

УДК 616.12-008.313-089.168-08:519.233.35

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА СЕРДЦЕ ПО УСТРАНЕНИЮ АРИТМИЙ

© 2012 г. ¹Л. А. Басова, ²О. Е. Карякина, ³М. А. Курбанов, ²Н. А. Мартынова, ⁴С. В. Красильников

¹Северный государственный медицинский университет,

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова,

³Архангельская областная клиническая больница,

⁴Первая городская клиническая больница им. Е. Е. Волосевич, г. Архангельск

В настоящее время, согласно статистическим данным [3], сердечно-сосудистые заболевания занимают первое место как по распространенности, так и по количеству летальных исходов. Одной из категорий, связанных со сбоем работы сердца, являются аритмии, такие состояния, при которых нарушаются одна или обе главные характеристики нормального ритма — регулярность и частота. Для лечения данного рода заболеваний используют следующие виды высокотехнологичных операций: имплантацию электрокардиостимулятора, радиочастотную абляцию и изоляцию устьев легочных вен [2].

Выполнение операций на сердце требует особых условий, таких как специальное оснащение медицинской техникой и инструментами, предоперационная подготовка, правильное послеоперационное лечение.

Имплантация электрокардиостимулятора представляет собой хирургическую процедуру, при которой в подключичной области выполняется небольшой разрез и в районе сердца устанавливается кардиостимулятор (данный вид операций используется для устранения брадиаритмий). Радиочастотная абляция применяется при лечении тахиаритмий и устраняет дополнительные пути или аномальные водители ритма путем радиочастотного воздействия на участок сердца, являющийся причиной возникновения аритмии. Инвазивная процедура, в ходе которой очаг эктопического возбуждения, расположенный в устьях легочных вен, изолируется от предсердий, называется радиочастотной изоляцией [1].

Выбор данных методов лечения больных с нарушениями ритма сердца в настоящее время обусловлен их высокой эффективностью, относительной безопасностью, минимальной травматичностью [8].

Следует тем не менее отметить, что, как и при любой инвазивной процедуре, при выполнении описанных процедур могут возникнуть послеоперационные осложнения. Вероятность их наступления, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на длительность послеоперационного лечения, для оценки которой могут быть использованы математические модели, ориентированные на решение этого класса задач.

Методы

В настоящем исследовании были использованы сведения об операциях по устранению аритмий, выполненных в хирургическом отделении Архангельской областной клинической больницы за период с 10 января 2011 года по март 2012-го. Для построения модели проведено одномоментное (поперечное) проспективное исследование, в ходе которого были проанализированы данные о 345 прооперированных пациентах в возрасте от 20 до 88 лет, из них мужчин 42 %, женщин 58 %. В структуре операций наибольшая доля приходилась на имплантацию

В статье представлены результаты построения математической модели прогнозирования длительности послеоперационного лечения при выполнении высокотехнологичных операций на сердце по устранению аритмий. Разработанная модель является основой для создания автоматизированного программного модуля оценки степени риска поступившего на оперативное лечение пациента.

Ключевые слова: математическое прогнозирование, высокотехнологичные операции на сердце, дискриминантный анализ, факторы риска, длительность послеоперационного лечения.

электрокардиостимулятора — 52,2 %, доля радиочастотной абляции — 31 % и изоляции — 22 % соответственно.

Подчинение количественных данных закону нормального распределения оценивалось с помощью статистического χ^2 -критерия Пирсона. Сравнение двух разных групп по количественным признакам в условиях подчинения данных закону нормального распределения проводилось с использованием t -критерия Стьюдента для независимых выборок. Проверка нулевой гипотезы о равенстве всех средних в исследуемых группах осуществлялась с помощью однофакторного дисперсионного анализа. В условиях неподчинения данных закону нормального распределения сравнение двух разных групп по количественным признакам проводилось с использованием непараметрического U -критерия Манна — Уитни. Сравнение двух разных групп по качественным признакам осуществлялось с помощью статистического χ^2 -критерия Пирсона. Информативность включенных в модель для выполнения дискриминантного анализа показателей оценивалась с помощью статистического F -критерия Фишера. Критический уровень значимости (p) в данной работе принимался равным 0,05. Статистическая обработка проводилась с использованием пакета программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel 2003.

Разработка автоматизированного программного модуля по прогнозированию длительности послеоперационного лечения осуществлялась с помощью среды визуального программирования «Borland Delphi 7».

