

УДК 616.24-089.168.1-06:519.87

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ НА ЛЕГКИХ

¹Басова Л.А., ²Карякина О.Е., ²Мартынова Н.А.¹ГОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет», Архангельск;²ГОУ ВПО «Северный Арктический федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
Архангельск, e-mail: mativala@mail.ru

В статье рассмотрены возможности применения методов многомерного статистического анализа в хирургической практике. Проведен статистический анализ медицинских данных пациентов с гнойными заболеваниями легких; с помощью прикладного пакета программ «Statistica Neural Networks» получены модели для прогнозирования исхода заболевания, длительности лечения и видов возникающих послеоперационных осложнений при операциях по поводу гангрены и гангренозного абсцесса легкого. Из полученных результатов следует, что доля правильно определенных случаев отсутствия послеоперационных осложнений составила 96,6%, точность распознавания осложнений I степени тяжести – 42,9%, II степени тяжести – 100%, III степени тяжести – 85,7%. При этом общий показатель точности решающих правил составил 82,5%.

Ключевые слова: статистические методы анализа, прогнозирование, абсцесс легкого, гангрена легкого

PROGNOSING OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS AFTER LUNGS SURGERY

¹Basova L.A., ²Karyakina O.E., ²Martynova N.A.¹Northern State Medical University, Arkhangelsk;²Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov,
Arkhangelsk, e-mail: mativala@mail.ru

The article discusses the possibility of applying the methods of multivariate statistical analysis in surgical practice. A statistical analysis of medical data of patients with purulent diseases of the lungs; using an application software package «Statistica Neural Networks» obtained model to predict the outcome of the disease, duration of treatment and type of postoperative complications occurring during surgery for gangrene and gangrenous lung abscess. The results obtained show that the proportion of correctly identified cases of the absence of postoperative complications was 96.6%, the accuracy of recognition of complications I severity – 42.9%, II severity – 100%, III severity – 85.7%. The total accuracy rate decision rules was 82.5%.

Keywords: statistical methods for analyzing, forecasting, lung abscess, gangrene of the lung

Хорошо известно, что при выполнении оперативных вмешательств на легких могут возникать послеоперационные осложнения, вероятность наступления которых в свою очередь оказывает непосредственное влияние на течение послеоперационного периода, длительность которого можно оценить с помощью математических моделей, ориентированных на решение этого класса задач [2, 3, 5].

Наибольшее число современных исследований в области медицинского моделирования посвящено оценке исхода заболевания, либо предполагаемому количеству летальных исходов, однако не менее важным направлением является медицинское прогнозирование, поскольку оно позволяет выявить факторы риска, определить их значимость и тем самым предположить начало возникновения заболевания либо определить вероятность возникновения осложнений, а также спрогнозировать длительность лечения [1, 4].

Цель настоящей работы состояла в прогнозировании послеоперационных

осложнений после хирургических вмешательств на легких с применением методологии математического моделирования. В базу данных были внесены сведения о пациентах, прооперированных в торакальном отделении областной больницы. Нами было установлено, что в структуре оперативных вмешательств наибольшую долю составляют операции, выполненные по поводу абсцесса легкого и гангрены легкого. Исходя из этого, мы представляем в качестве примера модель прогнозирования длительности стационарного лечения у пациентов, перенесших данные оперативные вмешательства.

Для построения модели проведено одномоментное (поперечное) проспективное исследование, в ходе которого были проанализированы данные о 344 пациентах в возрасте от 15 до 76 лет (средний возраст – $44,3 \pm 10,4$ года).

Среди прооперированных ($80,24 \pm 0,02$)% – мужчины, ($19,76 \pm 0,02$)% женщины. При этом мужчины наиболее часто страдают гангренными абсцес-

сами легкого ($30,60 \pm 0,03$)%, у женщин чаще всего встречаются гангрены легкого ($33,33 \pm 0,06$)%. Среди сопутствующих заболеваний наибольшую долю составили болезни сердца ($30,61 \pm 0,02$)%, алкогольная болезнь ($26,12 \pm 0,02$)%, болезни ЖКТ ($16,36 \pm 0,02$)%, реже болезни печени, почек.

В ходе исследования было также установлено, что при наличии у пациентов послеоперационных осложнений стационарное лечение по поводу гангрены легкого составило в среднем ($38,7 \pm 32,6$) дней, при отсутствии осложнений ($27,6 \pm 6,7$) дней. Следует отметить, что наиболее частым осложнением является возникновение острой эмпиемы плевры. Нередко осложнения протекают тяжелее основного процесса и существенно влияют как на исход болезни, так и на длительность лечения.

