,2
Жидкость Liquid	0,4
Перистальтика Peristalsis	0,8
Эхогенность Echogenicity	0,8
Структура Structure	0,9
Контур Outlines	0,9

Проблема пропусков и способы их заполнения. Заполнение пропусков в показателях, имеющих числовые значения, в случае подтверждения гипотезы линейности проводилось на основе линейной регрессии. Линейная регрессия использовалась при восстановлении данных, характеризующих размеры поджелудочной железы (голова, тело и хвост). В большинстве случаев восстанавливалось значение величины хвоста по известным значениям головы и тела (всего 34 дозаполненных значения). Остальные пропуски в числовых данных заполнялись расчетным значением медианы показателя. Рассматривались гистограммы распределений значений признака, если наблюдались классовые смещения, то заполнение медианой проводилось внутри класса. На рис. 1 показана гистограмма показателя «Лимфоциты».

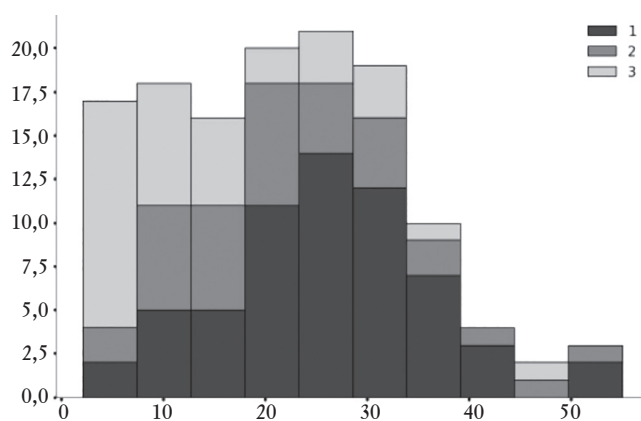


Рис. 1. Распределение признака «Лимфоциты»

Fig. 1. Lymphocytes for three severity classes

Заполнение пропусков в категориальных данных осуществлялось в соответствии со следующим правилом: отсутствие информации в истории болезни в разделе УЗИ или компьютерная томография (КТ) означает отсутствиеотягощающего признака. Поэтому пустое значение заполняется как 0, и оно интерпретируется как «отсутствует».

Пример. В истории болезни присутствуют результаты многосрезовой КТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства, цитата из истории: «Поджелудочная железа обычных размеров и формы, структура однородная, нормальной плотности, в хвосте железы определяется очаг жировой плотности (до -33 ед. НУ), размерами до 0,7 см. Вирсунгов проток не расширен. Парапанкреатическая клетчатка не изменена». Никаких сведений о присутствии дополнительных образований нет, следовательно, в соответствующем показателе данному пациенту ставится значение, равное 0.

Стандартизация показателей. В исходную выборку входят переменные, измеренные в разных шкалах, некоторые из них являются категориальными, как следствие, размах значений некоторых также существенно различается. Для приведения всех переменных к одинаковым единицам измерения служит процедура нормализации:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}. \quad (1)$$

Помимо того, что многие переменные выражаются в разных единицах, некоторые из них имеют также явно выраженные асимметричные распределения (например, амилаза). Выполняя процедуру нормализации в случае распределения, представленного на рис. 2, получим существенное сгущение точек в одной (левой) части области значений признака и значительно меньшее количество в оставшейся части. Такая особенность частоты признака приводит к тому, что при исследовании на значимость он может покинуть набор значимых признаков, являясь на самом деле значимым. Произойти это может потому, что на реальных выборках может чаще встречаться более легкая форма заболевания, где значения признаков меняются в небольших интервалах отклонения от нормы. Гораздо реже встречаются пациенты, у которых результат анализа настолько сильно отличается от нормы или от умеренного отклонения от нее, что это выглядит на гистограмме как некий выброс или ошибочное значение. Снизить риск исключения значимого признака с такой особенностью распределения позволяет квантильное преобразование исходных значений.

