

УДК 531/534: [57+61]

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВРАЧА–ТРАВМАТОЛОГА

А.В. Бушманов, Ю.С. Пчелинова

Кафедра информационных и управляющих устройств Амурского государственного университета, Россия, 675027, Благовещенск, Игнатъевское шоссе, 21, e-mail: pchelik84@mail.ru

Аннотация. В статье представлен способ разработки программного модуля системы поддержки принятия решения для врача–травматолога, который основывается на использовании функций предпочтения и вероятностно-статистических методов. Разработанный программный модуль объективно отражает процесс принятия решения, позволяет оценивать возможность использования наиболее эффективного способа лечения переломов.

Ключевые слова: математическое моделирование, травматология, вероятность положительного исхода, система поддержки принятия решения, функция принадлежности, функция желательности, экспертная система.

ВВЕДЕНИЕ

Значительная часть программного обеспечения, ориентированного на поддержку принятия решений врачами–специалистами, базируется на методологии экспертных систем.

В медицинской практике для решения диагностических задач используются эвристические правила [2, 5]. В качестве решающих правил применяют правила четкого или нечеткого логического вывода, получаемые на основе литературных данных, отражающих многолетнюю врачебную практику. Принятие врачебного решения заключается в принятии решения о способе лечения – на основании знаний о травме [2, 5].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В современной травматологии насчитывается несколько десятков видов переломов костей и способов их лечения. Согласно классификации Мюллера, виды переломов делятся на три больших класса: стабильные, относительно стабильные и нестабильные [4]. В зависимости от характера и сложности травмы, могут применяться различные способы ее лечения. Существуют следующие способы лечения переломов: консервативный, аппаратный, интрамедуллярный и погружной остеосинтез [3].

Принятие врачебного решения традиционно ассоциируют с процессами поиска и связанным с ними перебором вариантов. Процесс принятия решения можно представить следующим образом:

- описание состояния больного;
- поиск известных признаков травмы;
- проверка наличия сочетаний таких признаков у больного;

- выбор методов лечения;
- анализ ограничений;
- прогноз вариантов результата лечения.

Врач–травматолог несет ответственность за принятое решение о способе лечения перелома кости. Поэтому чрезвычайно важно принять правильное решение, так как от этого будет зависеть дальнейшая жизнь пациента.

Целью работы является разработка программного модуля системы поддержки принятия решения на основе функций предпочтения с использованием вероятностного подхода.

ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Для разработки программного модуля системы поддержки принятия решения используются вероятностно-статистические методы. Для использования вероятностно-статистических методов нужны такие параметры, которые могут быть оценены количественно. К одному из таких параметров можно отнести результат лечения. Оценка результата лечения должна нести информацию о качестве произведенного лечения перелома кости. Количественно охарактеризовать качественные понятия и отношения помогает нечеткая логика, а именно функция принадлежности. Точные значения переменных преобразуются в значения лингвистических переменных посредством применения положений теории нечетких множеств. В качестве одной из таких функций принадлежности может применяться функция желательности Харрингтона [1].

Общий вид функции желательности Харрингтона задаётся уравнением

$$\mu_D(x) = \exp[-\exp(-x)]. \quad (1)$$

Значение функции $\mu_D(x)$ находится в интервале $[0, 1]$, оно ставит в соответствие каждому значению $x \in X$ число, характеризующее степень желательности решения по отношению к подмножеству D эффективных и допустимых решений. Подмножество D определяет набор фиксирующих устройств, которые подходят для лечения конкретного перелома кости.

Стандартные отметки на шкале желательности приведены в табл. 1. Значение $\mu_D(x) = 0,37$ обычно соответствует границе допустимых значений [1].

Чтобы получить подмножество D , необходимо рассчитать вероятность положительного исхода операции. Положительным считается такой исход операции, когда значение параметра «результат лечения» попадает в интервал $[0,38-1,00]$, то есть может быть «удовлетворительным», «хорошим» и «очень хорошим». Врач–травматолог с помощью лингвистических переменных («удовлетворительно», «хорошо» и «очень хорошо») оценивает значение параметра «результат лечения», т.е.

