

УДК 614.2+004.021+303.4+393+616.5-001.17-08-089.168.8
DOI: 10.56871/3263.2022.65.45.006

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДА ОЖоговой БОЛЕЗНИ

© Евгений Владимирович Зиновьев^{1,3}, Денис Валерьевич Костяков^{1,2}, Олег Олегович Заворотний^{1,2}, Александр Владимирович Семиглазов¹, Тамара Зауровна Гогохия¹, Диана Халипаевна Халипаева¹

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе. 192242, Санкт-Петербург, Будапештская ул., 3, лит. А

² Санкт-Петербургский государственный университет, медицинский факультет. 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

³ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2

Контактная информация: Олег Олегович Заворотний — ассистент кафедры общей хирургии. E-mail: o.zavorotniy@hotmail.com

Поступила: 09.11.2021

Одобрена: 17.01.2022

Принята к печати: 14.03.2022

Резюме. В работе приведен исторический обзор методов прогнозирования вероятности летального исхода у пациентов с тяжелой ожоговой травмой. Основными критериями для постановки прогноза на протяжении долгого времени служили показатели возраста и площади ожога. Ввиду простоты вычислений и относительно удовлетворительных результатов, до сих пор в повседневной практике комбустиологов используются такие способы, как правило Ваух и индекс Frank. Однако данные методы не учитывают основные звенья патогенеза ожоговой болезни, в связи с чем продолжают поиски способа прогнозирования летального исхода. Применение шкал SOFA, APACHE II, III, IV, SAPS для оценки витальных функций у тяжелообожженных позволяет выполнить относительный прогноз, основываясь на оценке общего состояния пациентов без учета особенностей течения ожоговой травмы. Показано, что использование отобранных информативных показателей лабораторной и инструментальной диагностики совместно со статистическим анализом, методами логистической регрессии позволит достичь высоких результатов в прогнозировании летального исхода, а также приведет к индивидуальной коррекции качественного и количественного состава интенсивной терапии и выбору сроков раннего хирургического лечения для каждого пациента с тяжелой ожоговой травмой.

Ключевые слова: летальный исход; логистическая регрессия; ожог; ожоговая болезнь; прогнозирование.

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR PREDICTING THE OUTCOME OF BURN DISEASE

© Evgeniy V. Zinoviev^{1,3}, Denis V. Kostyakov^{1,2}, Oleg O. Zavorotniy^{1,2}, Alexander V. Semiglazov¹, Tamara Z. Gogohiya¹, Diana H. Halipaeva¹

¹ Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine. 192242, Saint-Petersburg, Budapest str., 3, litas. A

² Saint-Petersburg State University, Faculty of Medicine. 199034, Saint-Petersburg, Universitetskaya nab., 7–9

³ Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, Saint-Petersburg, Litovskaya str., 2

Contact information: Oleg O. Zavorotniy — Assistant of the Department of General Surgery. E-mail: o.zavorotniy@hotmail.com

Received: 09.11.2021

Revised: 17.01.2022

Accepted: 14.03.2022

Abstract. The paper provides a historical review of methods for predicting the likelihood of death in patients with severe burn injury. The main criteria for making a forecast for a long time were indicators of age and area of the burn. Due to the simplicity of calculations and relatively satisfactory results, methods such as the Baux rule and the Frank index are still used in the daily practice of combustiologists. However, these methods do not take into account the main links in the pathogenesis of burn disease, and therefore the search for a way to predict a lethal outcome continues. The use of the SOFA, APACHE II, III, IV, SAPS scales for assessing vital functions in severely burned patients makes



it possible to perform a relative prognosis based on an assessment of the general condition of patients without taking into account the peculiarities of the course of burn injury. It is shown that the use of selected informative indicators of laboratory and instrumental diagnostics, together with statistical analysis, logistic regression methods, will allow achieving high results in predicting mortality, and will also lead to an individual correction of the qualitative and quantitative composition of intensive care and the choice of the timing of early surgical treatment for each a patient with severe burn injury.