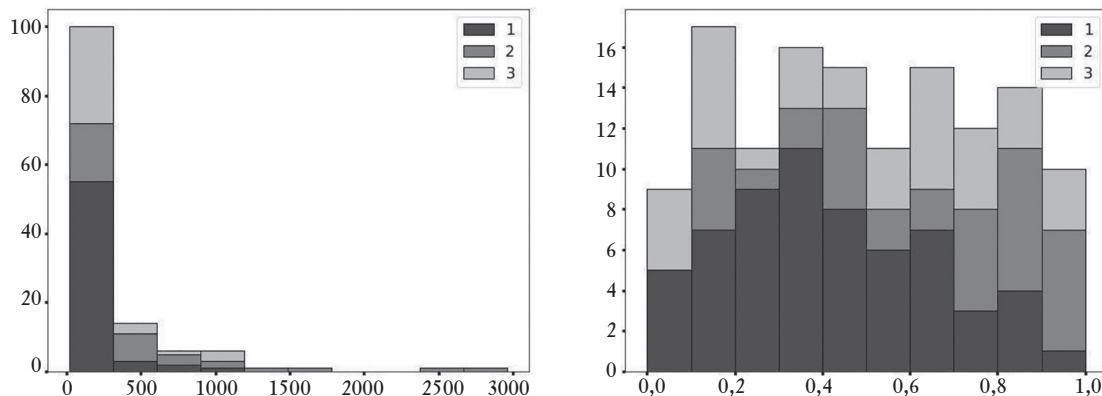


Рис. 2. Распределение признака «Амилаза» до преобразования (слева) и после (справа)

Fig. 2. Histogram of amylase before transformation (left) and after (right)

Отбор значимых признаков и проведение классификации. В случае большого числа признаков решение задачи классификации начинается с отбора значимых признаков. Признаки связаны в единую биологическую систему (организм), где изменение одного элемента (органа) влечет за собой нарушение в работе остальных для компенсации пагубных влияний. Поэтому предположение о мультиколлинеарности признаков имеет место при обработке данных медицинских анализов и характерных признаков состояния больного.

Одним из методов понижения размерности и борьбы с мультиколлинеарностью признаков яв-

ляется гребневая регрессия [13], которую используют, если имеет место:

- переизбыточность данных;
- коррелированность независимых переменных (мультиколлинеарность).

Критерием качества был выбран показатель AUC (Area Under Curve) – площадь под кривой ROC [14]. Для оценки точности классификатора при отборе признаков использовалась кросс-валидация по методу Монте-Карло [15]. Оптимизация регуляризующего параметра гребневой регрессии осуществлялась по сетке с неравномерным шагом в диапазоне значений [0 : 1000]. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3
Table 3

Оптимизация параметра регуляризации λ Optimization of the regularization parameter λ							
Показатель Indicator	0	1	5	10	100	200	1 000
Area Under Curve	0,86476	0,88878	0,90580	0,91203	0,92251	0,92318	0,92370

Из табл. 3 видно, что для работы с гребневой регрессией целесообразно остановиться на значении параметра регуляризации, равном 200, дальнейшее увеличение значительного роста точности не дает.

С целью понижения размерности признакового пространства применялся метод последовательного сокращения (алгоритм Del) [16]. Алгоритм Del представляет собой метод упрощения структуры регрессионной модели. Основная идея последовательного сокращения: признаки, которые оказывают малое влияние на точность, можно исключить из модели без значительного ухудшения качества. На рис. 3 представлены очередность удаления признаков и значения AUC для классификатора третьей степени тяжести против первой и второй.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании полученных линейных зависимостей формировалась обучающая выборка для построения разделяющей поверхности между первым и третьим классом. Обучение линейного классификатора проводилось методом скользящего экзамена. Результаты представлены на рис. 4.

На рис. 4 цифрой «1» обозначены точки, относящиеся к первой степени, которую поставил врач, «2» – ко второй степени тяжести, «3» – к третьей. Пунктиром изображена разделяющая линия – классификатор. Все точки, расположенные левее нее, алгоритм отнес к третьей степени тяжести, правее – к первой степени. Средняя доля ошибки классификации первого и третьего классов составила 7,3% (7/96).