Таблица 1

Стандартные отметки шкалы желательности

Результат лечения	Отметки на шкале желательности $\mu_D(x)$
Очень хорошо	1,00 – 0,81
Хорошо	0,80 – 0,64
Удовлетворительно	0,63 – 0,38
Плохо	0,37 – 0,21
Очень плохо	0,20 – 0,00

общее состояние пациента, количество и степень осложнений, которыми сопровождался процесс лечения. Если лечение протекало без осложнений, функциональность места травмы и соседних суставов полностью восстановлена и общее состояние пациента хорошее, то можно оценить, что «результат лечения» «очень хороший».

Если процесс восстановления несущей способности проходил более длительное время, но какие-либо осложнения не наблюдались, то параметр «результат лечения» может быть оценен как «хорошо».

В том случае, если в процессе лечения возникли серьезные проблемы (нагноение мягких тканей, кровотечения, сращение костных отломков происходило дольше установленного времени), но в конечном итоге лечение прошло успешно и функциональность места травмы и соседних суставов полностью восстановлена, то можно оценить «результат лечения» как «удовлетворительный».

Наблюдая за процессом лечения в течение некоторого времени, врач–травматолог n раз фиксирует внимание на том, имеет ли место факт A (осложнения) или нет. Если в k экспериментах имел место факт A , тогда врач–травматолог регистрирует частоту $p = k/n$ появлений факта A и оценивает ее с помощью слов «удовлетворительно», «хорошо» и т.п.

Оценивая частоту p , врач–травматолог опирается на свой опыт, который отражает частоту появления факта A в событиях прошлого, представляющихся ему аналогичными оцениваемому событию. К нему поступает информация, основанная на наблюдениях факта A другими специалистами в области травматологии, т.е. информация, отражающая общественный опыт.

Вероятность положительного исхода операции с использованием фиксирующих устройств вычисляется по следующим формулам:

$$p(y) = \frac{n}{m}, \quad (2)$$

где m – общее число операций; n – число положительных исходов операций.

Наиболее подходящим для лечения перелома считается фиксирующее устройство, у которого вероятность положительного исхода больше.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве примера работы программного модуля системы поддержки принятия решения рассмотрим закрытый перелом средней трети большеберцовой кости. По данным врачей–травматологов городской клинической больницы № 1 г. Благовещенска лечение этого перелома может производиться как консервативными, так и оперативными методами, а именно с помощью:

- аппарата Илизарова,
- скелетного вытяжения,
- интрамедуллярного остеосинтеза,
- накостного остеосинтеза,

обозначенными y_1, y_2, y_3, y_4 , соответственно.

При выборе способа лечения должны быть учтены следующие условия:

- характер перелома и смещение фрагментов,
- размер и количество костных фрагментов,
- состояние мягких тканей,
- сопутствующая соматическая патология,
- общее состояние больного.

На базе областной клинической больницы г. Благовещенска проводились эксперименты по выявлению наиболее подходящего способа лечения рассматриваемого перелома, основываясь на результатах лечения. Для выявления наиболее подходящего способа лечения проводилось по 100 экспериментов для каждого из способов.

Модуль принятия решения формирует статистическую таблицу результатов лечения, значения которых находятся в интервале $[0,38-1,00]$. По формуле (2) модуль вычисляет вероятность положительных исходов операции по каждому из способов лечения y_1, y_2, y_3 и y_4 .

Итогом работы модуля принятия решения будет являться наиболее подходящий способ лечения. Выделим параметры, относительно которых будет производиться расчет, то есть критерии:

- x_1 – смещение фрагментов;
- x_2 – размер и количество костных фрагментов;
- x_3 – состояние мягких тканей.