Key words: lethal outcome; logistic regression; burns; burn disease; prediction.

Ожоговый травматизм на протяжении десятилетий остается важной медико-социальной проблемой [12]. Несмотря на высокие достижения в интенсивной терапии ожоговой болезни, внедрение ранней хирургической тактики с использованием современных подходов и инструментария, а также применением биомедицинских клеточных продуктов, летальность при таких травмах остается на высоком уровне и составляет 7,9% в РФ по состоянию на 2020 год [7]. Оценка тяжести травмы позволяет обеспечить возможности углубленной оценки физиологических резервов организма с учетом возраста и коморбидного фона, подбора количественного и качественного состава инфузионной терапии, сроков и объемов хирургических вмешательств [1–3, 16]. Прогнозирование летального исхода у пациентов с ожоговой болезнью на ранних этапах их госпитализации определяет возможности лечебно-профилактического учреждения в плане оказания эффективной помощи, обосновывает маршрутизацию и необходимость перевода пациента в региональные и федеральные ожоговые центры с учетом действующего порядка оказания медицинской помощи по профилю хирургия-комбустиология [5, 7, 12].

Развитие методов статистической обработки данных, компьютеризации и искусственного интеллекта повышает актуальность и необходимость поиска новых взаимосвязей между факторами патогенеза ожоговой травмы в плане создания совершенной модели прогнозирования летального исхода [2, 31].

Изучение возможностей прогнозирования неблагоприятного течения ожоговой болезни было начато еще в начале XX века, когда в 1902 году St. Weidenfeld оценивал два основных фактора, влияющих на исход: возраст и общую площадь ожога [8, 32]. Изучение данных показателей длительное время было основополагающим и нашло отражение в ряде созданных прогностических моделей, в том числе в 1961 году общеизвестного правила Ваух [14]. Данный индекс позволяет выделить три основные группы пациентов: с благоприятным прогнозом, вероятностью летальности в 50% и пациентов с неблагоприятным исходом. Учитывая удобства и скорость расчета, данный прогностический метод быстро вошел в стандарты оказания медицинской помощи пациентам с ожоговой травмой. В 1979 году M. Stern и B.A. Waisbren в исследовании выборки из 3285 пациентов продемонстрировали точную прогностическую оценку данной модели у пациентов старше 20 лет [30]. Авторы указывали на высокую эффективность данного метода у лиц пожилого возраста и снижение

точности расчета пропорционально уменьшению возраста. Правило Ваух неоднократно было апробировано и подтверждено на больших выборках пациентов с ожоговой травмой, в результате данная модель прогнозирования исторически является первой общепризнанной и эффективной [21, 26].

Вопрос о влиянии наличия и тяжести ингаляционной травмы на исход ожоговой болезни впервые был углубленно изучен В.Е. Zawacki и соавторами в 1979 году [33]. Они определили прямую зависимость повышения вероятности летального исхода с увеличением общей площади ожогов, возраста и сопутствующим термохимическим поражением трахеобронхиального дерева. Авторами в прогностических моделях предложено использовать три предиктивных фактора: возраст, общая площадь ожога, наличие ингаляционной травмы [17, 34].

В 1960 году H. Frank разработал простую формулу прогнозирования летального исхода: сумма общей площади ожога и произведение процента глубокого поражения кожи на три. Анализируя результаты лечения тяжелообожженных, автор предложил разделять пациентов на 4 группы в зависимости от количества полученных баллов при расчете: меньше 30 единиц — благоприятный прогноз; 30–60 единиц — относительно благоприятный прогноз; 61–90 единиц — сомнительный прогноз; 90 единиц и более — неблагоприятный прогноз. В результате исследования появился новый прогностический индекс, который продемонстрировал точные результаты при прогнозировании летального исхода при ожоговой болезни [17]. Главное отличие, которым обладает данный метод в прогнозировании и повышает его эффективность, — это разделение ожогов на поверхностные и глубокие [22, 29].