Было установлено, что при наличии у пациентов с гангренозным абсцессом легкого послеоперационных осложнений стационарное лечение составило в среднем ($48,0 \pm 34,5$) дней, при отсутствии осложнений ($25,8 \pm 12,7$) дней, в особенности на его продолжительность влияют такие осложнения, как наличие бронхиального свища и эмпиемы плевры.

Для прогнозирования и распознавания исхода заболевания, а также вероятности возникновения послеоперационных осложнений был использован дискриминантный анализ, представляющий собой метод распознавания образов, т.е. отнесения изучаемого объекта к одной из нескольких групп на основе измерения у него некоторого числа признаков (табл. 1).

Таблица 1

Результирующие переменные, используемые при выполнении дискриминантного анализа

Вид переменных	Вид заболевания	
	Гангрена легкого	Гангренозный абсцесс легкого
Входные переменные	Возраст	Возраст
	Сторона поражения	Сопутствующие болезни
	Степень дыхательной недостаточности	Болезни легких
	Наличие легочных кровотечений	Сопутствующие абсцессы
	Наличие белково-энергетического дефицита	Кровопотеря
	Наличие сопутствующих болезней	Продолжительность операции
	Вид операции	Виды послеоперационных осложнений
	Продолжительность операции	Вид повторной операции
	Способ обработки бронха	Операция при повторной госпитализации
	Виды послеоперационных осложнений	—
Выходные переменные	Степень тяжести послеоперационных осложнений	Заключительный исход болезни

Было установлено, что факторами риска для определения степени тяжести послеоперационных осложнений по поводу гангрены легкого является совокупность целого ряда информативных признаков: продолжительность операции, степень дыхательной недостаточности, объем кровопотери, способ обработки бронха, возраст пациента.

Были получены решающие правила в виде линейных классификационных функций (ЛКФ) (табл. 2) и канонических линейных дискриминантных функций (КЛДФ) (табл. 3), которые включают все факторы риска и позволяют решить задачу медицинской диагностики.

Совокупность наблюдений по каждой группе прооперированных пациентов с соответствующей тяжестью осложнений была нанесена на специальный график в координатах КЛДФ в виде «облака» точек, кон-

центрирующихся вокруг соответствующих центроидов (рис. 1).

Из полученных результатов дискриминантного анализа следует, что доля правильно определенных случаев составила 96,6%, точность распознавания осложнений I степени тяжести – 42,9%, II степени тяжести – 100%, III степени тяжести – 85,7%. При этом общий показатель точности решающих правил составил 82,5%.

Недостаточная точность распознавания осложнений I степени тяжести обусловлена тем, что подобные осложнения встречаются крайне редко после оперативного лечения гангрены легкого.

Значения коэффициентов ЛКФ и КЛДФ для уравнений, определяющих заключительный исход лечения по поводу гангренозного абсцесса легкого, представлены в табл. 4, 5.

Таблица 2

Значения коэффициентов ЛКФ для уравнений, определяющих степень тяжести послеоперационных осложнений по поводу гангрены легкого

Переменная	ЛКФ1	ЛКФ2	ЛКФ3	ЛКФ4
Возраст (X_1)	38,22	37,94	37,61	37,79
Сторона поражения (X_2)	7,26	6,29	10,70	6,91
Дыхательная недостаточность (X_3)	-37,49	-34,57	-32,12	-35,21
Легочные кровотечения (X_4)	7,07	5,76	9,91	6,85
Белково-энергетический дефицит (X_5)	32,13	30,68	28,38	30,38
Сопутствующие болезни (X_6)	1,68	1,50	1,64	1,66
Операция (X_7)	-20,00	-19,36	-20,17	-19,77
Продолжительность операции (X_8)	66,75	66,14	65,38	65,75
Обработка бронха (X_9)	-13,88	-13,18	-14,42	-13,15
Виды послеоперационных осложнений (X_{10})	-2,41	-1,14	0,14	-2,09

Таблица 3

Значения коэффициентов КЛДФ для уравнений, определяющих степень тяжести послеоперационных осложнений по поводу гангрены легкого

Переменная	КЛДФ1	КЛДФ2
Возраст (X_1)	0,08	0,23
Сторона поражения (X_2)	-0,07	-0,03
Дыхательная недостаточность (X_3)	-0,82	-0,81
Легочные кровотечения (X_4)	0,02	-0,22
Белково-энергетический дефицит (X_5)	0,48	0,85
Сопутствующие болезни (X_6)	0,03	-0,04
Операция (X_7)	-0,09	0,17
Продолжительность операции (X_8)	0,18	0,55
Обработка бронха (X_9)	-0,07	-0,33
Виды послеоперационных осложнений (X_{10})	-0,37	0,13