В зависимости от характера перелома один из этих критериев может являться основополагающим при выборе способа лечения. В каждом конкретном случае основополагающий критерий выбирает врач-травматолог. Общий алгоритм выбора эффективной методики принятия решения представлен блок-схемой на рис. 1.

Статистика экспериментальных данных представлена в таблице 2.

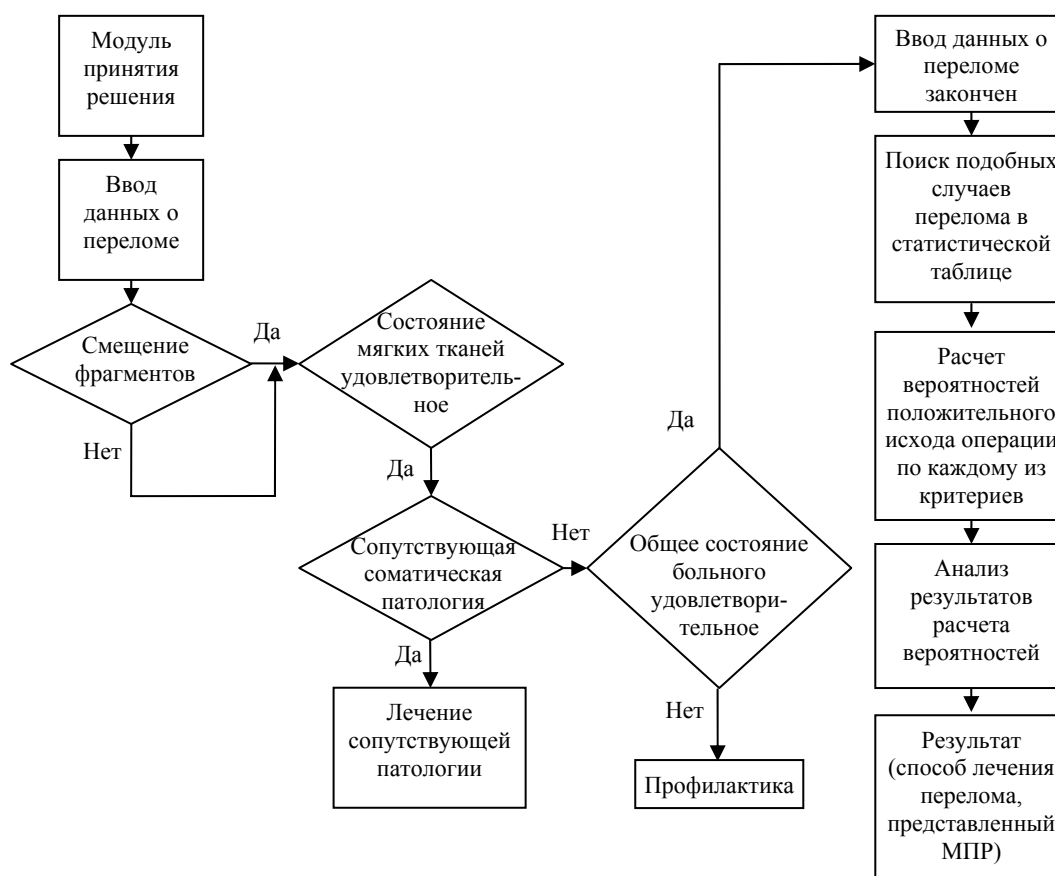


Рис. 1. Блок-схема работы модуля принятия решений (МПП)

Таблица 2

Статистика экспериментальных данных

$x_i \setminus y_j$	y_1	y_2	y_3	y_4
x_1	90	60	80	73
x_2	94	63	10	40
x_3	80	70	5	5

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

На основании данных из табл. 2 модуль производит выборку наиболее подходящего способа лечения.

