

УДК: 616–001–036.8–037+519.25

## ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДА У ПОСТРАДАВШИХ ПРИ ТЯЖЕЛОЙ ТРАВМЕ

В. В. Бойко, П. Н. Замятин, Н. А. Дубровина, Д. П. Замятин  
Институт общей и неотложной хирургии им. В. Т. Зайцева НАМН Украины, г. Харьков,  
Харьковский национальный медицинский университет,  
Харьковский торгово–экономический институт КНТЭУ

## APPLICATION OF STATISTICAL MODELS FOR PROGNOSTICATION OF OUTCOMES IN THE INJURED PERSONS, SUFFERING SEVERE TRAUMA

V. V. Boyko, P. N. Zamyatin, N. A. Dubrovina, D. P. Zamyatin

**В** современном мире высокий уровень травматизма, обусловленный техногенными риском, дорожно–транспортными происшествиями (ДТП), природными катастрофами, терроризмом и другими факторами, является одной из актуальных проблем общества и системы здравоохранения.

Для своевременной оценки тяжести состояния пострадавших и оказания специализированной медицинской помощи существуют различные подходы [1 – 5]. Некоторые из них основаны на разработке шкал и логистических моделей, позволяющих оценивать тяжесть повреждений и вероятность исхода с использованием экспертных либо статистических методов.

Наиболее известными подходами являются: шкала тяжести повреждений AIS–90 (Abbreviated Injury Scale), ISS (Injury Severity Score), RTS (Revised Trauma Score), APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation), SAPS II (Simplified Acute Physiology Score), TRISS (Trauma and Injury Severity Score), ASCOT (A Severity Characterization of Trauma), LODS (Logistic Organ Dysfunction Score), 24–hour ICU Trauma Score, TRIOS 4 (Three days Recalibrated ICU Outcomes Score), Mortality Probability Model и др. [3, 5 – 9].

Большинство указанных прогностических моделей разработаны учеными западных стран, некоторые модели и шкалы – в 70 – 80–е

годы прошлого столетия [6, 7, 9]. Приведенные прогностические модели нельзя считать полностью универсальными, поскольку оценка параметров и характеристика моделей, построенных на основе статистических методов, существенно зависят от спецификации моделей, особенностей выборочных данных, характеризующих состояние пострадавших, уровня системы национального здравоохранения и неотложной медицинской помощи. Учитывая эти факторы, целесообразно разрабатывать подобные модели на основе современных отечественных баз данных, которые позволяют учесть специфику уровня национального здравоохранения и неотложной медицинской помощи, особенности состояния пострадавших,

наиболее часто возникающие травмы, осложнения, сопутствующие заболевания и пр.

Примерами таких разработок являются классификации тяжести травматического шока, предложенные И. А. Ерюхиным, С. А. Шляпниковым [10], логистические модели Х. Эйда и соавторов (Н. О. Eid, 2008) для прогнозирования летальности пострадавших в ДТП по данным госпиталя Al Ain в Объединенных Арабских Эмиратах [11].

Современный уровень развития программного обеспечения, пакетов статистических программ, экспертных систем позволяет достаточно быстро разработать прогностические модели по данным любой крупной больницы или специализированного центра в Украине.

### Реферат

Проанализированы исследования по разработке и применению различных статистических моделей для прогнозирования исхода травмы на основе данных о состоянии пострадавших. Представлена выборочная информация о 373 пострадавших, которых лечили в отделении травматического шока. Установлено, что разработанные статистические модели целесообразно использовать наряду с другими качественными и количественными методиками прогностического определения исхода у пострадавших при тяжелой травме.

**Ключевые слова:** тяжелая травма; прогнозирование исхода; статистические модели.

### Abstract

Basing on data, concerning the injured persons state, the investigations results for elaboration and application of statistic models, prognosticating the trauma outcome, were analyzed. Selected information about 373 injured persons, who were treated in Traumatic Shock Department, is presented. There was established, that the statistical models elaborated is expedient to use together with other qualitative and quantitative methods of prognostic determination of outcome in severely injured persons.