Результаты

Было установлено, что основная категория нуждающихся в операциях по лечению нарушений ритма сердца — женщины в возрасте от 61 до 75 лет (в среднем (68 ± 7) лет). Среди сопутствующих фоновых заболеваний у пациентов наибольшую долю составляют артериальная гипертензия 52 %, а также ишемическая болезнь сердца 45 %. Операция по первичной имплантации электрокардиостимулятора была проведена у 78 % пациентов, в остальных 22 % случаев стимулятор подлежал замене.

Следует отметить, что замена кардиостимулятора производилась по следующим причинам: примерно в половине случаев — 52 % зарегистрировано нормальное истощение батареи, в 13 % — отсутствие импульсов, а также мышечное ингибирование, пролежень, малая амплитуда импульсов. С использованием однофакторного дисперсионного анализа на первом этапе были выявлены основные факторы, влияющие на длительность послеоперационного стационарного лечения. Результаты позволили установить, что чем больше у пациента сопутствующих (фоновых) заболеваний, тем продолжительнее его пребывание в стационаре. Так, при наличии трех фоновых заболеваний длительность послеоперационного лечения значимо больше и составляет в среднем (9 ± 3) дней, при наличии у пациента одного заболевания — (6 ± 2) дня ($p < 0,05$).

Основной диагноз при имплантации электрокардиостимулятора, как оказалось, не оказывает существенного влияния на длительность послеоперационного лечения в отличие от радиочастотной абляции. При её выполнении пациенты, у которых наблюдалась пароксизмальная тахикардия и желудочковая экстрасистолия, находились на лечении дольше (10 ± 3) дня, чем пациенты с трепетанием предсердий (5 ± 2) дня ($p < 0,05$).

Также было установлено, что наличие осложнений в послеоперационном периоде после имплантации электрокардиостимулятора оказывает прямое влияние на длительность лечения, увеличивая данный показатель практически в 2 раза (в среднем (14 ± 5) дней). Отмечена зависимость длительности лечения от продолжительности операции радиочастотной абляции: при продолжительности операции более 90 минут данный показатель составит (9 ± 2) койко-дня, в пределах 1,5 часов — (7 ± 2) , менее 1 часа — (5 ± 1) . Значительное влияние на длительность послеоперационного лечения оказывает интраоперационный эффект и наличие послеоперационных осложнений. При успешном проведении операции радиочастотной абляции и отсутствии последующих осложнений длительность лечения составляет в среднем (6 ± 2) дня, в противном случае она увеличена в 2 раза (в среднем (13 ± 4) дня) ($p < 0,05$).

Анализ данных по операции изоляции устьев легочных вен показал, что длительность лечения пациентов, у которых наблюдался рецидив аритмии, составила в среднем (17 ± 6) дней, что превышает таковую у пациентов без осложнений практически в 2 раза (в среднем (9 ± 3) дня) ($p < 0,05$).

Для статистического прогнозирования длительности лечения пациента в условиях стационара при рассматриваемых видах операций нами был использован дискриминантный анализ. Общеизвестно, что он представляет собой метод многомерной статистики, применяемый для решения задач классификации (распознавания образов), и позволяет отнести объект с определенным набором признаков (симптомов) к одному из известных классов.

В зависимости от вида выполняемой операции диапазон значений результирующего признака был разделен на соответствующие интервалы по продолжительности послеоперационного стационарного лечения. В качестве переменных дискриминантной модели были определены установленные ранее факторы риска, рассчитанные в баллах по степени выраженности. Далее составлены две системы уравнений в виде линейных классификационных и канонических линейных дискриминантных функций, позволяющих максимизировать различия между прогнозируемыми периодами длительности послеоперационного лечения.

По результатам дискриминантного анализа был сделан вывод о том, что при операции имплантации электрокардиостимулятора наиболее информативными для автоматического распознавания длительности послеоперационного лечения являются этиологиче-

ские причины заболевания и возникшие в послеоперационном периоде осложнения; при выполнении операции радиочастотной абляции — длительность рентгеноскопии, наличие интраоперационного эффекта и последующие послеоперационные осложнения; при операции изоляции устьев легочных вен — продолжительность операции и рентгеноскопии, а также возникшие осложнения.

В ходе выполнения двух первых этапов многомерного статистического анализа были выявлены основные факторы риска, оказывающие существенное влияние на длительность стационарного послеоперационного лечения. Каждому из факторов был присвоен весовой коэффициент значимости в баллах от 1 до 3. Далее проведено ранжирование совокупности выделенных факторов, область допустимых значений которых была разделена на баллы по степени их выраженности. Все наблюдения в исходной базе данных были преобразованы в матрицы ранговых оценок.

