

УДК 617.55-007.43: 617.55-089.844

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТА С ГРЫЖЕЙ

¹Лысов Н.А., ²Белоконев В.И., ¹Супильников А.А.

¹НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «РЕАВИЗ», Самара, e-mail: mail@reaviz.ru;

²ГОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения и социального развития России», Самара

Проведен анализ результатов хирургического лечения пациентов с вентральными грыжами различных локализаций за 10 лет, на основе которого проведено обучение искусственной нейронной сети. Полученная искусственная нейронная сеть явилась основой для написания программы для ЭВМ, которая работает в среде Windows XP и способна рассчитать интегральный показатель качества жизни в зависимости от способа герниопластики в отдаленные сроки. Для определения качества жизни мы использовали модифицированный нами международный тест sf-36. Программа использует Европейскую классификацию грыж по Chevrel и Rath[5].

Ключевые слова: вентральные грыжи, искусственные нейронные сети, качество жизни

THE POSSIBILITY OF USE ARTEFICIAL NEURAL NETWORKS TO PREDICT THE RESULT OF SURGICAL TREATMENT PATIENTS WITH HERNIA

¹Lysov N.A., ²Belokonev V.I., ¹Supilnikov A.A.

¹Samara medical institute «REAVIZ», Samara, e-mail: mail@reaviz.ru;

²Samara State medical University, Samara

The analysis of long term results of surgical treatment patients with ventral hernia is carried out. The artificial neural network has been educated on this database. We input this neural network into the PC program and named as «Expert system to predict the results of surgical treatment». This program can calculate the integral score of quality of life (QoL). We have modified SF-36 for patients with ventral hernias. The program runs under OS Windows XP or higher and uses Chevrel and Rath classification of ventral hernia [5].

Keywords: ventral hernia repair, artificial neural network, quality of life

Проблема лечения послеоперационных вентральных грыж является актуальной по сегодняшний день. Значительное количество больных, подвергшихся герниологическим операциям, их возраст (часто пожилой и старческий), социальная группа, условия места жительства и т.п., настоятельно требуют ставить вопросы о методах оценки и прогноза их качества жизни [1, 5]. А это, в свою очередь, требует применения прикладного математического аппарата, который для медицинского специалиста стал бы «дружественным», т.е. надежным, удобным, и позволил решать задачу классификации этих больных и достаточно точно вычислять критерии социальной адаптации и качества жизни.

В 1996 г. В.И. Белоконевым с соавт. [3, 4], были предложены способы комбинированной пластики послеоперационной грыжи с использованием синтетических материалов, накопленный опыт применения которых выявил ряд преимуществ перед способами натяжной, а также отдельными вариантами безнатяжной пластики грыжи.

К настоящему времени максимальный срок наблюдения за пациентами после проведенной пластики послеоперационной грыжи комбинированным способом составил 15 лет.

Целью настоящей работы было на основании изучения отдаленных результатов лечения больных с послеоперационной грыжей разработать компьютерную нейросетевую систему для прогнозирования качества жизни пациентов с вентральной грыжей в зависимости от входных параметров и способа планируемого оперативного вмешательства.

Работа основана на анализе данных 980 больных с ПВГ, которым было проведено обследование и лечение в хирургических отделениях ММУ «Городской клинической больницы №1 им. Н.И. Пирогова г.о. Самара» за период с 1996 по 2010 год. Отдаленные результаты лечения больных с ПВГ на основании анкетирования и осмотра изучены у 270 пациентов.

Возраст больных с ПВГ колебался от 20 до 95 лет. Наибольшая частота ПВГ приходилась на возраст 45–59 лет у мужчин и 60–74 года – у женщин. Из общего числа больных с ПВГ лиц пожилого и старческого возраста (старше 60 лет) было 473 (48,26%) пациента (табл. 1).

Часть пациентов проживала в г. Самаре – 763 чел. (77,86%), остальные – в Самарской области – 217 чел. (22,14%).

Таблица 1

Распределение больных с ПВГ по полу и возрасту

Возраст в годах	Мужчины		Женщины		Всего	
	абс	%	абс	%	абс	%
До 45	53	18,09	54	7,86	107	10,92
45–59	120	40,96	280	40,76	400	40,82
60–74	102	34,81	291	42,36	393	40,10
75–89	15	5,12	59	8,59	74	7,55
90 и старше	3	1,02	3	0,44	6	0,61
Итого	293	100	687	100	980	100

Отдаленные результаты лечения пациентов с ПВГ изучены путем их осмотра, обследования и анкетирования в контрольные сроки в 2001–2002 гг., в 2009–2010 гг. Качество жизни оценивали по методике SF-36, модифицированной нами для больных с грыжами.