**Key words:** severe trauma; prognosis of outcome; statistical models.

Таблица 1. Распределение видов травмы в зависимости от ее механизма

| Механизм травмы |      | ПТ    | ТЖ    | ТГ    | ЧМТ   | ТТ    | СТ    | ТП    |
|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| К-р,            | абс. | 79    | 172   | 171   | 3     | –     | –     | –     |
|                 | %    | 30,27 | 65,90 | 65,52 | 1,15  | –     | –     | –     |
| Огн,            | абс. | 16    | 18    | 21    | 2     | 1     | 1     | –     |
|                 | %    | 59,26 | 66,67 | 77,78 | 7,41  | 3,70  | 3,70  | –     |
| ДТП (в),        | абс. | 11    | 8     | 12    | 5     | 2     | 4     | 1     |
|                 | %    | 84,62 | 61,54 | 92,31 | 38,46 | 15,38 | 30,77 | 7,69  |
| ДТП (п),        | абс. | 18    | 10    | 16    | 9     | 6     | 8     | 1     |
|                 | %    | 100   | 55,56 | 88,89 | 50,00 | 33,33 | 44,44 | 5,56  |
| ЖЗД,            | абс. | 7     | 5     | 4     | 1     | 4     | 3     | 1     |
|                 | %    | 87,50 | 62,50 | 50,00 | 12,50 | 50,00 | 37,50 | 12,50 |
| Кат,            | абс. | 7     | 7     | 11    | 3     | 4     | 2     | 2     |
|                 | %    | 46,67 | 46,67 | 73,33 | 20,00 | 26,67 | 13,33 | 13,33 |
| Уд,             | абс. | 2     | 9     | 4     | 1     | 1     | 1     | –     |
|                 | %    | 18,18 | 81,82 | 36,36 | 9,09  | 9,09  | 9,09  | –     |
| УдМ,            | абс. | 6     | 7     | 8     | 1     | 1     | 2     | 1     |
|                 | %    | 54,55 | 63,64 | 72,73 | 9,09  | 9,09  | 18,18 | 9,09  |
| Зв,             | абс. | 3     | 2     | 3     | 1     | –     | 1     | –     |
|                 | %    | 100   | 66,67 | 100   | 33,33 | –     | 33,33 | –     |
| Неизв,          | абс. | 2     | 3     | 1     | –     | 1     | 1     | –     |
|                 | %    | 66,67 | 100   | 33,33 | –     | 33,33 | 33,33 | –     |

Таблица 2. Распределение исхода в зависимости от вида травмы

| Исход  |      | ПТ    | ТЖ    | ТГ    | ЧМТ   | ТТ    | СТ    | ТП    |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ж,     | абс. | 103   | 168   | 177   | 19    | 14    | 15    | 3     |
|        | %    | 66,88 | 69,14 | 69,69 | 67,86 | 70,00 | 65,22 | 50,00 |
| У,     | абс. | 51    | 75    | 77    | 9     | 6     | 8     | 3     |
|        | %    | 33,12 | 30,86 | 30,31 | 32,14 | 30,00 | 34,78 | 50,00 |
| Всего, | абс. | 154   | 243   | 254   | 28    | 20    | 23    | 6     |
|        | %    | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |

Примечание. Ж – позитивный исход; У – летальный.

В то же время, в Украине недостаточно широко используется мощный потенциал современных статистических методов в медицинских и клинических исследованиях, в отличие от ведущих западных центров, где созданы аналитические группы, профессионально занимающиеся сбором и обработкой данных, построением прогностических моделей и экспертных систем [12 – 16].

В связи с этим проблема разработки отечественных прогностических моделей для оценки тяжести травмы, вероятности исхода, показателей состояния пострадавших при различных техногенных авариях, несчастных случаях, ДТП и др., является актуальной [17 – 19].

Целью исследования явилось изучение возможностей разработки и применения различных статистических моделей для прогнозирования исхода различных травм на ос-

нове данных о состоянии пострадавших, которых доставляли в отделение травматического шока Института общей и неотложной хирургии имени В. Т. Зайцева в период с 1985 по 2000 г. по поводу тяжелой сочетанной травмы.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве исходных данных использована выборочная информация о 373 пострадавших, у 263 (70,51%) из них отмечен позитивный исход, 110 (29,49%) – умерли.