В 1982 году Mostafa El Soud и соавторы разработали Abbreviated burn severity index (индекс ABSI), который включал в себя следующие параметры: пол, возраст, общую площадь ожогов и процент глубокого поражения, наличие ингаляционной травмы [20]. В этом же году группа исследователей во главе с С.С. Berry в Сан-Диего (США) разработала модель, которая включала, помимо представленных предикторов, еще и расу, пол, наличие сопутствующих заболеваний, этиологический фактор получения ожогов и их локализацию, ряд лабораторных показателей крови (параметры клинического, биохимического анализов крови, газового состава артериальной крови), признаки эмоциональных нарушений или психических заболеваний. В процессе изучения данных моделей было выявлено, что такие параметры, как раса и пол, не влияют на

летальность. Этиологический фактор и сопутствующие заболевания также не выявили статистически значимых отличий с целью прогноза. Полученные данные позволили заключить, что наиболее прогностичными оказались показатели процента глубокого поражения и наличия ожогов лица совместно с ингаляционной травмой. Исследователи также подтвердили, что увеличение возраста пациента положительно коррелирует с повышением вероятности летального исхода. Авторы приходят к выводу, что создание индекса тяжести поражения возможно только при общей стандартизации методов обследования пациента с ожоговой травмой. Основными факторами для прогнозирования можно считать площадь и глубину ожогов, ингаляционную травму и возраст тяжелообожженного [11, 13].

В 1984 году В.А. Петрухин и соавторы предложили метод прогноза с включением 17 параметров: возраста, общей площади ожога, процента глубокого поражения, наличия шока, результатов оценки сознания, частоты дыхательных движений, наличия хрипов, частоты пульса, уровня артериального давления и субъективных факторов (общее состояние, тургор кожи, напряжение пульса, характер I тона сердца на верхушке и II тона на легочной артерии, характер дыхания и др.). Авторы установили, что из всех выбранных параметров наиболее значимыми в прогнозировании летального исхода у пациентов с ожоговой травмой остаются возраст, площадь и глубина ожога, а также наличие ингаляционной травмы [23].

В 1992 году А.С. Bhatia и В.Н. Mukherjee исследовали взаимосвязь локализации ожогов, подразделяя их на 11 зон с вероятностью летального исхода. В результате они пришли к выводу, что значительную прогностичность имеет величина общей площади ожоговой травмы. Эффективность метода возрастает при сочетании с возрастом, процентом глубокого ожога, пола и т.д. Точность модели оценивалась в 79% правильного результата [18].

В 1996 году J. Coste и соавторы проанализировали историю болезни большой выборки обожженных с двумя основными параметрами: возраст пациентов старше 50 лет и общая площадь ожога. Авторы пришли к выводу, что их модель обладает высокой степенью предиктивности, однако учитывает лишь определенную выборку тяжелообожженных, связанную с возрастом [19].

В 1998 году Ryan и соавторы провели ретроспективный анализ результатов лечения более 1000 пациентов с включением в модель трех показателей с использованием логистической регрессии: возраста, общей площади ожогов более 40% и наличия ингаляционной травмы. В ходе исследования модель показала высокую предиктивность, что было также доказано в 2004 году углубленным исследованием данного метода N. Brussalares и соавторами [28].

В 2008 году McGwin и соавторы провели многоцентровое исследование когорты из 68 661 пациента с ожоговой травмой, при этом использовался следующий набор параметров: возраст, общая площадь ожога, наличие ингаляционной травмы, пневмонии и сопутствующих заболеваний. Разработан-

ный индекс показал высокую эффективность в прогнозировании летального исхода, авторы повторно подтвердили, что дополнение к формуле таких параметров, как пол и раса, не приводят к повышению предиктивности модели. А. Hussain в 2013 году в своей обзорной работе указывает на необходимость более углубленного анализа результатов применения данного метода [21, 24].

