

УДК 614.38:614.446

<http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2023-15-4-105-111>

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ИСХОДА ЗАБОЛЕВАНИЯ БОЛЬНОГО ТУБЕРКУЛЕЗОМ С ВИЧ-ИНФЕКЦИЕЙ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В СТАЦИОНАР ФСИН

^{1,2}В. С. Боровицкий*, ^{3,4}М. В. Синицын

¹Научно-исследовательский институт Федеральной службы исполнения наказаний, Москва, Россия

²Медико-санитарная часть № 43 Федеральной службы исполнения наказаний, филиал «Туберкулезная больница», г. Кирово-Чепецк, Россия

³Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний, Москва, Россия

⁴Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Цель. Выявить математическую закономерность для последующего расчета прогноза исхода заболевания больного туберкулезом с ВИЧ-инфекцией при поступлении в стационар ФСИН.

Материалы и методы. Объект изучения — 363 больных с туберкулезом и ВИЧ-инфекцией, поступившие на лечение в стационар ФСИН. Для оценки признаков, максимально связанных с дискриминацией наблюдений, априорно разделенных на группы, и их повторной переклассификации использовался дискриминантный анализ. В результате получены новые дискриминантные оси, в пространстве которых сравниваемые группы имеют максимальное различие.

Результаты и их обсуждение. Получены формулы для прогноза варианта исхода заболевания больного туберкулезом с ВИЧ-инфекцией при поступлении в лечебное учреждение ФСИН: благоприятный исход = $-91,2138 + 4,2971 \times (\text{ИМТ}) + 0,4426 \times (\text{«стаж» курения, лет}) + 0,5143 \times (\text{уровень гемоглобина, г/л}) + 0,6158 \times (\text{палочкоядерные нейтрофилы, \%}) + 0,4913 \times (\text{лейкоцитарный Т-клеточный индекс})$; неблагоприятный исход = $-81,8053 + 3,9467 \times (\text{ИМТ}) + 0,4071 \times (\text{«стаж» курения, лет}) + 0,4724 \times (\text{уровень гемоглобина, г/л}) + 0,6861 \times (\text{палочкоядерные нейтрофилы, \%}) + 0,6630 \times (\text{лейкоцитарный Т-клеточный индекс})$; прогрессирование или хронизация = $-91,9349 + 4,2025 \times (\text{ИМТ}) + 0,5119 \times (\text{«стаж» курения, лет}) + 0,5103 \times (\text{уровень гемоглобина, г/л}) + 0,5901 \times (\text{палочкоядерные нейтрофилы, \%}) + 0,5 \times (\text{лейкоцитарный Т-клеточный индекс})$.

Заключение. Получены несложные формулы, которые можно успешно использовать для расчета прогноза течения заболевания при поступлении в стационар у больного туберкулезом с сопутствующей ВИЧ-инфекцией.

Ключевые слова: туберкулез, ВИЧ-инфекция, прогноз, Федеральная служба исполнения наказаний

*Контакт: Боровицкий Владислав Семенович, qwertyuiop54@yandex.ru

MATHEMATICAL PROGNOSIS OF THE OUTCOME OF THE DISEASE OF A PATIENT WITH TUBERCULOSIS WITH HIV INFECTION UPON ADMISSION TO THE HOSPITAL OF THE FEDERAL PENITENTIARY SERVICE

^{1,2}V. S. Borovitsky*, ^{3,4}M. V. Sinitsyn

¹Research Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Moscow

²Medical and Sanitary Unit No. 43 of the Federal Penitentiary Service, Tuberculosis Hospital branch, Kirovo-Chepetsk, Russia

³National Research Center for Phthisiopulmonology and Infectious Diseases, Moscow, Russia

⁴Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Objective. To identify a mathematical pattern for the subsequent calculation of the prognosis of the outcome of a tuberculosis patient with HIV infection upon admission to the hospital of the Federal Penitentiary Service.

Materials and methods. The object of the study was 363 patients with tuberculosis and HIV infection who were admitted for treatment at the hospital of the Federal Penitentiary Service. Discriminant analysis was used to evaluate the features most associated with the discrimination of observations, a priori divided into groups, and reclassify them. As a result, new discriminant axes were obtained, in the space of which the compared groups have the maximum difference.

