

Оптимальные модели прогнозирования исхода ожогов

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Ожоговая травма является серьезной проблемой с высокой заболеваемостью и смертностью. Исходы ожоговой травмы являются наиболее важными показателями результатов научных исследований и важным критерием принятия решений в клинической практике. Наличие десятков прогностических методик указывает на отсутствие «идеальной» модели прогнозирования исхода ожогов, что подтверждается необходимостью их валидации в каждом ожоговом центре. Применение моделей прогноза в клинических целях позволяет определять риск смертности отдельного пациента, то есть тяжесть его состояния. Однако балльные шкалы не позволяют определять тяжесть состояния группы пациентов. При этом достижение большинства заявленных целей прогноза становится невозможным. Методологическая ошибка заложена в нарушении очередности действий в ходе эксперимента. В первую очередь необходимо стратифицировать группы исследований по тяжести состояния, а затем изучать их характеристики. Однако ни одна из известных моделей прогноза не дает возможности определять тяжесть состояния группы пациентов и, следовательно, стратифицировать их в исследовательских целях. С учётом структуры и методов создания моделей надежды на многоцентровые рандомизированные проспективные исследования, которые, как предполагается, позволят улучшить их качество, не оправданы. Критерием для создания лучшей модели является её оптимальность, позволяющая на основе прогноза определять тяжесть состояния с целью достижения максимальной практической пользы. С её помощью становится возможным планировать эксперименты и решать реальные проблемы комбустиологии. Такая модель позволит создавать практические рекомендации и стандарты по лечению ожогов.

Ключевые слова: ожоги, лечение ожогов, ингаляционная травма, прогностическая модель, показатель риска смертности, тяжесть состояния пострадавшего, стратификация, комбустиология.

Введение. У науки две основные цели – это предвидение и польза. Способность предвидеть возможное будущее дает возможность выбора альтернатив в настоящем. Системы прогноза риска смертности (РС) (синоним: вероятность летального исхода – ВЛИ) среди обожженных необходимо использовать с первых минут пребывания пациента в отделении интенсивной терапии (ОИТ) ожогового центра (ОЦ) для клинической оценки тяжести его состояния (ТС) и обоснования решений по адекватному лечению, что особенно важно при чрезвычайных ситуациях и катастрофах. Шкалы, основанные на физиологических критериях: быстрая оценка физиологических функций и состояния здоровья (acute physiology and chronic health evaluation – APACHE II), и упрощенная острая физиологическая оценка (simplified acute physiological score – SAPS II), – для этих целей непригодны; их применение нуждается в отдельном анализе. Другими заявленными целями прогноза являются оценка инновационных вмешательств, улучшение распределения ресурсов больницы, урегулирование юридических вопросов [6, 21]. Прогностические модели опираются на положения клинической эпидемиологии, согласно которым при неопределенности диагноза и исхода лечения для конкретного больного они должны быть выражены через вероятности [6]. Многие авторы [1, 13, 16] считают, что наилучшей модели для прогнозирования смертности от ожогов не существует.

Цель исследования. Показать реальные возможности практического применения разных моделей прогноза в комбустиологии с учетом их структуры и функции.

Материалы и методы. Изучены отечественные и англоязычные публикации, посвященные прогнозированию исходов ожоговой травмы, из которых были отобраны характеристики 5 моделей, соответствующих необходимым методологическим стандартам при их построении и валидации [18].

Результаты и их обсуждение. Классическими факторами риска смертности (РС) среди обожженных являются общая площадь ожога, выраженная в процентах (%ОПО) и возраст (годы) [10, 29], позднее к ним добавили ингаляционную травму (ИТ) [11, 31]. В 1902 г. St. Weidenfeld [29] показал, что прогноз выживания зависит от % ОПО и возраста пациента. В 1949 г. с помощью пробит-анализа была создана координатная сетка ВЛИ при разных комбинациях %ОПО и возраста [10], а опубликованный в 1961 г. индекс Ваух [7] предстал её упрощенной интерпретацией. Модификацией индекса стал прогностический ожоговый индекс (Prognostic Burn Index – PBI): площадь ожога III ст. (%ПГО)+1/2 площади поверхностного ожога II ст. (%ПО)+возраст [26]. Последняя версия – это пересмотренный индекс Ваух (revised Baux score – r-Baux): возраст+%ОПО+17* (* – ингаляционная травма, 1 = да, 0 = нет) [22].