В 2009 году группа исследователей из Бельгии (Belgian Outcome of Burn Injury, BOBI) повторно провела исследование группы из 5000 пациентов с использованием уже общепринятых на тот момент параметров: возраст, общая площадь ожога, наличие ингаляционной травмы. В результате ими была доказана высокая эффективность и прогностичность такого метода. Однако (в отличие от индекса Ryan) данный способ прогноза учитывал ингаляционную травму как основной фактор. В этом же году было проведено исследование под руководством D.B. Lumenta, которое показало превосходство в эффективности правила Vaux над моделями Ryan и ABSI в точности постановки прогноза [15, 23].

В 2009 году А.В. Матвиенко предложил метод прогноза исхода ожоговой болезни, основанный на пробит-анализе с использованием таких предикторов, как возраст и общая площадь ожога. Им создана простая и удобная таблица расчета летальности обожженных в процентах с высокой степенью точности [9].

Наряду с предложенными способами, в качестве прогностических шкал для пациентов с ожоговой болезнью использовались известные ранее APACHE II, III, IV, SAPS, SOFA. Несмотря на включенные параметры, связанные с острыми физиологическими нарушениями у пациента, наличием хронических заболеваний и интоксикаций, при их использовании исключаются из внимания параметры, отражающие патогенез ожоговой травмы. Учитывая высокие результаты, показанные в ходе исследования, возможно сделать вывод о необходимости включения новых факторов при разработке прогностической модели у тяжелообожженных [4, 10, 13, 25, 27].

В 2015 году N. Stylianou и соавторы провели большой сравнительный анализ способов прогноза исхода ожоговой болезни методами логистической регрессии с машинным обучением (искусственная нейронная сеть, машина опорных векторов, случайные леса и наивный байесовский метод) с использованием популяционного реестра когорт случаев в Англии и Уэльсе. В качестве подтверждения использовали прогностическую оценку площади под кривой (ROC-анализ), чувствительности, специфичности, положительной прогностической ценности и индекса Юдена. В результате проведенного исследования было выявлено, что все методы обладали сопоставимыми дискриминационными способностями, сходной чувствительностью, специфичностью и положительной прогностической ценностью. Хотя некоторые методы машинного обучения незначительно превосходили по эффективности логистическую регрессию, различия редко были статистически значимыми и клинически существенными. Случайные леса как алгоритм машинного обучения, статистически зна-

чимо превосходили логит-модель по высокой положительной прогностической ценности и разумной чувствительности. В заключении авторы сделали вывод, что нейронные сети более эффективны в прогнозировании летального исхода, при этом логистическая регрессия создает оптимальное сочетание производительности и интерпретируемости [34].

С вхождением в повседневную практику реаниматологов и комбустиологов новых информативных лабораторных и инструментальных методов исследования, а также стандартизации методов обследования пациентов с ожоговой травмой при поступлении становится возможным использование дополнительных факторов для построения логистической регрессии с целью создания новой модели прогнозирования летального исхода у тяжелообожженных.

В 2020 году нами была разработана модель логистической регрессии прогнозирования летального исхода у тяжелообожженных [6]. В ходе исследования были выделены 62 показателя: возраст, общая площадь ожога и процент глубокого поражения, ингаляционная травма, наличие отравления этанолом и углекислым газом, показатели давления, пульса, частоты дыхания и температуры тела, клинический и биохимический анализы крови, параметры коагулограммы, газовый состав крови, концентрация лактата, а также объемы инфузионной терапии, диуреза и энтерального введения жидкости в первые трое суток. В процессе построения модели были выделены основные 18 факторов, которые предоставили возможность создания высокоточного метода прогнозирования: возраст, площадь глубокого ожога, температура тела, концентрация сегментоядерных нейтрофилов, общего белка мочевины, креатинина и лактата в крови, FiO_2 , pH мочи, содержание лейкоцитов и белка в моче, диурез в первые, вторые и третьи сутки, объем выпитой воды в первые сутки и инфузии в третьи сутки. При оценке данного метода с проведением ROC-анализа и построением четырехпольной таблицы сопряженности было выявлено, что эффективность при прогнозировании летального исхода составляет 87%, а при благоприятном течении ожоговой болезни — 93% соответственно [6].