Results and discussion. Formulas were obtained for predicting the outcome of a tuberculosis patient with HIV infection upon admission to a medical institution of the Federal Penitentiary Service: favorable outcome = $-91.2138 + 4.2971 \times (\text{body mass index}) + 0.4426 \times (\text{«experience» of smoking, years}) + 0.5143 \times (\text{hemoglobin level, g/l}) + 0.6158 \times (\text{stab neutrophils, \%}) + 0.4913 \times (\text{leukocyte T-cell index})$; unfavorable outcome = $-81.8053 + 3.9467 \times (\text{body mass index}) + 0.4071 \times (\text{«experience» of smoking, years}) + 0.4724 \times (\text{hemoglobin level, g/l}) + 0.6861 \times (\text{stab neutrophils, \%}) + 0.6630 \times (\text{leukocyte T-cell index})$; progression or chronicity = $-91.9349 + 4.2025 \times (\text{body mass index}) + 0.5119 \times (\text{smoking experience, years}) + 0.5103 \times (\text{hemoglobin level, g/l}) + 0.5901 \times (\text{stab neutrophils, \%}) + 0.5 \times (\text{leukocyte T-cell index})$.

Conclusion. Simple formulas have been obtained that can be successfully used to calculate the prognosis of the course of the disease upon admission to a hospital in a patient with tuberculosis with concomitant HIV infection.

Keywords: tuberculosis, HIV infection, prognosis, Federal Penitentiary Service

*Contact: Borovitsky Vladislav Semenovich, qwertyuiop54@yandex.ru

© Боровицкий В.С., Синицын М.В., 2023 г.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Боровицкий В.С., Синицын М.В. Математический прогноз исхода заболевания больного туберкулезом с ВИЧ-инфекцией при поступлении в стационар ФСИН // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. 2023. Т. 15, № 4. С. 105–111, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2023-15-4-105-111>.

Conflict of interest: the authors stated that there is no potential conflict of interest.

For citation: Borovitsky V.S., Sinitsyn M.V. Mathematical prognosis of the outcome of the disease of a patient with tuberculosis with HIV infection upon admission to the hospital of the Federal Penitentiary Service // *HIV Infection and Immunosuppressive Disorders*. 2023. Vol. 15, No. 4. P. 105–111, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2023-15-4-105-111>.

Введение. Туберкулез продолжает оставаться распространенным в мире смертельным заболеванием. Среди инфицированного ВИЧ населения туберкулез является основной причиной наступления смертельного исхода [1]. В учреждениях Федеральной службы исполнения наказаний (ФСИН) коинфекция ВИЧ/туберкулез встречается довольно часто, что создает целый ряд организационных и медицинских проблем [2–6].

Выявление ВИЧ-инфекции и туберкулеза во ФСИН в большинстве случаев происходит при поступлении, и в этот момент крайне важно оценить возможные риски течения и исхода заболевания [7, 8]. В настоящее время при изучении российской и зарубежной литературы из открытых источников нами не обнаружено работ по теме прогнозирования возможных исходов течения коинфекции ВИЧ/туберкулез в пенитенциарных учреждениях. Этой теме и посвящена данная статья.

Цель: совершенствование методов прогнозирования исхода заболевания коинфицированного больного ВИЧ/туберкулез при поступлении в стационар ФСИН при помощи математического моделирования.