На основании составленных матриц с учетом весовых коэффициентов были рассчитаны значения целевых функций для каждого пациента, которые количественно отражают степень влияния факторов риска на длительность стационарного послеоперационного лечения.

Значение целевой функции рассчитывали по формуле:

$$T_k = \sum W_k \cdot b_{nk}$$

где W_k — весовой коэффициент значимости фактора риска (в баллах); b_{nk} — элемент матрицы оценок параметров факторов риска.

Статистический анализ совокупности рассчитанных значений целевых функций позволил выделить 5 уровней, характеризующих длительность стационарного послеоперационного лечения пациента (таблица).

Диапазоны значений целевых функций		
Степень риска	Вид операции	Диапазон значений
Низкая	Имплантация электрокардиостимулятора	≤ 16
	Радиочастотная абляция	≤ 9
	Изоляция устьев легочных вен	≤ 10
Пониженная	Имплантация электрокардиостимулятора	16–20
	Радиочастотная абляция	9–10
	Изоляция устьев легочных вен	10–13
Средняя (нормальная)	Имплантация электрокардиостимулятора	20–30
	Радиочастотная абляция	10–12
	Изоляция устьев легочных вен	13–21
Повышенная	Имплантация электрокардиостимулятора	30–35
	Радиочастотная абляция	12–14
	Изоляция устьев легочных вен	21–24
Высокая	Имплантация электрокардиостимулятора	≥ 35
	Радиочастотная абляция	≥ 14
	Изоляция устьев легочных вен	≥ 24

Рассчитанные диапазоны значений целевых функций использовали при создании автоматизированного программного модуля для прогнозирования длительности стационарного послеоперационного лечения (рисунок).

Диалоговое окно модуля прогнозирования длительности стационарного послеоперационного лечения

Разработанный программный модуль позволит пользователю вводить данные для трех видов операций на сердце и на их основании выводить результат отнесения пациента к одной из определенных в модели степеней риска, предоставляя информацию о наиболее вероятном по длительности периоде послеоперационного лечения.

Обсуждение результатов

Наибольшее число современных исследований в области медицинского моделирования в доступной нам литературе посвящено оценке исхода заболевания, в частности ишемической болезни сердца, поскольку, согласно статистическим данным [4, 7], она занимает первое место по распространенности и количеству летальных исходов.

Следует отметить, что не менее важным направлением является медицинское прогнозирование, поскольку оно позволяет выявить факторы риска, их значимость и тем самым предположить начало возникновения заболевания, определить вероятность возникновения осложнений, а также спрогнозировать длительность лечения [5, 6, 9, 10].

Разработанная нами модель прогнозирования длительности послеоперационного стационарного лечения при выполнении высокотехнологичных операций на сердце сочетает в себе оба вышеуказанных подхода. Полученные на первом этапе результаты позволили выявить наиболее значимые факторы риска, влияющие на длительность послеоперационного лечения, которые в дальнейшем были положены в основу расчетов по прогнозированию итогового показателя

с использованием дискриминантных уравнений и разработанной авторской модели.

Следует также отметить, что результаты проведенного моделирования подтверждаются расчетными значениями точности для прогнозируемых периодов длительности лечения. Так, для распознавания длительности послеоперационного лечения при имплантации электрокардиостимулятора показатель точности решающих правил составил 87,0 %, для операции радиочастотной абляции — 83,0 %, изоляции устьев легочных вен — 84,0 %. Средний показатель точности составил 84,7 %, что отражает удовлетворительное качество полученной модели, которая может служить дополнительным методом прогноза длительности лечения конкретного пациента.

Таким образом, созданный модуль, основанный на проведенном статистическом исследовании имеющихся данных о пациентах, позволит врачу сформировать вывод о степени риска поступившего больного и в соответствии с полученной информацией скорректировать тактику дальнейшего лечения. Разработанный модуль поможет выявить риски для пациентов на предмет вероятности возникновения осложнений после оперативных вмешательств, а также определить в дальнейшем степень влияния этих рисков на использование коечного фонда и финансирование высокотехнологичных операций за счет средств обязательного медицинского страхования.