В основу критериев оценки отдаленных результатов лечения больного с ПВГ в отдаленные сроки были положены не только результаты пластики грыжи, которые могут быть и адекватными, но и необходимость в устранении после нее плановой хирургической патологии в органах брюшной полости, малого таза. Такой подход обусловлен тем, что неустранимая патология (ЖКБ, язвенная болезнь, заболевания органов малого таза) требует повторного вмешательства через зону пластики грыжи, а поэтому результат лечения пациента до ее выполнения становится неопределенным.

Хорошим считали отдаленный результат у больных при отсутствии рецидива грыжи и осложнений со стороны зоны пластики. Интегральный показатель качества жизни – 1–4 балла.

Удовлетворительным считали результат у больных при отсутствии рецидива грыжи, но при наличии раневых осложнений в зоне пластики (кожные свищи, связанные с трансплантатом, лигатурные свищи) и при выявлении грыж других локализаций. Интегральный показатель качества жизни – 4–6 баллов.

Плохим считали результат у больных с рецидивом грыжи, а также при выявлении заболеваний, требующих повторной операции через зону пластики грыжи. Интегральный показатель качества жизни – 6–7 баллов.

Для определения объема выборочной совокупности исследования была использована формула Меркова А.М. (1974):

$$n = \frac{t^2 pq}{\Delta^2}, \quad (1)$$

где n – численность выборочной совокупности; t – доверительный коэффициент; p – величина показателя, выраженная в про-

центах ($p = 10$); q – величина, обратная показателю ($100 - p$); Δ – доверительный интервал, равный $\Delta = (tm)^2$; здесь m – предельная ошибка выборки.

В качестве доверительной вероятности ошибки служила обычная для медико-социальных исследований вероятность безответственного прогноза (P) в 95%, что соответствует предельной ошибке показателя Δ , равной 5% и доверительному коэффициенту t , равному 2.

Поскольку большая часть показателей представлена в процентах, произведение pq было принято равным 2500 (50·50), что соответствует максимальному значению.

$$n = \frac{2^2 \cdot 50 \cdot 50}{5^2} = \frac{4 \cdot 2500}{25} = 400. \quad (2)$$

Таким образом, для получения репрезентативных данных в исследование было необходимо включить не менее 400 пациентов. В нашем случае число обследованных равнялось 980, что превышает необходимую выборку в 2,45 раза.

Сравнение непосредственных результатов в основной и контрольной группах показывает достоверную разницу, подтвержденную оценкой критерия Стьюдента (В. Госсета). Так, в основной группе хорошие непосредственные результаты получены у 470 (96,31%), удовлетворительные – у 14 (2,87%), неудовлетворительные – у 4 (0,82%); соответственно в контрольной группе хорошие результаты были у 394 (80,08%), удовлетворительные – у 92 (18,7%), неудовлетворительные – у 6 (1,22%). Расчет критерия Стьюдента подтвердил достоверность различий хороших результатов между данными группами: $t = 3,46$ (при $p < 0,01$). Были выявлены достоверные различия между контрольной и основной группами по следующим показателям (табл. 2).

По представленным результатам можно сделать следующие выводы по срокам наблюдения после операции. В основной группе достоверно преобладали группы со

сроками 1–3 года (31,86% против 15,7% в контроле) и 3–6 лет (46,65% в основной группе и 24,34% в контрольной). Группа со сроками наблюдения 7–15 лет, напротив, преобладала в контроле (59,94% против 21,47%).