Материалы и методы. Исследование проводилось в филиале «Туберкулезная больница» ФКУЗ

Медико-санитарная часть № 43 ФСИН. Объект изучения — 363 больных с туберкулезом и ВИЧ-инфекцией, поступившие на лечение в стационар ФСИН с 1999 по 2017 г.: 362 мужчины и одна женщина в возрасте от 19 до 56 (32; 28–37) лет, с индексом массы тела от 15,09 до 28,09 (21,91; 20,21–23,76), длительностью ВИЧ-инфекции с момента обнаружения от 2 месяцев до 20 (5; 2–9) лет, курильщики 98,6% (358/363) со стажем курения от 1,5 до 41 (20; 15–21) лет, с судимостью от одной до 12 (3; 2–4), с общим временем пребывания в местах лишения свободы от 4 месяцев до 25 (6; 2,5–10) лет. Уровень рибонуклеиновой кислоты (РНК) ВИЧ составил от отсутствия обнаружения копий РНК ВИЧ до 21 747 862 (56 000; 3418–295 595 копий в мкл), уровень CD4+ лимфоцитов — от 2 до 1590 кл/мкл (303; 120–484 кл/мкл). Уровень гемоглобина при поступлении в стационар варьировался от 65 г/л до 172 г/л (138; 122–148 г/л), эритроцитов — от $2,34 \times 10^{12}/л$ до $5,85 \times 10^{12}/л$ (4,42; $4,0–4,74 \times 10^{12}/л$), лейкоцитов — от 1,6 до $18,6 \times 10^9/л$ (5,4; $4,23–6,8 \times 10^9/л$), СОЭ — от 2 до 78 (22; 10,3–40,8) мм/ч.

Ретроспективно все больные были разделены на три группы по исходу туберкулеза: благоприятный, неблагоприятный, прогрессирование или хронизация.

Для статистического анализа набранного клинического материала была подготовлена база данных в табличном процессоре «Excel Microsoft-2002 (10.2701.2625)». Анализ данных проводился в программах: Medcalc (MedCalc Statistical Software version 17.1, MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org>; 2017), STATISTICA 6 (StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA, www.statsoft.com). Все количественные данные проверялись нами на нормальность распределения с помощью критерия Д'Агостино–Пирсона и Колмогорова–Смирнова. Предположение о нормальности было отклонено практически для всех показателей, поэтому данные представлены в виде: медиана (Me), верхний (75-й перцентиль) и нижний (25-й перцентиль) квартили (Me; 25–75%). Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05. Для оценки признаков, максимально связанных с дискриминацией наблюдений, априорно разделенных на группы, и их повторной переклассификации использовался дискриминантный анализ. В результате получены новые дискриминантные оси, в пространстве которых сравниваемые группы имеют максимальное различие. Цель проводимого анализа — получение оценок коэффициентов линейных дискриминантных функций, по значению которых вычисляется вероятность отнесения данного i -го наблюдения в каждую из k групп [9]. Известно, что условием проведения дискриминантного анализа является нормальное распределение признаков. Однако хочется сразу уточнить: пренебрежение условием нормальности обычно не является фатальным в том смысле, что результирующие критерии значимости все еще заслуживают определенного доверия. Распределение данных по нормальному закону должно быть внутри классов. В сумме они даже могут не подчиняться закону нормального распределения. Конечно, их можно предварительно преобразовать и использовать обычный дискриминантный анализ. Это неоднозначно (многомерное преобразование Бокса–Кокса или логарифмирование), так как реальные данные почти никогда не удовлетворяют даже требованиям двумерного нормального распределения, не то что многомерного. Такое предположение позволяет получить точные значения вероятности принадлежности к данному классу и критерия значимости. При нарушении допущения о нормальности распределения значения вероятности вычислить точно уже нельзя, но соответствующие

оценки могут быть полезны, если, конечно, соблюдать известную осторожность [10]. Лакенбрук (1975) показал, что дискриминантный анализ не очень чувствителен к небольшим нарушениям предположения о нормальности. Это приводит лишь к некоторым потерям эффективности и точности [11]. Несмотря на все эти оговорки и условности, попытаемся тем не менее определить принципиальную возможность разделения групп по совокупности признаков.

Результаты. При математическом моделировании вероятного исхода изначально использовали 21 количественный признак. С помощью дискриминантного анализа (метод «пошаговый назад») получено значение лямбды Уилкса 0,5502173, приближенное значение F -статистики, связанной с лямбдой Уилкса $(42,206)=1,707512$ ($p<0,0079$). Разделение прошло успешно ($p<0,0079$). То есть варианты исследования различаются по набору изученных показателей.