В имеющейся базе данных представлена информация о пострадавших: открытая травма возникла у 285 (76,41%), закрытая – у 80 (21,45%), комбинированная – у 8 (2,14%). Возраст пострадавших от 7 до 84 лет, в среднем ( $34 \pm 1,17$ ) года.

Механизм травмы был таким: К–р (колото–резаные ранения) – у 261 (69,97%) пострадавшего, Огн

(огнестрельные) – у 27 (7,24%), ДТП (в) (ДТП – водитель) – у 13 (3,49%), ДТП (п) (ДТП – пешеход) – у 18 (4,83%), ЖЗД (железно–дорожная травма) – у 8 (2,14%), Кат (кататравма) – у 15 (4,02%), Уд (удары, ушибы) – у 11 (2,95%), УдМ (удар механизмами) – у 11 (2,95%), Зв (раны вследствие укуса животных) – у 3 (0,8%), Неизв (механизм травмы неизвестен) – у 3 (0,8%).

В качестве методов исследования использовали статистические методы обработки данных клинических наблюдений, результатов операций и реанимационных мероприятий, методы построения статистических моделей (дискриминантный анализ, метод построения логистических –логит моделей) для прогнозирования исхода тяжелой политравмы [9, 12 – 14].

Результаты статистической обработки данных и построения статистических моделей анализировали с

помощью пакетов Statistica и Eviews [12, 13, 19].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным выборки подробно изучены особенности распределения и характер травмы. Так, у 154 (41,29%) пострадавших диагностирована политравма (ПТ), у 243 (65,15%) — травма живота (ГЖ), у 254 (68,1%) — травма груди (ГТ), у 28 (7,51%) — черепно-мозговая травма (ЧМТ), у 20 (6,17%) — травма органов таза (ТО), у 23 (6,17%) — скелетная травма (СТ), у 6 (1,61%) — травма позвоночника (ТП).

В *табл. 1* приведено распределение видов травмы в зависимости от ее механизма.

По выборочным данным о 373 пострадавших наблюдали следующее распределение травмы внутренних органов: травма легкого (ТЛ) — у 94 (25,2%) пострадавших, травма сердца (ТС) — у 61 (16,35%), паренхиматозных органов (ТПар) — у 138 (37%), печени (ТПеч) — у 86 (23,06%), поджелудочной железы (ТПЖ) — у 31 (8,31%), полых органов (ТПол) — у 98 (26,27%), кишечника (ТКиш) — у 28 (7,51%).

В *табл. 2* представлено распределение исхода в зависимости от вида травмы.

На исход влияют тяжесть состояния пострадавшего и уровень оказания необходимой в данной ситуации медицинской помощи. Для оценки тяжести травмы часто используют шкалу ISS.

На *рисунке* представлено распределение пострадавших в зависимости от степени тяжести травмы исходной базы данных (по шкале ISS).

Согласно распределению, в интервале, в котором значения шкалы ISS не превышали 10, было 36 (9,65%) пострадавших, в интервалах  $10 < ISS \leq 20$  и  $20 < ISS \leq 30$  — соответственно 121 (32,44%) и 123 (32,98%), в интервале  $30 < ISS \leq 40$  — 43 (11,53%), в интервале  $40 < ISS \leq 50$  — 27 (7,24%), в интервале  $50 < ISS \leq 60$  — 3 (0,8%), в интервале  $ISS > 60$  — 20 (5,26%). Величина показателя ISS в выборке из 373 пострадавших составляла в среднем  $25,99 \pm 1,53$ .

Таблица 3. Распределение показателей степени тяжести шока у пострадавших в зависимости от исхода

| Степень тяжести шока | Исход |       |      |       |
|----------------------|-------|-------|------|-------|
|                      | Ж     |       | У    |       |
|                      | абс.  | %     | абс. | %     |
| 0                    | 20    | 7,6   | 1    | 0,91  |
| 1                    | 79    | 30,04 | 6    | 5,45  |
| 2                    | 52    | 19,77 | 8    | 7,27  |
| 3                    | 95    | 36,12 | 38   | 34,55 |
| 4                    | 17    | 6,46  | 57   | 51,82 |

При позитивном исходе средняя величина ISS составляла  $21,29 \pm 1,15$ , при летальном исходе —  $37,26 \pm 3,68$ . Применение критериев Стьюдента и Фишера для определения достоверности различий средних значений ISS у пострадавших при позитивном и летальном исходе показало значительные различия ISS в этих группах ( $t = -10,65$ ,  $p < 0,01$ ,  $F = 4,23$ ,  $p < 0,01$ ).