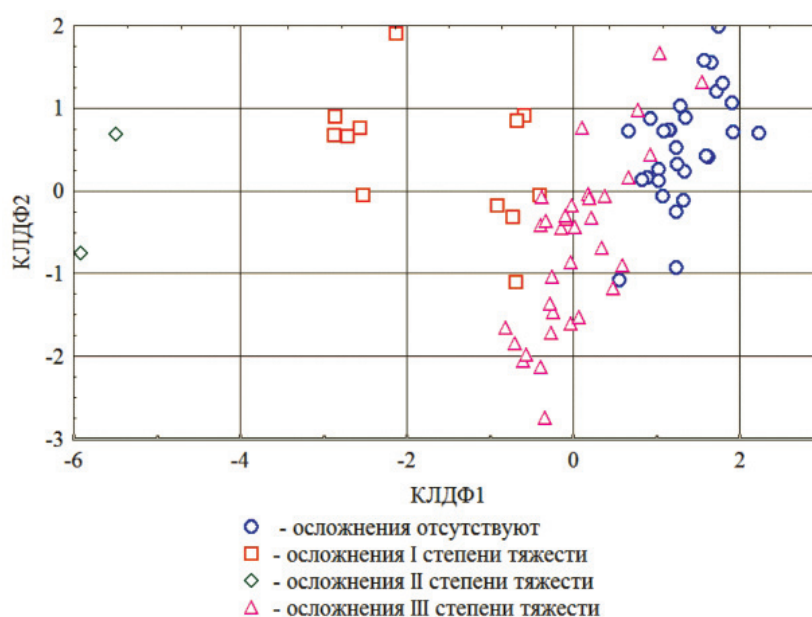


Рис. 1. Совокупность наблюдений, соответствующих степени тяжести послеоперационных осложнений по поводу гангрены легкого (в координатах КЛДФ)

Таблица 4

Значения коэффициентов ЛКФ для уравнений, определяющих заключительный исход лечения по поводу гангренозного абсцесса легкого

Переменная	ЛКФ1	ЛКФ2	ЛКФ3
Возраст (X_1)	23,56	23,44	22,86
Сопутствующие болезни (X_2)	-0,64	-0,60	-0,50
Болезни легких (X_3)	-3,42	-3,58	-3,52
Сопутствующие абсцессы (X_4)	-5,28	-4,42	-3,82
Кровопотеря (X_5)	73,20	73,26	72,88
Продолжительность операции (X_6)	51,99	51,04	50,94
Виды послеоперационных осложнений (X_7)	-2,43	-1,90	-2,33
Вид повторной операции (X_8)	-0,98	-5,33	-3,45
Операция при повторной госпитализации (X_9)	-1,64	-1,95	-1,78

Таблица 5

Значения коэффициентов КЛДФ для уравнений, определяющих заключительный исход лечения по поводу гангренозного абсцесса легкого

Переменная	КЛДФ1	КЛДФ2
Возраст (X_1)	-0,12	0,37
Сопутствующие болезни (X_2)	0,05	-0,13
Болезни легких (X_3)	-0,08	-0,10
Сопутствующие абсцессы (X_4)	0,25	-0,19
Кровопотеря (X_5)	-0,02	0,16
Продолжительность операции (X_6)	-0,24	-0,03
Виды послеоперационных осложнений (X_7)	0,23	0,67
Вид повторной операции (X_8)	-0,18	-0,20
Операция при повторной госпитализации (X_9)	-0,08	-0,15