В ходе изучения сформированной модели установили, что большинство показателей статистически незначимы. Далее провели избавление от незначимых показателей, начиная с самого незначимого по одному, каждый раз повторяя дискриминантный анализ, учитывая, что после исключения одного показателя необходимо построить новое уравнение и заново оценить значимость всех оставшихся показателей (табл. 1).

В итоге установлены наиболее значимые показатели. Исходы заболевания у впервые выявленных больных туберкулезом, с рецидивом заболевания с сочетанной ВИЧ-инфекцией статистически значимо различались в зависимости от исходных показателей: ИМТ, «стаж» курения, уровень гемоглобина, палочкоядерных нейтрофилов и ЛТИ (табл. 2).

Для выявления степени различия между признаками использовали расстояние Махаланобиса (точнее, его квадрат), чем расстояние больше — тем сильнее различаются варианты по комплексу показателей (табл. 3).

Статистически значимо различались группы 1-я и 2-я, 2-я и 3-я, то есть с благоприятным и неблагоприятным исходом, табл. 3, то есть 1-я и 2-я группы и 2-я и 3-я группы статистически достоверно различаются в пространстве дискриминантных функций ($p<0,001$). В нашем случае максимальными различиями по расстоянию Махаланобиса (3,8 усл. ед.) характеризуются группы 1-я и 2-я, и результат сравнения 2-й и 3-й (4,2 усл. ед.), а наибольшим сходством обладают группы 1-я и 3-я (0,38 усл. ед.).

Таблица 1

Переменные, включенные в модель

Table 1

Variable included in the model

Переменные	Лямбда Уилкса	Частная лямбда	F-статистика	p	Толерантность	1-толерантность
Возраст, годы	0,557136	0,987582	0,647590	0,525423	0,263268	0,736732
ИМТ	0,557818	0,986374	0,711426	0,493340	0,726252	0,273748
Длительность ВИЧ-инфекции, годы	0,569119	0,966788	1,769162	0,175617	0,733904	0,266096
«Стаж» курения, годы	0,579801	0,948977	2,768986	0,067400	0,303907	0,696093
Судимость, п	0,567659	0,969275	1,632508	0,200455	0,616553	0,383447
«Стаж» в местах лишения свободы, годы	0,557018	0,987792	0,636496	0,531212	0,404198	0,595802
Гемоглобин, г/л	0,551441	0,997781	0,114553	0,891878	0,187460	0,812540
Лейкоциты, 10^9 /л	0,583763	0,942536	3,139848	0,047461	0,555725	0,444275
Эритроциты, 10^{12} /л	0,561412	0,980060	1,047809	0,354413	0,279655	0,720345
СОЭ, мм/ч	0,552731	0,995453	0,235251	0,790796	0,341810	0,658190
Эозинофилы, %	0,568397	0,968016	1,701624	0,187474	0,139912	0,860088
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0,589751	0,932966	3,700327	0,028059	0,046467	0,953533
Сегментоядерные нейтрофилы, %	0,569881	0,965494	1,840549	0,163912	0,016521	0,983479
Лимфоциты, %	0,570195	0,964964	1,869883	0,159336	0,015827	0,984173
Моноциты, %	0,561893	0,979222	1,092792	0,339134	0,176216	0,823784
CD3+ лимфоциты, кл/мкл	0,558839	0,984572	0,806984	0,449003	0,028074	0,971926
CD4+ лимфоциты, кл/мкл	0,557937	0,986164	0,722544	0,487960	0,125184	0,874816
CD8+ лимфоциты, кл/мкл	0,557189	0,987487	0,652575	0,522843	0,040551	0,959449
CD4+/CD8+	0,555221	0,990988	0,468329	0,627374	0,272901	0,727099
ЛТИ	0,552221	0,996371	0,187573	0,829251	0,526388	0,473612
РНК ВИЧ	0,552196	0,996416	0,185247	0,831176	0,633774	0,366226

Примечание: здесь и далее: ИМТ — индекс массы тела, ЛТИ — лейкоцитарный Т-клеточный индекс, СОЭ — скорость оседания эритроцитов. Толерантность определяется как $1-R^2$, где R^2 — это коэффициент множественной корреляции данной переменной со всеми другими переменными в модели.