Тяжесть шока у пострадавших представлена в *табл. 3*.

При позитивном исходе у 57,41% пострадавших степень тяжести шока составляла от 0 до 2, при летальном исходе у 51,82% пострадавших — 4. В то же время, при позитивном исходе у 36,12% пострадавших степень тяжести шока составляла 3, при летальном исходе таких пострадавших было 34,55%. При использовании непараметрических критериев (критерия знаков и критерия Вилкоксона) установлены существенные различия для выборок, характеризующих степень тяжести шока, у пострадавших при позитивном и летальном исходе ( $p < 0,01$ ).

Для оценки вероятности исхода при различных травмах нами разработана прогностическая модель, основанная на логистической зависимости, представленной следующим выражением:

$$y = \frac{e^{C_1 + C_2 \cdot X_1 + C_3 \cdot X_2 + \dots + C_n \cdot X_n}}{1 + e^{C_1 + C_2 \cdot X_1 + C_3 \cdot X_2 + \dots + C_n \cdot X_n}},$$

где  $y$  — оценка вероятности того, что исход будет позитивным;  $C_1, C_2, \dots, C_n$  — неизвестные оценки параметров модели, которые рассчитываются с помощью метода максимального правдоподобия;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  — набор факторов, характеризующих

состояние пострадавшего, данные анамнеза и др. Факторы могут быть количественными величинами или качественными признаками. При оценке качественных признаков используют *dummy* переменные, которые принимают значение 1 — при наличии этого признака (или симптома) у пострадавшего и 0 — при его отсутствии. Используемые в моделях факторные признаки должны быть независимыми либо иметь невысокую степень корреляции. При сильной корреляции факторных признаков возможна смещенная оценка параметров модели и некорректные знаки при такой оценке.

В этой модели величина  $y$  принимает значения от 0 до 1, чем ближе расчетное значение к 1, тем больше вероятность того, что пострадавший выживет.

В *табл. 4* представлена оценка параметров логит модели для прогнозирования исхода у пострадавших при различных травмах.

В качестве факторных признаков использованы *dummy* переменные, характеризующие наличие или отсутствие травмы различного вида. В качестве зависимой переменной

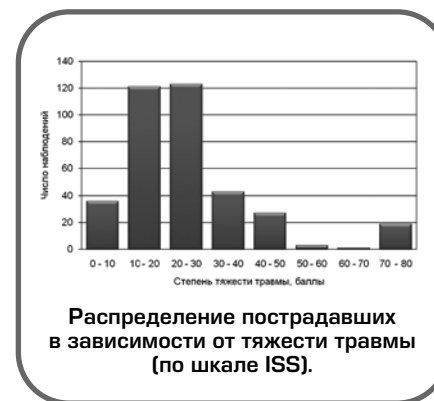


Таблица 4. Оценка параметров логит модели прогнозирования исхода у пострадавших при различных травмах

| Переменная | Смысл переменной (факторного признака) | Оценка параметра | Среднее квадратичное отклонение | Значение z – статистики | Уровень статистической ошибки |
|------------|--|------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Variable   |  | Coefficient      | Std. Error                      | z-Statistic             | Prob.                         |
| C          | Постоянная величина                    | 1,524715         | 0,542393                        | 2,811086                | 0,0049                        |
| D15        | ПТ                                     | -0,340150        | 0,529008                        | -0,642995               | 0,5202                        |
| D16        | ТЖ                                     | 0,194211         | 0,581121                        | 0,334201                | 0,7382                        |
| D17        | ТГ                                     | 0,520494         | 0,559294                        | 0,930627                | 0,3520                        |
| D18        | ЧМТ                                    | 0,710541         | 0,537810                        | 1,321175                | 0,1864                        |
| D19        | ТТ                                     | -0,037213        | 0,622768                        | -0,059754               | 0,9524                        |
| D20        | СТ                                     | 0,057394         | 0,590155                        | 0,097252                | 0,9225                        |
| D21        | ТП                                     | -0,841292        | 0,986316                        | -0,852964               | 0,3937                        |
| D28        | ТЛ                                     | -1,168893        | 0,317405                        | -3,682658               | 0,0002                        |
| D29        | ТС                                     | -1,471274        | 0,340561                        | -4,320146               | 0,0000                        |
| D30        | ТПар                                   | -0,031516        | 0,501797                        | -0,062807               | 0,9499                        |
| D31        | ТПеч                                   | -0,571780        | 0,461612                        | -1,238660               | 0,2155                        |
| D32        | ТПЖ                                    | -1,886609        | 0,514268                        | -3,668535               | 0,0002                        |
| D33        | ТПол                                   | 0,049987         | 0,378534                        | 0,132054                | 0,8949                        |
| D34        | ТКиш                                   | -1,144548        | 0,529621                        | -2,161072               | 0,0307                        |