Нами также был проведен сравнительный анализ новой модели с такими методами, как правило Ваух, индекс Frank и модель пробит-анализа Матвиенко с помощью построения четырехпольных таблиц сопряженности. В ходе исследования было выявлено, что существующие ранее индексы обладают высокой точностью в прогнозировании благоприятного течения ожоговой болезни 80–90% и сомнительной эффективностью — при летальном исходе 40–60%, соответственно. Дополнительным фактором, подвергающим сомнению использование данных моделей, является отсутствие основных факторов, отражающих патогенез ожоговой травмы и влияние проводимой инфузионной терапии в первые сутки стационарного лечения.

Тенденции развития моделей прогнозирования летального исхода у пациентов с ожоговой травмой напрямую зависят как от возможностей лечебно-профилактических учреждений,

так и от создания новых диагностических методов исследования и модификаций тактики лечения. Использование новых методов статистического анализа и машинного обучения позволяет совершенствовать и ускорять процессы прогнозирования, выводя данное направление на новый уровень. Несмотря на то что основными факторами в прогнозировании летального исхода у тяжелообожженных всегда будут выступать площадь и глубина ожога, необходимо продолжать исследовать новые взаимосвязи в патогенезе ожоговой травмы и проведенном лечении, и их влиянии на исход заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрович Ю.С., Гордеев В.И. Оценочные и прогностические шкалы в медицине критических состояний. СПб.: ЭЛБИ; 2010.
2. Алексеев А.А. Заседание профильной комиссии по комбустиологии Минздрава России совместно с Пленумом Общероссийской общественной организации «Объединение комбустиологов «Мир без ожогов» [Электронный ресурс]. Электрон. текстовые дан. М.: [б.и.]; 2020. Режим доступа: http://combustiolog.ru/news_site/zasedaniya-profil-noj-komissii-po-kombustiolologii, свободный.
3. Брус Т.В., Пахомова М.А., Васильев А.Г. Коррекция печеночной дисфункции на модели обширного глубокого ожога. Педиатр. 2017; 8(2): 62–7. DOI: 10.17816/PED8262-67.
4. Вагнер Д.О., Шлык И.В., Юрина В.Н. Факторы риска эрозивно-язвенного поражения желУДКа и двенадцатиперстной кишки у пострадавших с тяжелой термической травмой. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2016; 13(2): 13–20.
5. Васильев А.Г., Дергунов А.В., Дергунов А.А. и др. Особенности регуляции нейроэндокринных и гуморальных процессов у пострадавших с обширными ожогами. Russian Biomedical Research. 2018; 3(4): 13–6.
6. Заворотный О.О., Зиновьев Е.В., Костяков Д.В. Возможности прогнозирования летального исхода тяжелообожженных на основе методов регрессионного анализа. Вестник хирургии имени И.И. Грекова. 2020; 179(5): 21–9. <https://DOI.org/10.24884/0042-4625-2020-179-5-21-29>.
7. Матвиенко А.В. Оптимальные модели прогнозирования исхода ожогов. Вестник Российской военно-медицинской академии. 2020; 2: 235–40.
8. Матвиенко А.В., Плотников С.А., Шиндяпин С.В. Модель прогноза исхода ожоговой травмы на основе пробит-анализа. Вестник хирургии имени И.И. Грекова. 2006; 4: 50–3.
9. Матвиенко А.В., Чмырев И.В., Петрачков С.А. Определение тяжести состояния обожженных с помощью координатных сеток вероятности летального исхода. Скорая медицинская помощь. 2013; 1: 34–43.
10. Мензул В.А., Ковалев А.С., Смелая Т.В. и др. Клиническое наблюдение критического ожога пламенем. Russian Biomedical Research. 2019; 4(3): 17–24
11. Петрухин В.А. и др. Прогноз летальности обожженных с использованием базы данных комбустиологической информации.