Таблица 2

Переменные, включенные в итоговую модель

Table 2

Variable included in the final model

Переменные	Лямбда Уилкса	Частная лямбда	F-статистика	p	Толерантность	1-толерантность
ИМТ	0,671289	0,940993	6,929157	0,001206	0,982289	0,017711
«Стаж» курения, годы	0,654042	0,965807	3,912125	0,021398	0,996270	0,003730
Гемоглобин, г/л	0,661168	0,955397	5,158717	0,006461	0,810144	0,189856
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0,655914	0,963050	4,239610	0,015603	0,831721	0,168279
ЛТИ	0,684055	0,923432	9,162247	0,000150	0,941658	0,058342

Различия между вариантами представлены на рисунке.

«Облака точек» 1-й и 2-й групп располагаются отдельно друг от друга с небольшими областями перекрытия, а области 1-й и 3-й групп перекрываются (рисунок).

Для получения дальнейших результатов исследования природы дискриминации следует провести канонический анализ (табл. 4).

Число выделяемых дискриминантных функций должно быть на единицу меньше числа сравниваемых групп, в данном случае две. Только одна функ-

Значения уровней значимости (p) и квадратов расстояний Махаланобиса

Таблица 3

Table 3

Группа	Significance levels (p)			Квадраты расстояний Махаланобиса		
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
1-я	—	0,000000	0,204766	0,000000	3,819022	0,382046
2-я	0,000000	—	0,000000	3,819022	0,000000	4,203755
3-я	0,204766	0,000000	—	0,382046	4,203755	0,000000

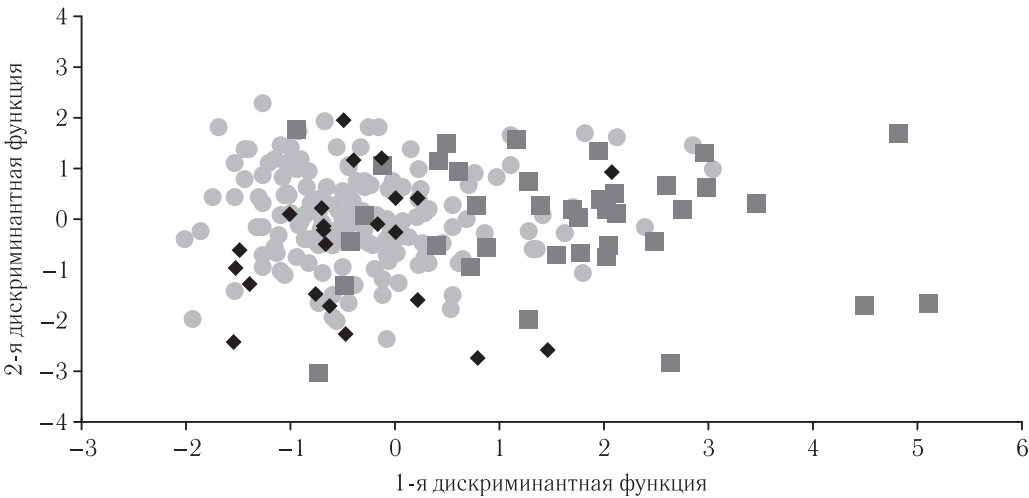


Рисунок. Распределение выборок трех групп (● — 1-я, ■ — 2-я, ◆ — 3-я) в пространстве первой и второй дискриминантных функций

Figure. Distribution of samples of three groups (● — 1st, ■ — 2nd, ◆ — 3rd) in the space of the first and second discriminant functions

Результаты канонического анализа

Таблица 4

Table 4

Results of canonical analysis						
Дискриминантная функция	Собственное значение	Коэффициент канонической корреляции R	Лямбда Уилкса	χ^2	Степень свободы	p
1-я	0,531299	0,589033	0,631678	102,4407	10	0,000000
2-я	0,033818	0,180865	0,967288	7,4168	4	0,115436

ция успешно разделяет группы, о чем свидетельствуют низкие уровни значимости ($p < 0,0000$).