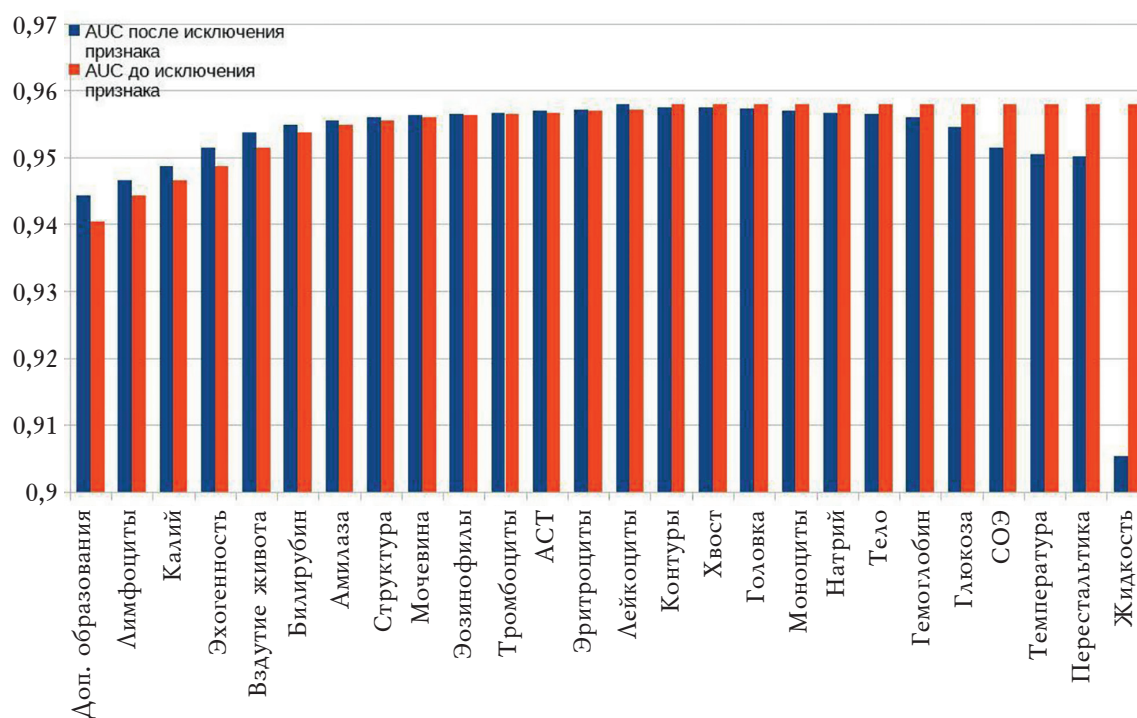


Рис. 4. Результаты классификации

Fig. 4. Classification results

ОБСУЖДЕНИЕ

В сравнении с наиболее популярными интегральными шкалами определения тяжести патологического процесса (Ranson, APACHE II, Glasgow-Imrie, MODS, SOFA) предложенная модель классификатора обладает рядом преимуществ:

- простота математических расчетов;
- применяемые характеристики для расчета являются общеклиническими и доступны для любого хирургического стационара;
- в отличие от шкалы Balthazar, особенностью классификатора является совместный учет визуальной оценки состояния поджелудочной железы и окружающих тканей, полученных методами УЗИ, КТ с лабораторными и общеклиническими данными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод классификации степени тяжести острого панкреатита с использованием гребневой регрессии показал высокую точность (92,7%) относительно экспертной оценки. Опробованная процедура построения классификатора может быть использована в качестве одного из элементов математического ядра системы поддержки принятия врачебных решений.

Предложенная модель классификатора позволяет быстро и эффективно определить тяжесть патологического процесса, что в дальнейшем по-

может сделать выбор рациональной стартовой терапии, оценить необходимость оперативного вмешательства и при тяжелой степени назначить усиленную антибактериальную и дезинтоксикационную терапию, что, вероятно, снизит количество случаев гнойно-септических осложнений острого панкреатита и летальных исходов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Савельев В.С., Филимонов М.И., Бурневиц С.З. Острый панкреатит. Эпидемиология, профилактика, классификация. [Savel'ev V.S., Filimonov M.I., Burnevic S.Z. Acute pancreatitis. Epidemiology, prevention, classification. (in Russ.)]. URL: <https://medbe.ru/materials/khirurgiya-podzheludchnoy-zhelezy/ostryy-pankreatit-epidemiologiya-profilaktika-klassifikatsiya/>.
2. Kurti F., Shpata V., Kuqo A., Duni A., Roshi E., Basho J. Incidence of acute pancreatitis in Albanian population. *Mater Sociomed.* 2015; 27 (6): 376–369. DOI: 10.5455/msm.2015.27.376-379.
3. Munigala S., Yadav D. Case-fatality from acute pancreatitis is decreasing but its population mortality shows little change. *Pancreatology.* 2016; 16 (4): 542–550. DOI: 10.1016/j.pan.2016.04.008.
4. Karakayali F.Y. Surgical and interventional management of complications caused by acute pancreatitis. *World J. Gastroenterol.* 2014; 20 (37): 13412–13423. DOI: 10.3748/wjg.v20.i37.13412.
5. Бородин Н.А., Мальцева О.В., Гиберт Б.К., Зайцев Е.Ю. Современные подходы в лечении деструктивных