Таблица 5. Оценки параметров логит модели прогнозирования исхода у пострадавших при ТЖ

| Переменная  | Смысл переменной (факторного признака) | Оценка параметра | Среднее квадратичное отклонение | Значение z – статистики | Уровень статистической ошибки |
|-------------|--|------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Variable    |  | Coefficient      | Std. Error                      | z-Statistic             | Prob.                         |
| C           | Постоянная величина                    | 7,536723         | 0,862621                        | 8,737004                | 0,0000                        |
| AGE         | Возраст                                | -0,057595        | 0,013014                        | -4,425768               | 0,0000                        |
| D16         | ТЖ                                     | 0,476250         | 0,432612                        | 1,100870                | 0,2710                        |
| D30         | ТПар                                   | 0,216656         | 0,616793                        | 0,351261                | 0,7254                        |
| D31         | ТПеч                                   | -0,203177        | 0,549646                        | -0,369651               | 0,7116                        |
| D32         | ТПЖ                                    | -0,986243        | 0,570621                        | -1,728369               | 0,0839                        |
| D34         | ТКиш                                   | -0,832464        | 0,570490                        | -1,459208               | 0,1445                        |
| D37         | Перитонит                              | -1,411723        | 0,553587                        | -2,550135               | 0,0108                        |
| ISS         | Injury Severity Score                  | -0,071683        | 0,015300                        | -4,685142               | 0,0000                        |
| SHOCK_LEVEL | Степень тяжести шока                   | -0,993547        | 0,173797                        | -5,716700               | 0,0000                        |

использовали информацию об исходе у данного пострадавшего при указанном виде травмы. Зависимая переменная принимала значение 1 — при позитивном исходе и 0 — при летальном исходе.

Как свидетельствуют результаты полученных оценок, при большинстве факторных признаков получены корректные знаки, а при переменных D28 (ТЛ), D29 (ТС), D32 (ТПЖ), D34 (ТКиш) оценки параметров являются статистически значимыми при уровне ( $p < 0,05$ ). Для этих факторных признаков получены достаточно большие отрицательные оценки параметров, которые указывают на влияние каждого фактора в

уменьшении вероятности выживания пострадавшего.

Полученная нами логит модель имеет достаточно высокую прогностическую точность при прогнозировании позитивного исхода. Так, на основании данных апостериорного анализа с использованием модели правильно распознаны 92% наблюдений, в которых пострадавшие выжили.

Учитывая, что ТЖ является наиболее распространенной [2, 3, 17 — 20], нами построена прогностическая модель оценки вероятности исхода при ТЖ и повреждении отдельных органов брюшной полости. Результаты оценки параметров для

данной модели представлены в табл. 5.

При большинстве факторных признаков получены корректные по знаку и статистически значимые оценки параметров ( $p < 0,05$ ). Аналитическим образом подтверждено, что шансы выживания существенно снижаются при наличии перитонита, ТПЖ и ТКиш, высокой степени тяжести шока, а также с увеличением возраста и повышением значений по шкале ISS.