В нашем случае первая дискриминантная функция учитывает 94,0% исходной изменчивости, вторая — 6,0% (табл. 5).

На последнем этапе наших расчетов, используя программу STATISTICA 6, в диалоговом окне анализа результатов дискриминантных функций выбираем окно: «Классификационные функции» и выписываем классификационные функции для каждого класса.

Обсуждение. Известно, что очень большая доля результатов, полученных в клинических исследованиях, не поддается однозначной интерпретации. Многие исследования порождают вопросы методического плана. Это ограничивает возможность рас-

пространять выводы на всю генеральную совокупность пациентов. Именно поэтому единственный способ установить надежность исследования — выяснить, насколько его данные совпадают с данными других независимых исследований (конвергентная валидность). Так как аналогичных исследований не существует (врачи в РФ крайне неохотно, несмотря на превышение в разы распространенности туберкулеза [6] в пенитенциарной популяции в сравнении с общегражданской, изучают «тюремный» туберкулез), нам, к сожалению, не с чем сравнивать. Считается, что наиболее важным критерием построенного классификатора является практика [9]. Наверняка у практикующих врачей возникнет вопрос: почему в формулах именно эти

Таблица 5

Стандартизованные коэффициенты дискриминантных функций

Table 5

Standardized coefficients of discriminant functions

Признак	1-я функция	2-я функция	Сумма абсолютных значений
Индекс массы тела	-0,400172	0,371297	0,771469
«Стаж» курения, годы	-0,174493	-0,852203	1,026696
Гемоглобин, г/л	-0,396023	0,139939	0,535962
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0,340098	0,362317	0,702415
ЛТИ	0,483156	-0,098491	0,581647
% исходной изменчивости	0,531299	0,033818	—
Накопленный %	0,940157	1,000000	—

признаки? Мы проводили пошаговое исключение незначимых признаков (с помощью программы STATISTICA 6) по одному и каждый раз повторяли дискриминантный анализ и заново оценивали значимость оставшихся показателей. Остались именно эти признаки.

Конечно, наша статья не лишена определенных ограничений в рамках математической модели. Однако если она поможет практическим врачам-фтизиатрам и инфекционистам упростить и автоматизировать текущую деятельность мы будем считать нашу задачу выполненной.

Заключение. В итоге наших расчетов для прогноза варианта исхода заболевания больного туберкулезом с ВИЧ-инфекцией при поступлении в лечебное учреждение ФСИН получены следующие формулы.

Благоприятный исход = $-91,2138 + 4,2971 \times (\text{ИМТ}) + 0,4426 \times (\text{«стаж» курения, лет}) + 0,5143 \times (\text{уровень гемоглобина, г/л}) + 0,6158 \times (\text{палочкоядерные нейтрофилы, \%}) + 0,4913 \times (\text{лейкоцитарный Т-клеточный индекс})$.

Неблагоприятный исход = $-81,8053 + 3,9467 \times (\text{ИМТ}) + 0,4071 \times (\text{«стаж» курения, лет}) + 0,4724 \times (\text{уровень гемоглобина, г/л}) + 0,6861 \times (\text{палочкоядерные нейтрофилы, \%}) + 0,6630 \times (\text{лейкоцитарный Т-клеточный индекс})$.

Прогрессирование или хронизация = $-91,9349 + 4,2025 \times (\text{ИМТ}) + 0,5119 \times (\text{«стаж» курения, лет}) + 0,5103 \times (\text{уровень гемоглобина, г/л}) + 0,5901 \times (\text{палочкоядерные нейтрофилы, \%}) + 0,5 \times (\text{лейкоцитарный Т-клеточный индекс})$.

С помощью этих функций можно в дальнейшем классифицировать новые случаи. Новые случаи

будут относиться к тому классу, для которого классифицированное значение максимальное.

В качестве проверки расчетов возьмем показатели реального больного К.