В сокращенном индексе тяжести ожога (abbreviated burn severity index – ABSI) учитываются: женский пол – 1 балл, увеличение возраста – 1–5 баллов (0–20, 21–40, 41–60, 61–80, 81–100), увеличение %ОПО – 1–10 баллов (1–10, 11–20, 21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–70, 71–80, 81–90, 91–100), наличие ИТ – 1 балл и присутствие ожогов III ст. – 1 балл. Вероятность выживания варьируется от >99% до <10% [20].

Модель Galeiras включает 3 градации возраста (40–59; 60–79 и ≥80 лет), 4 градации %ОПО (20–39; 40–59; 60–79 и ≥80), 3 градации %ПГО (10–19; 20–59 и ≥60), женский пол и механическую вентиляцию (МВ), если она проводится в течение первых 72 ч. Любой показатель оценивается в 1 балл. Определены три группы риска смертности: низкая (<30%), промежуточная (30–70%) и высокая (>70%) – со смертностью 3, 6, 52 и 82,4% соответственно [14].

Бельгийская модель исхода ожоговой травмы (belgian outcome in burn injury – BOBI) определяет РС от 0 до 10 баллов: 0–4 балла в зависимости от %ОПО (до 20, 20–39, 40–59, 60–79; ≥80%), 0–3 балла по возрасту (до 50, 50–64, 65–79 ≥80 лет) и 3 балла при наличии ИТ [8].

Количество включенных в модель факторов риска (ФР), ряд условий и детерминант определяют широкий спектр вероятностей исхода [31]. Субъективизм в выборе их числа и вида – это наиболее частая ошибка [6]. В большинстве моделей их число обычно ограничено 3–6. Кроме ФР, на результаты прогноза могут оказывать влияние другие устранимые и неустраиваемые факторы, так называемые «вмешивающиеся факторы» (ВФ). Они представлены переменными, которые связаны с классическими факторами риска, но не являются промежуточными звеньями в цепочке «фактор-исход». Если поправки на ВФ внести невозможно, то его влияние нельзя будет отличить от влияния изучаемых воздействий. При внесении поправок на факторы, которые частично вызваны изучаемым воздействием и также коррелируют с исходом, могут возникнуть систематические ошибки. К ВФ относятся ожоги пламенем [15, 24], глубокие ожоги [20], пол, сопутствующие заболевания, злоупотребление алкоголем, курение [14, 17, 20], пневмония [20], самоповреждение [21], МВ легких [14], результаты функциональных и лабораторных исследований [13]. Большое число условий и детерминант влияют на универсальные взаимосвязи и взаимодействия и вызывают «смещение смертности». Несмотря на повышение выживаемости пациентов с течением времени, установить истинные количественные отношения характеристик обожженных с исходом невозможно из-за особенностей предикторов (например, поверхностные или глубокие ожоги) и множества ВФ [5]. Есть существенные различия во влиянии предикторов и «вмешивающихся факторов» на смертность, поскольку прогноз и риск описывают разные явления. Прогноз – это вероятностный исход травмы, определяемый классическими предикторами. Риск, обусловленный ВФ, – это вероятность необязательного события, которое может случиться

или нет. Оно зависит от того, будет или не будет материализоваться влияние ВФ, поскольку результаты их действия не являются детерминированными, но показатель РС может «накапливаться» за их счёт. Значимость ФР и ВФ является относительной, их влияние в развитии и исходах травмы неравноценно и варьируется в зависимости от методики получения прогноза. Попытки разработчиков моделей дополнить возраст, %ОПО и ИТ другими ВФ дают минимальный прирост в предсказательной способности, то есть более «тяжелые» формулы не имеют преимуществ перед моделями с классическими предикторами [31]. Исключить овеществление ВФ в расчетах позволяет процедура идеализации, но она невозможна при небольшом числе пациентов, которое используется для деривации большинства моделей.