- Материалы 5-й Респ. науч. конференции «Патогенез и лечение острых периодов ожоговой болезни». Киев. 1984: 13.
12. Яхьяева Э.Б. Общая характеристика термических поражений. Теория и практика модернизации научной деятельности в условиях цифровизации. Воронеж. 2021: 192–4.
 13. Bartels P. et al. The ABSI is dead; long live the ABSI — reliable prediction of survival in burns with a modified Abbreviated Burn Severity Index. *Burns*. 2020; 46(6): 1272–9.
 14. Baux S. et al. Burns in the elderly. *Burns*. 1989; 15: 239–40.
 15. Belgian Outcome Burn Injury Study Group. Development and validation of a model for prediction of mortality in patients with acute burn injury. *British Journal of Surgery*. 2009; 96:111–7.
 16. Bergquist M. et al. The time-course of the inflammatory response to major burn injury and its relation to organ failure and outcome. *Burns*. 2019; 45(2): 354–63.
 17. Berry C.C., Wachtel T.L., Frank H.A. An analysis of factors which predict mortality in hospitalized burn patients. *Burns*. 1982; 9: 38–45.
 18. Bhatia A.S., Mukherjee B.N. Predicting survival in burned patients. *Burns*. 1992; 18: 368–72.
 19. Coste J., Wasserman D., Venot A. Predicting mortality in adult burned patients: methodological aspects of the construction and validation of a composite ratio scale. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1996; 49: 1125–31.
 20. Forster N.A. et al. 30 years later-Does the ABSI need revision. *Burns*. 2011; 37: 958–63.
 21. Hussain A., Choukairi F., Dunn K. Predicting survival in thermal injury: A systematic review of methodology of composite prediction models. *Burns*. 2013; 39(5): 835–50.
 22. Jaskille A.D. et al. Outcomes from burn injury-should decreasing mortality continue to be our compass. *Clinics in Plastic Surgery*. 2009; 36: 701–8.
 23. Lumenta D.B., et al. Mortality and morbidity among elderly people with burns — evaluation of data on admission. *Burns*. 2008; 34: 965–74.
 24. McGwin Jr.G. et al. Improving the ability to predict mortality among burn patients. *Burns*. 2008; 34: 320–7.
 25. Moore E.C. et al. A simple tool for mortality prediction in burns patients: APACHE III score and FTSA. *Burns*. 2010; 36: 86–91.
 26. Moyer C.A. Aging and mortality from thermal injury. *Gerontology*. 1954; 9(4): 456–64.
 27. Pantet O. et al. Comparison of mortality prediction models and validation of SAPS II in critically ill burns patients. *Annals of Burn and Fire Disasters*. 2016; 29(2):123–9.
 28. Ryan C.M. et al. Objective estimates of the probability of death from burn injuries. *The New England Journal of Medicine*. 1998; 338: 349–62.
 29. Sheppard N.N. et al. The Belgian severity prediction model compared to other scoring systems in a burn intensive care population. *Burns*. 2010; 36: 1320–1.
 30. Stern M., Waisbren B.A. Comparison of methods of predicting burn mortality. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*. 1979; 13: 201–4.
 31. Stylianou N. et al. Mortality risk prediction in burn injury: Comparison of logistic regression with machine learning approaches. *Burns*. 2015; 41(5): 925–34.
 32. Weidenfeld St. Ueber der Verbrennungstod. Abhängigkeit des Verbrennungstodes von der Größe der verbrannten Hautfläche. *Arch. Dermatol. und Syphilis*. 1902; 61: 33–56.
 33. Zawacki B.E., Azen S.P., Imbus S.H., Chang Y.T. Multifactorial probit analysis of mortality in burned patients. *Ann Surg*. 1979; 189: 1–5.
 34. Zöch G. et al. Comparison of prognostic indices for burns and assessment of their accuracy. *Burns*. 1992; 18: 109–12.