Благоприятный исход = $-91,2138 + 4,2971 \times (20,02) + 0,4426 \times (21) + 0,5143 \times (138) + 0,6158 \times (10) + 0,4913 \times (4,4) = \mathbf{83,401862}$.

Неблагоприятный исход = $-81,8053 + 3,9467 \times (20,02) + 0,4071 \times (21) + 0,4724 \times (138) + 0,6861 \times (10) + 0,6630 \times (4,4) = 80,726134$.

Прогрессирование или хронизация = $-91,9349 + 4,2025 \times (20,02) + 0,5119 \times (21) + 0,5103 \times (138) + 0,5901 \times (10) + 0,5 \times (4,4) = 81,47145$.

Наибольшее классификационное значение — у показателя «благоприятный исход». Действительно, у больного, показатели которого рассчитывались в качестве проверки формул, итогом наблюдения стало клиническое излечение туберкулеза.

Таким образом, следуя принципам доказательной медицины, используя современные методы статистической обработки данных мы получили несложные формулы, которые можно успешно использовать для расчета прогноза течения заболевания при поступлении в стационар у больного туберкулезом с сопутствующей ВИЧ-инфекцией.

На основе методов статистических расчетов, использованных в данной работе, возможно дальнейшее продолжение исследований по упрощению и автоматизации прогнозирования исходов различных заболеваний, в целях экономии времени медицинского персонала и превращения их в рутинные для каждодневного использования врачами.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. WHO consolidated guidelines on tuberculosis: tuberculosis preventive treatment: Module 1: prevention [Internet]. Geneva: World Health Organization, 2020.