Разработанная нами логит модель имеет достаточно высокую прогностическую точность при прогнозе позитивного исхода. Так, на основании апостериорного ана-

Таблица 6. Оценки параметров моделей дискриминантных функций для прогнозирования исхода в зависимости от показателей, характеризующих состояние пострадавшего и проведенных реанимационных мероприятий

| Переменная | Смысл переменной                           | Исход            |                  |
|------------|--|------------------|------------------|
|            |  | Ж<br>p = 0,83871 | У<br>p = 0,16129 |
| DL_IVL     | Длительность ИВЛ                           | 0,779429         | 1,535808         |
| AD_KON_O   | АД в конце операции                        | -0,48866         | -0,8649          |
| T_D_GOSP   | Сроки до госпитализации                    | -3,80992         | -4,13625         |
| V_KR_POT   | Объем кровопотери                          | 0,011747         | 0,003154         |
| V_REINF    | Объем реинфузии                            | 0,009094         | 0,018601         |
| SK_VV_O    | Скорость в/в во время операции             | 0,978383         | 1,304658         |
| AD_PER_O   | АД перед операцией                         | 0,90825          | 1,236515         |
| MAX_AD_O   | Максимальное АД во время операции          | 0,683466         | 0,850671         |
| MIN_AD_O   | Минимальное АД во время операции           | -0,19844         | -0,38035         |
| AD_POST    | АД при госпитализации                      | 0,964129         | 1,119812         |
| T_D_REAN   | Время до начала реанимационных мероприятий | -0,26222         | -0,3428          |
| Constant   | Постоянная величина                        | -109,606         | -129,253         |

Примечание. ИВЛ – искусственная вентиляция легких; АД – артериальное давление.

лиза, при использовании модели правильно были распознаны более 90% наблюдений ТЖ, в которых пострадавшие выжили. Для классификации возможного исхода могут быть использованы линейные дискриминантные модели.

В табл. 6 представлены результаты построения линейных дискриминантных функций для классификации возможного исхода в зависимости от состояния пострадавшего и проведения реанимационных мероприятий.

При позитивном исходе соответствующая дискриминантная функция имеет вид:

$$D(\text{Ж}) = -109,606 + 0,7794 \times \text{DL\_IVL} - 0,4886 \times \text{AD\_KON\_O} - 3,8099 \times \text{T\_D\_GOSP} + 0,0031 \times \text{V\_KR\_POT} + 0,0091 \times \text{V\_REINF} + 0,9783 \times \text{SK\_VV\_O} + 0,9082 \times \text{AD\_PER\_O} + 0,6834 \times \text{MAX\_AD\_O} - 0,1984 \times \text{MIN\_AD\_O} + 0,9641 \times \text{AD\_POST} - 0,2622 \times \text{T\_D\_REAN}.$$

При летальном исходе соответствующая дискриминантная функция имеет вид:

$$D(\text{У}) = -129,253 + 1,5358 \times \text{DL\_IVL} - 0,8649 \times \text{AD\_KON\_O} - 4,1362 \times$$

$$\text{T\_D\_GOSP} + 0,0031 \times \text{V\_KR\_POT} + 0,0186 \times \text{V\_REINF} + 1,3046 \times \text{SK\_VV\_O} + 1,2365 \times \text{AD\_PER\_O} + 0,8506 \times \text{MAX\_AD\_O} - 0,3803 \times \text{MIN\_AD\_O} + 1,1198 \times \text{AD\_POST} - 0,3428 \times \text{T\_D\_REAN}.$$

Для прогнозирования возможного исхода определяли значение каждой дискриминантной функции и затем выбирали наибольшее из них. Возможный, наиболее вероятный, исход отмечен при наибольшем соответствующем значении дискриминантной функции.

Построенная нами дискриминантная модель статистически надежна, о чем свидетельствуют значения F–статистики Фишера (F(11,19) = 5,3764, p < 0,0007) и приемлемое значение лямбды Уилкса, равное 0,243. Представленная модель имеет достаточно высокую прогностическую точность. На основании апостериорного анализа с использованием данных дискриминантных функций получены правильные выводы в 90% наблюдений – при позитивном исходе и в 75% – при летальном.

## ВЫВОДЫ

1. Разработанные прогностические модели целесообразно использовать, наряду с другими качественными и количественными методиками, для определения прогностического исхода у пострадавших при тяжелой травме.

2. Поскольку разные модели имеют разную прогностическую точность и требуют различного информационного обеспечения, необходимо использование достаточно большого числа методик для уточнения прогноза и выбора правильной диагностики и тактики лечения.