REFERENCES

1. Aleksandrovich Yu.S., Gordeyev V.I. Otsenochnyye i prognosticheskiye shkaly v meditsine kriticheskikh sostoyaniy. [Evaluation and prognostic scales in critical care medicine]. Sankt-Peterburg: ELBI Publ.; 2010. (in Russian)
2. Alekseyev A.A. Zasedaniye profil'noy komissii po kombustologii Minzdrava Rossii sovmestno s Plenumom Obshcherossiyskoy obshchestvennoy organizatsii «Ob»yedeneniye kombustologov «Mir bez ozhogov» [Elektronnyy resurs]. Elektron. tekstovyye dan. Moskva: [b.i.]; 2020. Rezhim dostupa: http://combustiolog.ru/news_site/zasedaniya-profil-noj-komissii-po-kombustologii_svbodnyy. (in Russian)
3. Brus T.V., Pakhomova M.A., Vasil'yev A.G. Korrektsiya pechenochnoy disfunktsii na modeli obshirnogo glubokogo ozhoga. [Correction of hepatic dysfunction on the model of an extensive deep burn]. *Pediatr*. 2017; 8(2): 62–7. DOI: 10.17816/PED8262-67 (in Russian)
4. Vagner D.O., Shlyk I.V., Yurina V.N. Faktory riska erozivno-yazvennogo porazheniya zheludka i dvenadtsatiperstnoy kishki u postradavshikh s tyazhelyo termicheskoy travmoy. [Risk factors for erosive and ulcerative lesions of the stomach and duodenum in patients with severe thermal injury]. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii*. 2016; 13(2): 13–20. (in Russian)
5. Vasil'yev A.G., Dergunov A.V., Dergunov A.A. i dr. Osobennosti regulyatsii neyroendokrinnyykh i gumoral'nykh protsessov u postradavshikh s obshirnymi ozhogami. [Features of the regulation of neuroendocrine and humoral processes in patients with extensive burns]. *Russian Biomedical Research*. 2018; 3(4): 13–6. (in Russian)
6. Zavorotniy O.O., Zinov'yev Ye.V., Kostyakov D.V. Vozmozhnosti prognozirovaniya letalnogo iskhoda tyazheloobozhzhennykh na osnove metodov regressionnogo analiza. [Possibilities of predicting the lethal outcome of severely burned patients based on regression analysis methods]. *Vestnik khirurgii imeni I.I. Grekova*. 2020; 179(5): 21–9. <https://DOI.org/10.24884/0042-4625-2020-179-5-21-29> (in Russian)
7. Matveyenko A.V. Optimal'nyye modeli prognozirovaniya iskhoda ozhogov. [Optimal models for predicting the outcome of burns]. *Vestnik rossiyskoy voyenno-meditsinskoy akademii*. 2020; 2: 235–40. (in Russian)
8. Matveyenko A.V., Plotnikov S.A., Shindyapin S.V. Model' prognoza iskhoda ozhogovoy travmy na osnove probit-analiza. [A model for predicting the outcome of a burn injury based on probit analysis]. *Vestnik khirurgii imeni I.I. Grekova*. 2006; 4: 50–3. (in Russian)
9. Matveyenko A.V., Chmyrev I.V., Petrachkov S.A. Opredeleniye tyazhesti sostoyaniya obozhzhennykh s pomoshch'yu koordinatnykh