2. Дюжева Е.В. Показатели и динамика смертности в учреждениях уголовно-исполнительной системы // *Научные труды ФКУ НИИ ФСИН России*: научно-практическое ежеквартальное издание ФКУ НИИ ФСИН России. М., 2021. Вып. 2. С. 262–266. [Dyuzheva E.V. Indicators and dynamics of mortality in institutions of the penitentiary system. *Scientific works of FKV NII FSIN of RUSSIA*: scientific and practical quarterly publication of PKU NII FSIN of Russia. Moscow, 2021. Iss. 2, pp. 262–266 (In Russ.)].
3. Дюжева Е.В. Оценка информированности о факторах риска ВИЧ-инфекции и других инфекционных заболеваний в учреждениях уголовно-исполнительной системы // *Научные труды ФКУ НИИ ФСИН России*: научно-практическое ежеквартальное издание ФКУ НИИ ФСИН России. М., 2020. Вып. 2. С. 291–295 [Dyuzheva E.V. Assessing awareness of risk factors for HIV infection and other infectious diseases in institutions of the penitentiary system. *Scientific works of FKV NII FSIN of RUSSIA*: scientific and practical quarterly publication of PKU NII FSIN of Russia. Moscow, 2020. Iss. 2, pp. 291–295 (In Russ.)].
4. Пономарев Д.С., Стерликов С.А., Пономарев С.Б., Аверьянова Е.Л. Использование искусственной нейронной сети при моделировании прогноза у пациентов с сочетанием ВИЧ-инфекции и туберкулеза в местах лишения свободы // *Туберкулез и болезни легких*. 2019. № 5. С. 78–79. [Ponomarev D.S., Sterlikov S.A., Ponomarev S.B., Averyanova E.L. Using an artificial neural network to model prognosis in patients with a combination of HIV infection and tuberculosis in places of deprivation of liberty. *Tuberculosis and Lung Diseases*, 2019, No. 5, pp. 78–79 (In Russ.)]. doi: 10.21292/2075-1230-2019-97-5-78-79.
5. Михайлова Ю.В., Пономарев С.Б., Пономарев Д.С. и др. К вопросу о разработке информационной системы оценки тяжести течения ВИЧ-инфекции у осужденных // *Менеджер здравоохранения*. 2019. № 10. С. 37–41. [Mikhailova Yu.V., Ponomarev S.B., Ponomarev D.S., Polishchuk V.E. et al. On the issue of developing an information system for assessing the severity of HIV infection in convicts. *Healthcare Manager*, 2019, No. 10, pp. 37–41 (In Russ.)].
6. Васильева И.А., Стерликов С.А., Белиловский Е.М. и др. Туберкулез в учреждениях уголовно-исполнительной системы в странах Европы и в Российской Федерации // *Туберкулез и болезни легких*. 2018. № 5. С. 6–13. [Vasilyeva I.A., Sterlikov S.A., Belilovsky E.M. et al. Tuberculosis in institutions of the penitentiary system in Europe and the Russian Federation. *Tuberculosis and lung diseases*, 2018, No. 5, pp. 6–13 (In Russ.)]. doi: 10.21292/2075-1230-2018-96-5-6-13.
7. Боровицкий В.С., Синицын М.В. Клинические факторы, связанные с неблагоприятным исходом у больных туберкулезом с ВИЧ-инфекцией // *Туберкулез и болезни легких*. 2021. Т. 99, № 10. С. 28–34. Borovitsky V.S., Sinitsyn M.V. Clinical factors associated with poor outcome in patients with tuberculosis with HIV infection. *Tuberculosis and lung diseases*, 2021, Vol. 99, No. 10, pp. 28–34 (In Russ.)]. doi: 10.21292/2075-1230-2021-99-10-28-34.
8. Вострокнутов М.Е., Дюжева Е.В., Пономарев С.Б. Показатели риска летального исхода пациентов с коморбидной инфекцией ВИЧ и туберкулез, содержащихся в пенитенциарных учреждениях // *Уральский медицинский журнал*. 2018. № 8 (163). С. 29–32. [Vostroknutov M.E., Dyuzheva E.V., Ponomarev S.B. Risk indicators of death in patients with comorbid infection with HIV and tuberculosis in penitentiary institutions. *Ural Medical Journal*, 2018, No. 8 (163), pp. 29–32 (In Russ.)]. doi: 10.25694/URMJ.2018.05.47.
9. Халафян А.А. *STATISTICA 6. Статистический анализ данных*: учебник. 3-е изд. М.: Бином-Пресс, 2007. 512 с.: ил. [Khalafyan A.A. *STATISTICA 6. Statistical analysis of data*: textbook. 3rd ed. Moscow: Published house Binom-Press, 2007. 512 p.: ill. (In Russ.)].
10. Ким Дж.-О., Мьюллер Ч.У., Клекка У.Р. и др. *Факторный, дискриминантный и кластерный анализ*: пер. с англ. под ред. И. С. Енюкова. М.: Финансы и статистика, 1989. С. 78–137: ил. [Kim J.-O., Muller C.W., Klekka W.R. et al. *Factor, discriminant and cluster analysis*: per. from Englished I. S. Enyukova. Moscow: Published house Finance and statistics, 1989, pp. 78–137: ill. (In Russ.)].
11. Lachenbruch P.A. *Discriminant Analysis*. New York: Hafner, 1975. P. 41–46.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 20.04.2023 г.

Авторство: Вклад в концепцию и план исследования — В. С. Боровицкий, М. В. Синицын. Вклад в сбор данных — В. С. Боровицкий. Вклад в анализ данных и выводы — В. С. Боровицкий, М. В. Синицын. Вклад в подготовку рукописи — В. С. Боровицкий, М. В. Синицын.

Сведения об авторах:

Боровицкий Владислав Семенович — доктор медицинских наук, научный сотрудник федерального казенного учреждения «Научно-исследовательский институт Федеральной службы исполнения наказаний»; 119991, Москва, ГСП-1, Житная ул., д. 14; врач-фтизиатр филиала «Туберкулезная больница» федерального казенного учреждения здравоохранения «Медико-санитарная часть № 43 Федеральной службы исполнения наказаний»; 613040, Кировская область, г. Кирово-Чепецк, проезд Западный; e-mail: qwertuio954@yandex.ru; SPIN 2339–8735;

Синицын Михаил Валерьевич — доктор медицинских наук, заместитель главного врача по хирургии федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 127473, Москва, ул. Достоевского, д. 4. к. 2; профессор кафедры фтизиатрии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117321, Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: msinitsyn@mail.ru; SPIN 4122–5028.