ИТ считают сильным предиктором смертности среди обожженных [17, 20, 21, 24]. При пошаговой логистической регрессии было установлено, что ИТ имеет меньший вес, чем %ОПО и возраст, но её влияние в 1,7 раза выше, чем влияние ПГО и пола [11]. Особенно отчетливо проявляется влияние ИТ на смертность у пациентов со средним риском смерти (20–45%) по возрасту и %ОПО. Модель r-Ваух, разработанная на основе исходов 39888 пациентов с помощью логистической регрессии, в которой учитывался возраст+%ОПО+17* (* – ингаляционная травма, 1 = да, 0 = нет), показала, что возраст и %ОПО почти одинаково влияют на смертность, а наличие ИТ эквивалентно 17 годам (или 17% ожога). Модель имеет лучшую дискриминацию и калибровку и дает более точные прогнозы с вероятностью смерти в диапазоне от 0 до 100% [22]. Верификация влияния ИТ на смертность по координатной сетке [2] показала, что наличие ИТ повышает показатель ВЛИ на 0,1–0,3 вероятностных единицы (в. е.). У пациентов с ОПО 50% ПТ оценить влияние увеличения возраста и %ОПО трудно, поскольку тяжелые ожоги сопровождаются повышенным уровнем смертности даже без связи с ИТ. Остается неясным, какую степень травмы, установленную по систематизированной шкале (2, 3 или 4?), следует включать в модели прогноза, поскольку проблема ИТ далеко не решена.

Исследования связи между полом и смертностью противоречивы. Некоторые авторы [15, 21, 23, 26] считают, что мужской пол является сильным предиктором смертности, а другие обращают внимание на высокий РС для женского пола. P. Vico, J. Papillon [27] выявили связь между полом и смертностью в однофакторном анализе, а R. Galeiras et al. [14] нашли такую связь именно в многофакторном анализе. L. Pompermaier et al. [24] и В.Е. Zawacki et al. [31] вообще отрицают влияние пола на смертность от ожогов.

Существует возражение против включения ожогов III ст. в модели оценки РС в течение первых 24 ч после травмы. Основанием является низкая точность клинической оценки степени ожога (60–75%) в 1-е сутки по сравнению с лазерной доплерографией на 3-и сутки (95%) после травмы. Однако если раннюю

некрэктомию можно отложить на 72 часа при ограниченных ожогах III ст., то при обширных поражениях это едва ли рационально.

Применение пошаговой однофакторной логистической регрессии для определения значимости отдельных факторов риска, а для формирования моделей – многофакторной регрессии позволило выявить ряд важных фактов. При однофакторном логистическом анализе не установлена связь смертности ни с этиологическим агентом, ни с задержкой поступления в ОЦ, а при многофакторном анализе оказалось, что МВ, а не ИТ является ФР смертности [14]. Среди специалистов сложилось мнение, что множественная регрессия и пробит-анализ дают завышенные показатели смертности, а дискриминантный и логистический анализы не имеют преимуществ по сравнению с пробит-анализом и качественно дают примерно одинаковые результаты. Поэтому наличие универсальных методологических стандартов при создании моделей вызывает сомнения.

Прогноз во всех случаях является информированным знанием о неизвестном [31]. Эмпирическая интерпретация, характеризующая связь уравнений с опытом, достигается за счет отображения теоретических схем на объекты только тех ситуаций, на объяснение которых претендует модель. Поэтому оценки качественных свойств моделей сильно варьируются между различными ожоговыми центрами и между разными странами. Это обусловлено тем, что популяции пациентов, методы лечения и другие факторы в них могут сильно различаться [31]. Вследствие этого модель ВЛИ из одного ОЦ можно использовать в другом только после её валидации на представительной группе пациентов (в идеале 200 или более) из данного лечебного учреждения. А если модель содержит, кроме возраста, %ОПО и ИТ, различные ВФ, то её предпочтительно использовать там, где она создана.