Для принятия решения о том, какой способ лечения перелома является наиболее подходящим, модулем принятия решения были произведены следующие расчеты:

1) Расчет вероятностей положительного исхода операции по каждому из критериев x_1, x_2, x_3 для устройства y_1 дал следующие результаты:

$$p(y_1)_{x_1} = \frac{n}{m},$$

$$p(y_1)_{x_1} = 0,90,$$

$$p(y_1)_{x_2} = 0,94,$$

$$p(y_1)_{x_3} = 0,80.$$

2) Расчет вероятностей положительного исхода операции по каждому из критериев x_1, x_2, x_3 для устройства y_2 дал следующие результаты:

$$p(y_2)_{x_1} = 0,60,$$

$$p(y_2)_{x_2} = 0,63,$$

$$p(y_2)_{x_3} = 0,70.$$

Аналогичным образом производится расчет вероятностей положительного исхода операции по каждому из критериев x_1, x_2, x_3 для устройств y_3 и y_4 .

Полученные вероятности положительного исхода операции представлены в сводной таблице (табл. 3).

Затем программный модуль сравнивает попарно значения вероятностей положительного исхода операции по каждому из критериев. Из табл. 3 видно, что имеют место неравенства $P(y_1) > P(y_2) > P(y_3) > P(y_4)$ по всем критериям. Из этого следует, что наиболее подходящим фиксирующим устройством для данного перелома является y_1 (аппарат Илизарова).

Таблица 3

Вероятности положительного исхода операции

$x_i \setminus y_j$	$P(y_1)$	$P(y_2)$	$P(y_3)$	$P(y_4)$
x_1	0,68	0,56	0,80	0,73
x_2	0,76	0,63	0,10	0,40
x_3	0,48	0,45	0,05	0,05

Выводы

Анализ экспериментальных данных показал, что для лечения закрытого перелома средней трети большеберцовой кости лучший результат лечения показывает использование аппарата Илизарова.

На основании результатов расчета, приведенного в табл. 3, модуль принятия решения предложит эксперту использовать y_1 (аппарат Илизарова) при лечении указанного выше перелома.

Разработка программного модуля системы поддержки принятия решения для врача–травматолога на основе функций предпочтения с использованием вероятностного подхода объективно отражает процесс принятия решения, так как функция предпочтения (желательности) может отражать как мнение группы экспертов, так и мнение одного эксперта. Кроме того, для подтверждения выбранной гипотезы используются статистическая таблица. В совокупности эти методы позволяют объективно оценивать возможность использования наиболее эффективного способа лечения перелома.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адлер, Ю.П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
2. *Корневский, Н.А.* Полифункциональная система интеллектуальной поддержки принятия решения по рационализации лечебно – диагностических процессов / Н.А. Корневский // Вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, № 2. – С. 43–46.
3. *Краснов, А.Ф.* Травматология. Справочник / А.Ф. Краснов, В.М. Аршин, В.В. Аршин. – М.: Феникс, 1998. – 608 с.
4. *Мюллер, М.Е.* Руководство по внутреннему остеосинтезу / М.Е. Мюллер, М. Альговер, Р. Шнейдер, Х. Виллнеггер. – М.: Ad Marginem, 1996. – 750 с.
5. *Устинов, А.Г.* Автоматизированные медико-технологические системы в 3-х частях: Монография / А.Г. Устинов, В.А. Ситарчук, Н.А. Корневский; под ред. А.Г. Устинова. – Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 1995. – 390 с.

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE DECISION SUPPORT SYSTEM IN TRAUMATOLOGY

A.V. Bushmanov, Y.S. Pchelinova (Blagoveschensk, Russia)

In the article, the way of development of the program module of decision support system for the traumatologist is presented which is based on use of functions of preference and probabilistic-statistical methods. The developed program module objectively reflects decision making process, and allows estimating an opportunity of use of the most effective way of treatment of fracture.

Key words: mathematical modelling, traumatology, probability of positive outcome, decision support system, function of belonging, function of desirability, expert system.

Получено 24 февраля 2009