- setok veroyatnosti letal'nogo iskhoda. [Determining the severity of the condition of those burned using coordinate grids of the probability of a lethal outcome]. *Skoraya meditsinskaya pomoshch'*. 2013; 1: 34–43. (in Russian)
10. Menzul V.A., Kovalev A.S., Smelaya T.V. i dr. Klinicheskoye nablyudeniye kriticheskogo ozhoga plamenem. [Clinical observation of a critical burn with a flame]. *Russian Biomedical Research*. 2019; 4(3): 17–24. (in Russian)
 11. Petrukhin V.A. i dr. Prognoz letal'nosti obozhzhennykh s ispol'zovaniyem bazy dannykh kombustiologicheskoy informatsii. [Forecast of lethality of burn patients using a database of combustiological information]. *Materialy 5-y Resp. nauch. konferentsii «Patogenez i lecheniye ostrykh periodov ozhogovoy bolezni»*. Kiyev. 1984: 13. (in Russian)
 12. Yakh'yayeva E.B. Obshchaya kharakteristika termicheskikh porazheniy. [General characteristics of thermal lesions]. *Teoriya i praktika modernizatsii nauchnoy deyatel'nosti v usloviyakh tsifrovizatsii*. Voronezh. 2021: 192–4. (in Russian)
 13. Bartels P. et al. The ABSI is dead; long live the ABSI — reliable prediction of survival in burns with a modified Abbreviated Burn Severity Index. *Burns*. 2020; 46(6): 1272–9.
 14. Baux S. et al. Burns in the elderly. *Burns*. 1989; 15: 239–40.
 15. Belgian Outcome Burn Injury Study Group. Development and validation of a model for prediction of mortality in patients with acute burn injury. *British Journal of Surgery*. 2009; 96:111–7.
 16. Bergquist M. et al. The time-course of the inflammatory response to major burn injury and its relation to organ failure and outcome. *Burns*. 2019; 45(2): 354–63.
 17. Berry C.C., Wachtel T.L., Frank H.A. An analysis of factors which predict mortality in hospitalized burn patients. *Burns*. 1982; 9: 38–45.
 18. Bhatia A.S., Mukherjee B.N. Predicting survival in burned patients. *Burns*. 1992; 18: 368–72.
 19. Coste J., Wasserman D., Venot A. Predicting mortality in adult burned patients: methodological aspects of the construction and validation of a composite ratio scale. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1996; 49: 1125–31.
 20. Forster N.A. et al. 30 years later-Does the ABSI need revision. *Burns*. 2011; 37: 958–63.
 21. Hussain A., Choukairi F., Dunn K. Predicting survival in thermal injury: A systematic review of methodology of composite prediction models. *Burns*. 2013; 39(5): 835–50.
 22. Jaskille A.D. et al. Outcomes from burn injury-should decreasing mortality continue to be our compass. *Clinics in Plastic Surgery*. 2009; 36: 701–8.
 23. Lumenta D.B. et al. Mortality and morbidity among elderly people with burns — evaluation of data on admission. *Burns*. 2008; 34: 965–74.
 24. McGwin Jr.G. et al. Improving the ability to predict mortality among burn patients. *Burns*. 2008; 34: 320–7.
 25. Moore E.C. et al. A simple tool for mortality prediction in burns patients: APACHE III score and FTSA. *Burns*. 2010; 36: 86–91.
 26. Moyer C.A. Aging and mortality from thermal injury. *Gerontology*. 1954; 9(4): 456–64.
 27. Pantet O. et al. Comparison of mortality prediction models and validation of SAPS II in critically ill burns patients. *Annals of Burn and Fire Disasters*. 2016; 29(2):123–9.
 28. Ryan C.M. et al. Objective estimates of the probability of death from burn injuries. *The New England Journal of Medicine*. 1998; 338: 349–62.
 29. Sheppard N.N. et al. The Belgian severity prediction model compared to other scoring systems in a burn intensive care population. *Burns*. 2010; 36: 1320–1.
 30. Stern M., Waisbren B.A., Comparison of methods of predicting burn mortality. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*. 1979; 13: 201–4.
 31. Stylianou N. et al. Mortality risk prediction in burn injury: Comparison of logistic regression with machine learning approaches. *Burns*. 2015; 41(5): 925–34.
 32. Weidenfeld St. Ueber der Verbrennungstod. Abh ngigkeit des Verbrennungstodes von der gr sse der verbrannten Hautflache. *Arch. Dermatol. und Syphilis*. 1902; 61: 33–56.
 33. Zawacki B.E., Azen S.P., Imbus S.H., Chang Y.T. Multifactorial probit analysis of mortality in burned patients. *Ann Surg*. 1979; 189: 1–5.
 34. Zöch G. et al. Comparison of prognostic indices for burns and assessment of their accuracy. *Burns*. 1992; 18: 109–12.