- форм панкреатита, пути снижения летальности. *Медицинская наука и образование Урала*. 2015; 16 (82): 70–73. [Borodin N.A., Mal'tseva O.V., Gibert B.K., Zaitsev E.Yu. Modern approaches in the treatment of destructive forms of pancreatitis, ways to reduce mortality. *Medical Science and Education of the Urals*. 2015; 16 (82): 70–73 (in Russ.)].
6. Имаева А.К., Мустафин Т.И., Шарифгалиев И.А. Острый деструктивный панкреатит. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2014; 131 (8): 14–20. [Imaeva A.K., Mustafin T.I., Sharifgaliev I.A. Acute destructive pancreatitis. *Siberian Medical Journal (Irkutsk)*. 2014; 131 (8): 14–20 (in Russ.)].
 7. Валеев А.А. Оценка тяжести состояния больных с острых деструктивным панкреатитом при выборе тактики лечения. *Казанский медицинский журнал*. 2013; 94 (5): 633–636. [Valeev A.A. Assessment of the severity of the patients with acute destructive pancreatitis in the selection of treatment. *Kazan Medical Journal*. 2013; 94 (5): 633–636 (in Russ.)].
 8. Ризаев К.С., Хаджибаев Ф.А., Баймурадов Ш.Э. Определение степени тяжести течения и лечения острого панкреатита: материалы пленума правления ассоциации гепатопанкреатобилиарных хирургов стран СНГ. 2015: 123–125. [Rizaev K.S., Khadzhibayev F.A., Baimuradov Sh.E. Determination of acute pancreatitis severity and treatment: materials of the plenum of the board of the Association of hepatopancreatobiliary surgeons of the CIS countries. 2015: 123–125 (in Russ.)].
 9. Kuo D.C., Rider A.C., Estrada P., Kim D., Pillow M.T. Acute Pancreatitis: What's the Score? *J. Emerg. Med.* 2015; 48 (6): 762–770. DOI: 10.1016/j.jemermed.2015.02.018.
 10. Литвин А.А., Жариков О.Г., Ковалев В.А. Система поддержки принятия решений в прогнозировании и диагностике инфицированного панкреонекроза. *Врач и информационные технологии*. 2012; 2: 54–63. [Litvin A.A., Zharikov O.G., Kovalev V.A. Decision support system in predicting and diagnosing infected pancreatic necrosis. *Information technologies for the Physician*. 2012; 2: 54–63 (in Russ.)].
 11. Винник Ю.С., Дунаевская С.С., Антюфриева Д.А. Диагностическая ценность интегральных шкал в оценке степени тяжести острого панкреатита и состояния больного. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2015; 70 (1): 90–94. [Vinnik Yu.S., Dunaevskaya S.S., Antyufrieva D.A. Diagnostic value of integral scoring systems in assessing the severity of acute pancreatitis and patient's condition. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2015; 70 (1): 90–94 (in Russ.)].
 12. Диагностика и лечение острого панкреатита (Российские клинические рекомендации). Российское общество хирургов, Ассоциация гепатопанкреатобилиарных хирургов стран СНГ, Российское общество скорой медицинской помощи, 30.10.2014. [Diagnosis and treatment of acute pancreatitis (Russian clinical guidelines). Russian Society of Surgeons, Hepato-Pancreato-Biliary Association of Commonwealth of Independent States, Russian Society of Emergency Medicine. 30.10.2014 (in Russ.)].
 13. Hoerl A.E., Kennard R.W. Ridge regression: Biased estimation for nonorthogonal problems *Technometrics*. 1970; 12 (1): 55–67.
 14. Huang J., Ling C. X. Using AUC and accuracy in evaluating learning algorithms. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. 2005; 17 (3): 299–310.
 15. Xu Q. S., Liang Y. Z. Monte Carlo cross validation. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 2001; 56 (1): 1–11.
 16. Merrill T., Green O. M. On the effectiveness of receptors in recognition systems. *IEEE Trans. Inform. Theory*. 1963; 9 (1): 11–17. DOI: 10.1109/TIT.1963.1057810.