Список литературы

1. Андреев Н. А. Аритмии сердца. Диагностика. М.: Зинатне, 2003. 480 с.
2. Егоров Д. Ф., Гордеев О. Л. Диагностика и лечение пациентов с имплантированными антиаритмическими устройствами. СПб.: Человек, 2006. 256 с.
3. Заболеваемость населения по основным классам болезней в 2000–2010 гг. // Медицинская статистика и оргметодработа в учреждениях здравоохранения. 2011. № 9. С. 59–60.
4. Зволинская Е. У., Александров А. А. Оценка риска развития сердечно-сосудистых заболеваний // Кардиология. 2010. № 8. С. 37–47.
5. Карякина О. Е., Добродеева Л. К., Мартынова Н. А., Красильников С. В., Карякина Т. И. Применение математических моделей в клинической практике // Экология человека. 2012. № 7. С. 55–64.
6. Комаров А. Л., Шахматова О. О., Стамбольский Д. В. Факторы риска тромботических осложнений и прогноз у больных с хронической формой ишемической болезни сердца // Кардиология. 2009. № 11. С. 4–10.
7. Комаров А. Л., Шахматова О. О., Стамбольский Д. В. Факторы, определяющие прогноз у больных со стабильной формой ишемической болезни сердца // Кардиология. 2012. № 1. С. 4–14.
8. Латфуллин И. А., Богоявленская О. В., Ахмерова Р. И. Клиническая аритмология. М., 2002. 372 с.
9. Олофинская И. Е. Операции на сердце с искусственным кровообращением у больных пожилого возраста: факторы риска, прогноз // Кардиология. 2008. № 8. С. 76–81.
10. Семакова Е. И., Ерофеев С. Н. Прогностическое значение дисперсии интервала Q–T и вариабельности сердечного ритма при остром инфаркте миокарда // Вестник новых медицинских технологий. 2000. № 1. С. 61–63.

References

1. Andreev N. A. Aritmii serdtsa. *Diagnostik* [Cardiac arrhythmia. Diagnostic]. Moscow, 2003, 480 p. [in Russian]
2. Egorov D. F., Gordeev O. L. *Diagnostika i lechenie patsientov s implantirovannymi antiaritmicheskimi ustroystvami* [Diagnostics and treatment of patients with implanted antiarrhythmic devices]. Saint Petersburg, 2006. 256 p. [in Russian]
3. *Meditsinskaya statistika i orgmetodrabota v uchrezhdeniyakh zdravookhraneniya* [Medical Statistics and organizational methodological activity in health care facilities]. 2011, no. 9, pp. 59-60. [in Russian]
4. Zvolinskaya E. U., Aleksandrov A. A. *Kardiologiya* [Cardiology]. 2010, no. 8, pp. 37-47. [in Russian]
5. Karyakina O. E., Dobrodeeva L. K., Martynova N. A., Krasil'nikov S. V., Karyakina T. I. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, no. 7, pp. 55-64. [in Russian]
6. Komarov A. L., Shakhmatova O. O., Stambol'skii D. V. *Kardiologiya* [Cardiology]. 2009, no. 11, pp. 4-10. [in Russian]
7. Komarov A. L., Shakhmatova O. O., Stambol'skii D. V. *Kardiologiya* [Cardiology]. 2012, no. 1, pp. 4-14. [in Russian]
8. Latfullin I. A., Bogoyavlenskaya O. V., Akhmerova R. I. *Klinicheskaya aritmologiya* [Clinical arrhythmology]. Moscow, 2002, 372 p. [in Russian]
9. Olofinskaya I. E. *Kardiologiya* [Cardiology]. 2008, no. 8, pp. 76-81. [in Russian]
10. Semakova E. I., Erofeev S. N. *Vestnik novykh meditsinskih tekhnologii* [Bulletin of New Medical Technologies]. 2000, no. 1, pp. 61-63. [in Russian]

MODEL OF FORECASTING OF DURATION OF POSTOPERATIVE TREATMENT AT PERFORMANCE OF HI-TECH OPERATIONS ON HEART ON ELIMINATION OF ARRHYTHMIAS

¹L. A. Basova, ²O. E. Karyakina, ³M. A. Kurbanov, ⁴N. A. Martynova, ⁴S. V. Krasilnikov

¹Northern State Medical University, Arkhangelsk

²Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk

³Arkhangelsk Regional Clinical Hospital

⁴First Municipal Clinical Hospital named after E. E. Volosevich, Arkhangelsk, Russia

Results of creation of mathematical model for postoperative treatment duration forecasting at performance of hi-tech operations on heart on elimination of arrhythmias are presented in the article. The developed model is a basis for creation of the automated program module for risk degree assessment of the patient who has arrived for operative treatment.

Keywords: mathematical forecasting, heart hi-tech operations, discriminant analysis, risk factors, duration of postoperative treatment

Контактная информация:

Карякина Ольга Евгеньевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры биомедицинской техники ФГОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова»

Адрес: 163002, г. Архангельск, Наб. Сев. Двины, д. 17, корп. 1

E-mail: novogil@mail.ru