Независимо от метода формирования качественные характеристики различных моделей: точность, специфичность и чувствительность – отличаются. Результаты валидации моделей в разных ОЦ с неодинаковым количеством пациентов показали, что их точность достигает 75–91%, чувствительность – 61–86%, специфичность – 91–98%. Модели с более высокими качественными свойствами нет и, по-видимому, быть не может [31]. Полезная модель должна иметь как высокие отрицательные, так и положительные прогностические значения. В соотношениях качественных свойств моделей имеется характерная особенность: чем выше конкретность прогноза, тем ниже её эффективность. То есть чем выше чувствительность, тем ниже специфичность, и наоборот. Модели с высокой чувствительностью часто дают истинные результаты при наличии положительного исхода. Напротив, модель с высокой специфичностью чаще дает истинный результат при наличии отрицательного исхода. Поэтому хорошей дискриминацией считаются значения выше 80% [9].

Бесспорным является тот факт, что все модели прогноза хорошо предсказывают фатальные исходы

у тяжелообожженных и плохо – у пациентов с высокой вероятностью выживания. В группе пациентов с интенсивной терапией оценка подтвердила «отличные качества» r-Vaux и ABSI. При этом оценка BOBI была «разочаровывающей», что, вероятно, обусловлено её тесной зависимостью от стандартизированного диагноза ИТ [23]. J.F. Woods et al. [30] установили, что лучшие результаты показали r-Vaux и BOBI, а у ABSI была самая высокая отрицательная прогностическая ценность – 99,75%; тем не менее индекс имел низкую положительную прогностическую ценность, всего 66,08%, то есть значительно переоценивал уровень смертности. N. Brusselaers et al. [9], H.E. Douglas et al. [12] и J.F. Woods et al. [30] считают, что модели BOBI и r-Vaux особенно полезны для прогнозирования РС у пациентов с острой ожоговой травмой в ОЦ. В многофакторной логистической регрессии при сравнении моделей r-Vaux, BOBI и ABSI для пациентов, поступивших в ОИТ с ОПО $\geq 15\%$ ПТ, ожогами III ст., ИТ и МВ, только показатели r-Vaux ($p < 0,001$) были независимо связаны со смертностью [17]. В. Halgas et al. [16] подтверждают «превосходную точность» модели r-Vaux. При этом она является простой и может широко применяться для исследовательских и клинических целей, тем более прогноз легко рассчитать по номограмме [15].

В итоге применения моделей образуется разное число групп риска смертности: в ABSI их 6, в BOBI – 11, а в Galeiras – 3 группы. Большинство авторов рассматривают их как основу для оценки клинического состояния пациента и выбора тактики лечения. И это, по-видимому, их единственная заявленная польза. Однако фактических данных, каким образом показатель РС влияет на тактику лечения, в литературе нет.

Модели рекомендуется широко использовать в исследовательских и терапевтических целях [15, 17]. Однако использовать группы РС моделей ABSI, BOBI и Galeiras для исследовательских целей невозможно. Шкала баллов ABSI выделяет 6 групп риска смертности, соответствующих очень низкой, умеренной, умеренно тяжелой, серьезной, тяжелой и максимальной угрозе жизни. Выживаемость составляет 99, 98, 80–90, 50–70, 20–40 и $< 10\%$ соответственно.

Допустим, что 2 пациента имеют число баллов 8–9, выживаемость при этом составляет 50–70%; угроза жизни для обоих серьезная (serious). Пациент 1: пол (ж) – 1 балл + 60 лет – 3 балла + ИТ – 1 балл + ожог III ст. – 0 + %ОПО (31%) – 4 балла = 9 баллов. Пациент 2: пол (м) – 0 + 41 год – 3 балла + ИТ – 0 + ожог III ст. – 1 балл + %ОПО (40%) – 4 балла = 8 баллов. При определении ТС по %ОПО и возрасту [3] у 1-го пациента (60 лет, ОПО 31%) индекс тяжести состояния (ИТС) составляет 0,6 у. е., состояние крайне тяжелое (шок!); фактическая летальность в группе $64 \pm 5,5\%$. У 2-го пациента (41 год, ОПО 40%) ИТС 0,5 у. е. – тяжелое состояние; фактическая летальность $32,6 \pm 5,0\%$. То есть, шкала баллов ABSI даёт прогноз риска смертности (в %) в группах, включающих пациентов с разной ТС.