Вклад авторов

Черданцев Д.В. – введение в проблемную область; формализация задачи оценки степени тяжести острого панкреатита; получение данных об эпидемиологической обстановке в Красноярском крае. Строев А.В. – построение модели пациента с целью формирования математической модели; консультант-эксперт при решении задачи отбора значимых признаков; сравнительный анализ полученных результатов с известными шкалами (Ranson, APACHE II, Glasgow – Imrie, MODS, SOFA). Кононова Н.В. – подготовка исходных «сырых» данных для решения задачи классификации: заполнения пропусков в данных, очистка от аномальных значений, преобразование категориальных данных в дискретные. Мангалова Е.С. – решение задачи понижение размерности признакового пространства; использование метода квантильного преобразования с целью приведения признаков к едино-

Author contributions

Cherdantsev D.V. - introduction to the problem area; formalization of the task of assessing the severity of acute pancreatitis; obtaining data on the epidemiological situation in the Krasnoyarsk Region. Stroev A.V. – building a patient model in order to form a mathematical model; expert consultant in solving the problem of selecting significant features; comparative analysis of the results with known scales (Ranson, APACHE II, Glasgow – Imrie, MODS, SOFA). Mangalova E.S. – solving the problem of reducing the dimension of feature space; the use of the quantile transformation method in order to bring the signs to uniformity; software implementation of the algorithms used. Kononova N.V. – preparation of the initial “raw” data to solve the classification problem: filling in the gaps in the data, cleaning from anomalous values, converting categorical data into discrete. Chubarova O.V. – formulation of hypotheses

образию; программная реализация, используемых алгоритмов. Чубарова О.В. – формулировка гипотез путей решения поставленной задачи; проработка математической модели; коррекция, систематизация и обобщение полученных результатов; оформление результатов исследования.

of ways to solve the problem; elaboration of a mathematical model; correction, systematization and generalization of the results; presentation of research results.

Сведения об авторах

Черданцев Дмитрий Владимирович, д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой и клиникой хирургических болезней им. проф. А.М. Дыхно, проректор по аккредитации и лицензированию, КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск. ORCID iD 0000-0002-4743-4565.

Строев Антон Владимирович, аспирант, КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск. ORCID iD 0000-0003-4606-4598.

Мангалова Екатерина Сергеевна, программист-разработчик, ООО «АрДиСайнс», г. Красноярск. ORCID iD 0000-0002-6073-4781.

Кононова Надежда Владимировна, канд. техн. наук, доцент, кафедра информационных систем, СФУ, г. Красноярск. ORCID iD 0000-0003-4883-7216.

Чубарова Олеся Викторовна, канд. техн. наук, доцент, кафедра системного анализа и исследования операций, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск. ORCID iD 0000-0002-9331-6682.

(✉) **Чубарова Олеся Викторовна**, e-mail: Kuznetcova_o@mail.ru.

Поступила в редакцию 21.01.2019
Подписана в печать 11.06.2019

Authors information

Cherdantsev Dmitriy V., DM, Professor, KrasSMU named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Head Department and Clinic of Surgical Diseases named after prof. A.M. Dykhno, Vice-Rector for Accreditation and Licensing, Krasnoyarsk, Russian Federation. ORCID iD 0000-0002-4743-4565.

Stroev Anton V., PhD Student, KrasSMU named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk, Russian Federation. ORCID iD 0000-0003-4606-4598.

Mangalova Ekaterina S., Software Developer, RD Science Ltd., Krasnoyarsk, Russian Federation. ORCID iD 0000-0002-6073-4781.

Kononova Nadeshda V., PhD, Associate Professor, Department of Information Systems, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation. ORCID iD 0000-0003-4883-7216.

Chubarova Olesya V., PhD, Associate Professor, Department of System Analysis and Operations Research, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russian Federation. ORCID iD 0000-0002-9331-6682.

(✉) **Chubarova Olesya V.**, e-mail: Kuznetcova_o@mail.ru.

Received 21.01.2019
Accepted 11.06.2019