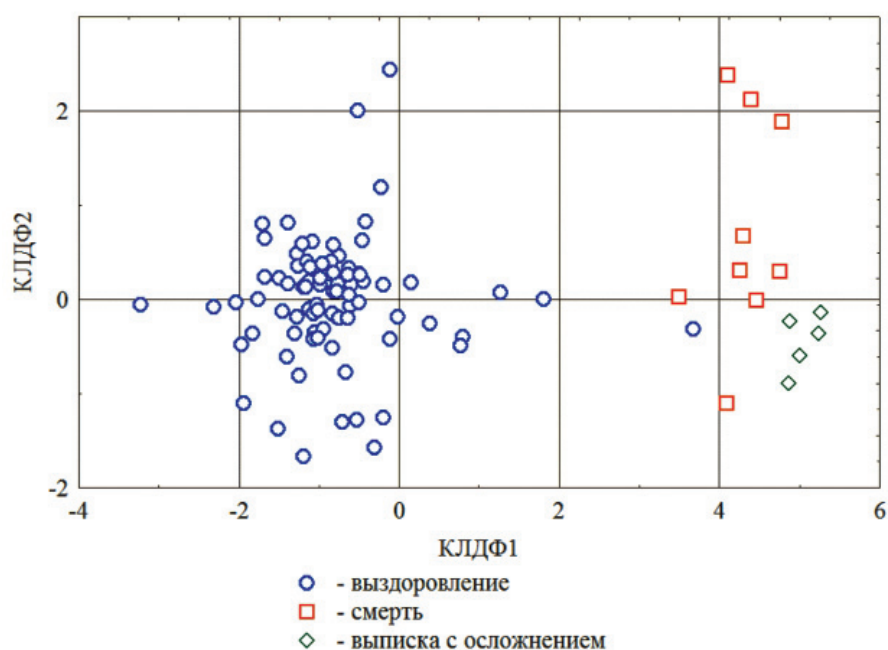


Рис. 2. Совокупность наблюдений, соответствующих заключительному исходу после лечения гангренозного абсцесса легкого (в координатах КЛДФ)

Из полученных результатов следует, что доля правильно определенных случаев полного выздоровления после операции на легком составила 98,8%, точность распознавания смерти после операции – 80,0%, точность распознавания исхода с осложнениями – 66,7%. При этом общий показатель точности решающих правил составил 81,8%.

На рис. 2 представлен график совокупности наблюдений заключительного исхода после лечения абсцесса легкого.

В результате исследования было определено, что метод моделирования с помощью дискриминантного анализа позволяющий решать задачи классификации, оптимизации и прогнозирования, способствует довольно точному прогнозированию риска возникновения послеоперационных осложнений, что приводит к уменьшению длительности лечения пациентов, позволяет ускорить работу специалистов, а также планировать работу клиник с высокой хирургической активностью.

Список литературы

1. Аравин, О.И. Применение искусственных нейронных сетей для анализа патологий в кровеносных сосудах // Российский журнал биомеханики. – 2011. – № 3. – С. 45–51.
2. Воронин Г.В. Нейросетевые технологии и вопросы идентификации в медицинских исследованиях / Г.В. Воронин, Е.М. Пальцева // Вестник новых медицинских технологий. – 2009. – № 1. – С. 32–34.
3. Дмитриев Г.А. Нейросетевая система диагностики внутричерепных новообразований / Г.А. Дмитриев, А.В. Кирсанова // Программные продукты и системы. – 2009. – № 3. – С. 42–45.

4. Кучеренко В.З. Применение методов статистического анализа для изучения общественного здоровья и здравоохранения: учебное пособие. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 256 с.

5. Милова К.А. Интеллектуальная система прогнозирования развития осложнений у хирургических больных // Нейрокомпьютеры. – 2010. – № 11. – С. 59–61.

References

1. Aravin O.I. Primenenie iskusstvennykh neuronnykh setej dlja analiza patologij v krovenosnykh sosudah // Rossijskij zhurnal biomehaniki. 2011. no. 3. pp. 45–51.
2. Voronin G.V. Nejrosetevye tehnologii i voprosy identifikacii v medicinskih issledovanij / G.V. Voronin, E.M. Pal'ceva // Vestnik novyx medicinskih tehnologij. 2009. no. 1. pp. 32–34.
3. Dmitriev G.A. Nejrosetevaja sistema diagnostiki vnutricherepnykh novoobrazovanij / G.A. Dmitriev, A.V. Kirsanova // Programmnye produkty i sistemy. 2009. no. 3. pp. 42–45.
4. Kucherenko V.Z. Primenenie metodov statisticheskogo analiza dlja izuchenija obshhestvennogo zdorov'ja i zdavooohranenija: uchebnoe posobie / V.Z. Kucherenko. M.: GJeOTAR-Media, 2011. 256 p.
5. Milova K.A. Intellektual'naja sistema prognozirovaniya razvitija oslozhnenij u hirurgicheskikh bol'nyh // Nejrokomputery. 2010. no. 11. pp. 59–61.

Рецензенты:

Рогалев К.К., д.м.н., главный врач клиники № 1, ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, г. Санкт-Петербург;

Калинин А.Г., д.м.н., профессор кафедры общественного здоровья, здравоохранения и социальной работы, ГОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет», г. Архангельск.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.