Таблица 2

Достоверные различия признаков между группами пациентов

Значение признака	Основная группа	Контрольная группа	Вероятность ошибки
<i>Срок наблюдения после операции (%)</i>			
1–3 лет	31,86	15,7	$p < 0,05$
3–6 лет	46,65	24,34	$p < 0,05$
7–15 лет	21,47	59,94	$p < 0,05$
<i>Локализация грыжи (%)</i>			
Мезогастральная	5,154	18,78	$p < 0,05$
Эпимезогипогастральная	7,216	1,212	$p < 0,05$
Боковая	12,37	4,848	$p < 0,05$
<i>Размеры грыжи (%)</i>			
Малая (W1)	1,162	8,092	$p < 0,05$
Средняя (W2)	23,25	45,66	$p < 0,05$
Большая (W3)	43,6	29,47	$p < 0,05$
Гигантская (W4)	16,86	3,468	$p < 0,05$
<i>Сопутствующие заболевания (%)</i>			
Хроническая кишечная непроходимость	10,34	0,98	$p < 0,05$
Атеросклероз	6,666	23,18	$p < 0,05$
Гипертоническая болезнь	40	7,246	$p < 0,05$
<i>Осложнения (%)</i>			
Серома послеоперационной раны	65	14,28	$p < 0,05$
<i>Показатели качества жизни (шкалы sf-36)</i>			
<i>Общая трудовая недееспособность до лечения (%)</i>			
GM = 0	18,49	7,777	$p < 0,05$
<i>Обычная активность до лечения (%)</i>			
UA = 0	19,52	6,818	$p < 0,05$
<i>Обычная активность после лечения (%)</i>			
UA = 3	31,36	44,31	$p < 0,05$
<i>Социальные и личностные отношения после лечения (%)</i>			
SP = 0	30,76	19,31	$p < 0,05$
SP = 3	16,56	28,4	$p < 0,05$
<i>Самообслуживание после лечения (%)</i>			
SC = 0	46,7	32,58	$p < 0,05$
SC = 2	13,17	26,96	$p < 0,05$
<i>Итоговый показатель физической недееспособности после лечения (%)</i>			
I = 1	9,219	2,631	$p < 0,05$

Для данных по локализации в основной группе достоверно чаще выявлялись эпимезогипогастральная (7,216%) и боковая грыжи (12,37%) и достоверно реже были представлены мезогастральные грыжи (5,154% против 18,78% в контроле).

По размерам грыж в основной группе достоверно преобладали большие (43,6%) и гигантские грыжи (16,86%), а в контрольной группе – малые (8,092%) и средние грыжи (45,66%).

Из сопутствующих заболеваний в основной группе достоверно чаще встречалась хроническая КН (10,34%) и гиперто-

ническая болезнь (40%). В контрольной группе достоверно чаще представлен атеросклероз (23,18%).

Полученные результаты были обработаны с помощью нейросетевого анализа. Основная цель проведения данного анализа заключалась в поиске наиболее эффективного метода принятия решения врачом при ПВГ.

Нами был проведено исследование с применением многослойного перцептрона, результаты которого сравнивались по эффективности с результатами, полученными по патометрическому алгоритму.

Выбор (первоначальный) переменных был сплошным. В дальнейшем в ходе обучения были отобраны наиболее актуальные входные параметры.

Переменные с номинальными значениями были представлены в числовом виде.

Проведенный нейросетевой анализ включал отбор входных признаков, рассматриваемых при обследовании указанных групп пациентов. Были спроектированы и обучены пять MLP-сетей. Разработанные нейронные сети имели похожую структуру. В первом (входном) слое у всех сетей

было по 165 нейронов по исходному числу признаков, в промежуточном слое – от 13 до 21 нейрона, и в выходном слое – по 1 нейрону для вывода ответа НС. Причем нейронная сеть позволяла получать ответ в количественном виде – размере прогнозируемого итогового показателя физической недееспособности после лечения.

При обучении наблюдаемые пациенты делились на три выборки: обучающую, контрольную и тестирующую. НС, показавшие наилучшие результаты обучения, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Нейронные сети для прогнозирования итогового показателя физической недееспособности после лечения

	Имя сети	Обучение	Тест	Проверка	Алгоритм	Функция ошибки	Скрытый слой	Вывод результата
1	MLP 165-13-1	0,3522	0,1733	0,0567	BFGS 2	SOS	Exponential	Identity
2	MLP 165-16-1	0,3356	0,1842	0,0512	BFGS 2	SOS	Logistic	Exponential
3	MLP 165-18-1	0,9794	0,0118	0,3051	BFGS 0	SOS	Identity	Logistic
4	MLP 165-21-1	0,3437	0,1850	0,0520	BFGS 3	SOS	Identity	Exponential
5	MLP 165-14-1	0,3318	0,1876	0,0518	BFGS 2	SOS	Tanh	Logistic

Наилучшим способом обучения был алгоритм BFGS (алгоритм назван по именам авторов: Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno), позволивший получить наиболее точные прогнозы итогового показателя физической недееспособности после лечения.

Для выбора наиболее значимых входных признаков нами использовался гене-

тический алгоритм отбора входных переменных, используемый при обучении MLP-сетей. В результате проведенной работы были отобраны 53 входных признака для обучения и работы будущей нейронной сети, 37 из которых представлены в табл. 4. Данная таблица отражает чувствительность использованных переменных.

