

СПЕЦИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ КРОВОПОТЕРИ ПРИ СОЧЕТАННЫХ ТРАВМАХ ТАЗА

А. В. Харламов

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: harlamovav@info.sgu.ru

В статье представлена спецификация прогностической модели кровопотери при лечении пациентов с сочетанными травмами таза и дан анализ ее прогностической эффективности.

SPECIFICATION OF THE MODEL OF BLOOD LOSS IN COMBINED PELVIC INJURIES

A. Kharlamov

The article presents the specification of a prognostic model of blood loss in the treatment of patients with concomitant pelvic injuries and analyzes its prognostic effectiveness.

Математическое моделирование является эффективным инструментом анализа эмпирических данных в доказательной медицине. Специфицированные модели позволяют не только выявлять взаимосвязанные факторы и определять степень их влияния на результаты лечения, но также прогнозировать и оценивать результаты лечения.

Представленные результаты являются составной частью исследования лечения пострадавших с сочетанными травмами таза. Отдельные результаты этого исследования уже были представлены в научной литературе. Например, в [1] дается обоснование алгоритма прогнозирования качества оперативного лечения в реконструктивной хирургии позвоночно-тазового комплекса. В [2] представлена прогностическая модель летальных исходов лечения и рассмотрена связь прогнозирования с задачами страховой медицины. В [3] исследуются риски применения прогностических моделей. В [4] не только представлены специфицированные модели летальности, но также описаны разработанные «калькуляторы» по расчету прогнозов летального исхода.

Статистический анализ показателей пациентов (данные СПб НИИ Скорой помощи им. И.И. Джанелидзе), помимо прогностических моделей результатов лечения [2-4], позволил построить модели прогнозирования некоторых осложнений, а именно величину кровопотери.

Величина кровопотери представлена в порядковой шкале и на начальном этапе исследования имела четыре уровня.

Ранг показателя «величина кровопотери»

Показатель	Ранг
Острая кровопотеря легкой степени тяжести	0
Острая кровопотеря средней степени тяжести	1
Острая кровопотеря тяжелой степени тяжести	2
Острая кровопотеря крайне тяжелой степени тяжести	3

На начальном этапе спецификации были исследованы множественные линейные регрессионные модели, наиболее адекватная из которых (по значению коэффициента детерминации) имела вид:

$$y=0,225+0,044x_1+0,760x_2+0,104x_3, R^2=0,580.$$

Зависимая переменная y – величина кровопотери; x_1 - механизм повреждения тазового кольца – номинальный показатель типов травм (тип А - стабильное повреждение таза; типы АР I-II-III - передне-задняя компрессия; типы LCI, LCII (А; В), LCIII - боковая компрессия; тип VS - вертикальный сдвиг, тип СМI - комбинированная нестабильность; ВВ – сложный перелом вертлужной впадины), ранжирование показателя дано в табл. 2; x_2 – число источников кровопотери (принимает значения 1, 2 или 3), x_3 – объем гемотрансфузии (количественный показатель, мл).

Все коэффициенты модели значимы на уровне менее 0,01.

Ранжирование показателя «механизм повреждения тазового кольца»

Номинальное значение показателя	Ранг
A(1 2 3)	0
API	1
LCI	2
LCII (A,B)	3
APII, BB	4
LCIII	5
APIII	6
VS	7
CM	8

Консультации со специалистами НИИ Скорой помощи им. И. И. Джанелидзе относительно результатов моделирования привел к снижению уровней показателей величины кровопотери – тяжелая и крайне тяжелая степени были объединены в одну. Включение показателя объема гемотрансфузии как «фактора-причины» в модель вызывало сомнения. В результате дальнейшего исследования была специфицирована прогностическая модель - «упорядоченный логит». Оцененная линейная комбинация вероятностной модели прогноза имеет вид:

$$y^* = 0,667x_1 + 2,932x_2 + 0,0017x_3,$$

x_1 – морфология повреждения (номинальный показатель классификации трав-

мы, принимающий значения А, В/вертлуга, С), ранжирование показателя дано в табл. 3; x_2 – число источников кровопотери; x_3 – объем гематомы, мл.

Таблица 3

**Ранжирование показателя
«морфология повреждения»**

Показатель	А	В/вертлуга	С
Ранг	0	1	2

Оценка пороговых значений скрытой переменной y^* представлена в табл. 4.

Таблица 4

Пороговые значения зависимой переменной y^*

Интервал	$\hat{y}1^* \leq 1,672$	$1,672 < \hat{y}1^* \leq 4,063$	$4,063 < \hat{y}1^*$
Кровопотеря	0	1	2

Соотношение верных и ложных предсказаний представлено в табл. 5.

Таблица 5

Эффективность предсказаний

		Предсказанные значения уровня кровопотери			Доля верных предсказаний
		0	1	2	
Эмпирические значения уровня кровопотери	0	71	5	8	85%
	1	28	16	46	18%
	2	2	19	115	85%

Построенная модель достаточно хорошо предсказывает крайние случаи в градации кровопотери и в значительной степени «ошибается» для среднего значения показателя, причем ошибка в сторону завышения почти в два раза выше ошибки в сторону уменьшения. Возможно, что для прогнозирования величины кровопотери лучше использовать исходный количественный показатель и строить множественную регрессию, чем осуществлять перевод количественного показателя в номинальный с дальнейшим ранжированным. Или стоит пересмотреть границы градации при построении номинального показателя.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Kossovich L. Yu., Kharlamov A. V., Lysunkina Yu. V., Shulga A. E.* Mathematical modeling and prediction of the effectiveness of surgical treatment in surgery of the pelvic complex // Vestn. Samar. Gos. Tekhn. Univ., Ser. Fiz.-Mat. Nauki. 2019. Vol. 23. №. 4. Pp. 744-755.
2. *Харламов А. В.* Модели прогнозирования в страховании // Трансформация страховой индустрии для устойчивого развития в новых условиях: сборник трудов XXII Междунар. науч.-практ. конф. 2021. С. 231-237.
3. *Харламов А. В.* Анализ рисков применения прогностических моделей // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. 2021. № 6. С. 164-168.
4. *Дмитриев П. О., Харламов А. В., Кажанов И. В., Кириллова И. В., Коссович Л. Ю.,*

Фалькович А. С., Микитюк С. И., Петров А. В. Спецификация прогностических моделей и программная реализация калькулятора для прогноза летального исхода при сочетанной травме таза // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Математика. Механика. Информатика. 2022. Т. 22. Вып. 3. С. 376-392.