3. Учитывая трудоемкость расчетных процедур при использовании тех или иных методик или шкал, в Украине необходимо разрабатывать и внедрять в практику соответствующие автоматизированные экспертные системы, которые позволяют обрабатывать для каждого пострадавшего достаточно большие массивы информации, проводить мониторинг результатов лечения и оценивать его эффективность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности лечения открытых переломов длинных костей у пострадавших с политравмой / Е. И. Бялик, В. А. Соколов, М. Н. Семенова, Н. В. Евдокимова // Вестн. травматологии. — 2003. — № 3. — С. 3 — 9.
2. Forsythe R. M. Blunt splenic trauma / R. M. Forsythe, B. G. Harbrecht, A. B. Peitzman // Scand. J. Surg. — 2006. — N 95. — P. 146 — 151.
3. Kudera J. S. Damage control for blunt hepatic trauma: case presentation and historical review / J. S. Kudera, H. L. Aanning // S. D. J. Med. — 2004. — Vol. 10, N 57. — P. 449 — 453.
4. The role of MRI in traumatic rupture of the diaphragm. Our experience in three cases and review of the literature / F. Barbiera, N. Nicastro, M. Finazzo [et al.] // Radiol. Med. (Torino). — 2003. — Vol. 105, N 3. — P. 188 — 194.
5. Thoracic trauma: an analysis of 521 patients / A. Basoglu, A. O.

- Akdag, B. Celik, S. Demircan // *Ulus Travma Derg.* — 2004. — Vol. 10, N 1. — P. 42 — 46.
6. Bull J. P. The injury severity score of road traffic casualties in relation to mortality, time of death, hospital, treatment and disability / J. P. Bull // *Accident Analysis and Prevention.* — 1975. — N 4. — P. 249 — 255.
  7. Hill I. R. The Air India jumbo jet disaster Kalishna — injury analysis / I. R. Hill // *Uses of forensic sciences*; ed. B. Caddy. — Edinburgh: Scott. Acad. Press, 1987. — P. 120 — 145.
  8. Simpson H. National Hospital Study of Road Accidents / H. Simpson // *Road Accidents Great Britain: The Casualty Report*, Department of the Environment, Transport and the Regions. — London: Government Statistical Service, 1997. — 76 p.
  9. Baker S. P. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care / S. P. Baker, P. R. Bergstresser, H. T. Jacobe // *J. Trauma.* — 1974. — N 14. — P. 187 — 196.
  10. Ерюхин И. А. Экстремальное состояние организма / И. А. Ерюхин, С. А. Шляпников. — СПб.: Эскулап, 1997. — 280 с.
  11. Factors affecting anatomical region of injury, severity, and mortality for road trauma in a high-income developing country: Lessons for prevention / H. O. Eid, H. H. Yan, H. Du, H. R. Huang // *Injury.* — 2008. — N 2. — P. 22 — 34.
  12. Боровиков В. П. Statistica — Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В. П. Боровиков, И. П. Боровиков. — М.: Информ.—изд. дом "Филинь", 1997. — 608 с.
  13. Боровиков В. П. Statistica: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. П. Боровиков. — СПб.: Питер, 2001. — 656 с.
  14. Дубров А. М. Многомерные статистические методы / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 352 с.
  15. Круглов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2002. — 2-е изд. — 382 с.
  16. Лапач С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. — К.: Морион, 2000. — 320 с.
  17. Анализ тяжелых механических повреждений у пострадавших с травматической болезнью / В. В. Бойко, П. Н. Замятин, И. З. Яковцов [и др.] // *Эксперим. і клін. медицина.* — 2011. — № 4 (53). — С. 143 — 146.
  18. Исследование показателей смертности в результате ДТП в странах ЦВЕ / А. М. Гуров, П. Н. Замятин, С. Филип [и др.] // *Collections of Materials of the International Scientific Conference "Economics, Healthcare and Education in the Modern World" // "Modern Problems and Prospects of Healthcare and Pharmacy Development"*. — Opole (Poland), 2013. — Vol. 2, section 3. — P. 34 — 37.
  19. Eviews H. User's Guide. Quantitative Micro Software. — N. Y.: LLC, 2000. — 691 p.
  20. Абакумов М. М. Повреждения живота при сочетанной травме / М. М. Абакумов, Н. В. Лебедев, В. И. Малярчук. — М.: Медицина, 2005. — 175 с.