Таблица 4

Чувствительность входных переменных нейронной сети

№ п/п	Входные переменные	Чувствительность
1	2	3
1	Атеросклероз сосудов головного мозга	1,024881
2	Варикозная болезнь нижних конечностей	1,021507
3	Желчно-каменная болезнь	1,021238
4	Возраст пациента на момент операции	1,012843
5	Метод пластики	1,012325
6	Ишемическая болезнь сердца	1,011552
7	Ревматизм (в анамнезе)	1,010131
8	Ожирение	1,008481
9	Размер грыжевых ворот (W1) [5]	1,008404
10	Бронхиальная астма	1,004682
11	Заболевания почек	1,004682
12	Хроническая обструктивная болезнь легких	1,004323
13	Количество рецидивов грыжи (4)	1,004209
14	Последствия острого нарушения мозгового кровообращения	1,004129
15	Кисты, новообразования	1,002941
16	Место жительства (город, область)	1,002819
17	Сопутствующие терапевтические заболевания	1,002461

1	2	3
18	Новообразования кожи	1,002449
19	Тромбофлебит глубоких вен	1,002313
20	Пол	1,002272
21	Цирроз печени	1,002131
22	Множественная грыжа	1,001953
23	Боковая грыжа	1,001711
24	Гипертоническая болезнь	1,001369
25	Киста передней брюшной стенки, лигатурные свищи	1,000973
26	Хроническое воспаление червеобразного отростка	1,000904
27	Паховая грыжа	1,000798
28	Спаечная болезнь брюшной полости	1,000315
29	Хронические заболевания поджелудочной железы	1,000055
30	НЦД по гипертоническому типу	0,9998
31	Фибромиома матки	0,999086
32	Сахарный диабет	0,998876
33	Абсцесс, перитонит	0,99873
34	Сопутствующие хирургические заболевания	0,998706
35	Кисты яичника	0,998623
36	Гипохромная анемия	0,998528
37	Свищи ЖКТ	0,998501

Проведение анализа чувствительности сети к входным переменным позволяет сделать вывод об относительной важности входных переменных для конкретной нейронной сети и при необходимости удалить входы с низкими показателями чувствительности. Анализ чувствительности можно использовать с чисто информационными целями или чтобы произвести удаление входов. Анализ чувствительности вносит некоторую ясность в вопрос о полезности тех или иных переменных. Он позволяет выделить ключевые переменные, без которых анализ невозможен, и идентифицировать те, которые можно без ущерба исключить из рассмотрения.

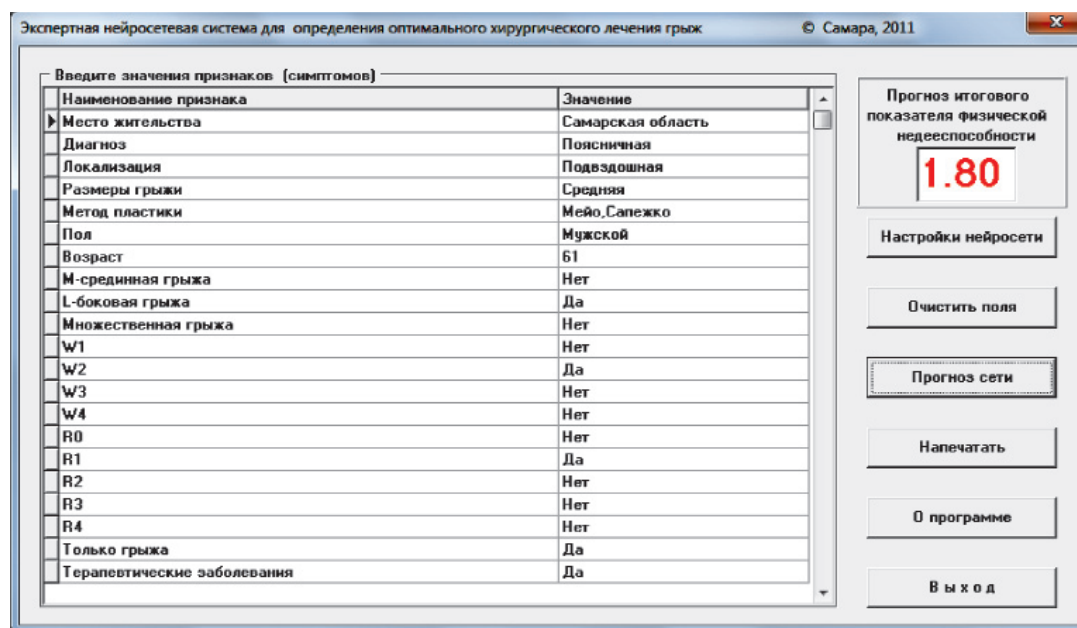
В нашем случае наиболее важными показателями, влияющими на итоговый показатель физической недееспособности после лечения, являются возраст пациента, метод пластики, характеристики грыжи (W1–W4, R0–R4) [5] и присутствие сопутствующих заболеваний (атеросклероз сосудов головного мозга, ИБС, желчно-каменная болезнь, бронхиальная астма и др.). Проверка полученной нейронной сети показала качество прогноза в виде значения средней относительной ошибки прогноза в 19,25%. Данный результат оценивается как хорошая точность прогноза (Гамбаров Г.М., 1990).

Определенный при помощи нейронной сети для полученных значений и реальных показателей физической недееспособности

критерий Стьюдента составил $t = 1,1747$ ($p = 0,2434$). Таким образом, $p > 0,05$ и мы можем сделать вывод о недостоверности различий между полученными и предсказанными сетью значениями. Все вышесказанное подтверждает достаточное качество полученной нейронной сети и возможность ее практического применения в виде экспертной прогнозирующей компьютерной программы для врачей-хирургов.

Подготовленная лучшая нейронная сеть (MLP 165-14-1) в дальнейшем была дополнена сгенерированным модулем на языке программирования C++ (такую возможность предоставляет использованный пакет программ STATISTICA версии 7.0 или выше), который был включен в готовую компьютерную программу для применения в медицинской практике. Таким образом, мы смогли внедрить полностью обученную нейронную сеть в практическое программное приложение (рисунок). Внешний вид полученной программной оболочки представлен на рисунке, данная программа удобна и проста в использовании [2].

Подготовленная нейронная сеть может практически использоваться для оценки интегрального показателя физической недееспособности после лечения при моделировании разных методов пластики. Это позволяет выбрать для конкретного пациента наиболее оптимальную хирургическую тактику.



Основное окно разработанной нейросетевой экспертной системы

Выводы

1. В данном исследовании проведена статистическая обработка данных 980 обследованных пациентов с ПВГ. Все пациенты разбиты нами на контрольную ($n = 492$) и основную ($n = 488$) группы.

2. В ходе исследований нами была подготовлена нейронная сеть для практического прогнозирования итогового показателя физической недееспособности после лечения при моделировании разных методов пластики.

3. Проверка полученной нейронной сети показала качество прогноза в виде значения средней относительной ошибки прогноза в 19,25%. Данный результат оценивается как хорошая точность прогноза (Гамбаров Г.М., 1990). Использование обученной нейронной сети позволяет выбрать для конкретного пациента оптимальную хирургическую тактику при ПВГ.

4. Наиболее важными показателями, влияющими на итоговый показатель физической недееспособности после лечения, по нашим данным, являются: возраст пациента, метод пластики, характеристики грыжи (W1–W4, R0–R4) [5] и присутствие сопутствующих заболеваний

5. Для лучшей созданной нейронной сети был сгенерирован модуль на языке программирования C++, включенный в готовую компьютерную программу для применения в медицинской практике. Таким

образом, мы смогли внедрить полностью обученную нейронную сеть в практическое программное приложение.

Список литературы

- Новик, А.А., Ионова Т.И. Руководство по исследованию качества жизни в медицине. – СПб.: Издат. Дом «Нева»; М.: «ОЛМА-ПРЕСС Звездный мир», 2002. – 320 с.
- Лысов Н.А., Минаев Ю.Л., Супильников А.А. Экспертная нейросетевая система для оптимального хирургического лечения грыж // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2011614266, 30.05.2011.
- Surgical treatment of postop abdominal wall hernia / V.I. Belokonev, Z.V. Kovaleva, S.I. Pushkin, S.V. Nagapetian, A.A. Supil'nikov. – Klin Khir. – 2002, Jan;(1). – P. 10–13.
- Variants of surgical treatment of lateral postoperative abdominal hernia by a combined method / V.I. Belokonev, Z.V. Kovaleva, S.I. Pushkin, A.A. Supil'nikov. – Khirurgiia (Mosk), 2002. – №(6). – P. 38–40.
- Chevrel J.P., Rath A.M. Classification of incisional hernias of the abdominal wall. – Hernia, 2000. – №4. – P. 7–11.
- Ladurner R., Chiapponi C., Linhuber Q., Mussack T. Long term outcome and quality of life after open incisional hernia repair – light versus heavy weight meshes – BMC Surg. – 2011 Sep 14. – №11(1). – P. 25.

Рецензенты:

Тотчиев Г.Ф., д.м.н., профессор кафедры акушерства и гинекологии с курсом перинатологии РУДН, г. Москва;

Блащенко С.А., д.м.н., руководитель отдела непрерывного развития Министерства здравоохранения и социального развития Самарской области, г. Самара.

Работа поступила в редакцию 21.09.2011.