Способ расчета баллов в модели ABSI не рационален; оценка наличия у пациента ИТ или ожога III ст. в 1 балл объяснения не находит. Идеальной системы подсчета баллов нет, а попытки усовершенствовать её оказались безуспешными. Число вариантов РС при сумме 8–9 баллов – это количество сочетаний по 5 признакам из 8, то есть 56 комбинаций. Недостаточное число пациентов не позволяет выделять группы с однородными переменными, то есть проводить стратификационный анализ – один из методов контроля влияния ВФ – и проводить качественную рандомизацию – основной вид борьбы с систематической ошибкой в контролируемых клинических испытаниях. В этом случае стратификация и рандомизация пациентов в проспективных (пусть и многоцентровых) исследованиях, на которые возлагаются надежды [13, 14], превращаются в неразрешимую головоломку со многими неизвестными. Ключевой недостаток состоит в том, что ни одна группа РС не определяет ТС групп пациентов, поэтому им недоступна стратификационная рандомизация [31]. Примеры применения показателя РС в клинических и исследовательских целях в литературе отсутствуют. Статистических систематических обзоров, основанных на стратификации групп пациентов по величине РС, в базах данных Medline, PubMed и других источниках, нет. К тому же, группы риска смертности не могут выступать в качестве приборов-измерителей и не позволяют операционально определять важные для клинической практики вопросы лечения, а также тезаурус ожоговой патологии. При обзоре литературы по проблемам ожоговой травмы создается впечатление, что в комбустиологии работают две независимые группы исследователей. Первая группа стремится достичь максимально точного прогноза РС, а вторая – абсолютно игнорирует достижения первой, не предлагающей шкалу стратификации пациентов на группы по тяжести состояния.

За множеством противоречий скрывается факт принципиальной невозможности достигнуть «абсолютного прогноза», поскольку это противоречит теории прогнозирования. Несовершенство моделей, представляющих собой по-разному взвешенные версии почти одинаковых переменных, больше указывает на значительную гетерогенность групп неидеализированных ожоговых пациентов по возрасту, %ОПО, ИТ и содержанию разных ВФ, что присуще моделям ABSI, BOBI и Galeiras. Возраст не связан линейно со смертностью, если в группу входят дети [14], поэтому их включение в модели не оправдано. На модель прогнозирования смертности влияют пациенты, поступающие в ОИТ с ОПО $\geq 15\%$ или $\geq 20\%$ ПТ, с МВ, ожогами III ст. и стандартизированной или нестандартизированной ИТ [17], а также пациенты, умирающие по причинам, не связанным с ожогом [24]. Кроме того, в моделях не могут адекватно учитываться специфика повреждающего агента [14] или эффекты вмешательства, например, формула жидкостного замещения в шоке или раннее хирургическое лечение;

модели не различают отягощающие эффекты сопутствующего хронического заболевания или травмы. В конечном счёте независимо от используемой модели у 20–40% пациентов фактический исход остаётся неопределённым. «Идеальная» модель должна быть применима к различным комбинациям предикторов и ВФ ущерба для точности, чтобы её можно было экстраполировать на совокупность пациентов, отличную от той, на которой она была создана [16]. Поскольку такой модели нет, следует прилагать больше усилий для её поиска с помощью многоцентровых рандомизированных проспективных исследований с большими объемами выборки [13, 14, 31]. Однако тезис J.R. Saffle et al. [25] для этих надежд выглядит приговором: «Не может быть найдено надежного метода для прогнозирования выживаемости при поступлении». Создание новых моделей представляется не столь актуальным, поскольку «старые модели (например, r-Vaux и ABSI) продемонстрировали адекватную прогностическую эффективность по сравнению с более новыми моделями» [16].

В большей степени выбор модели прогноза зависит от его целей. Из множества публикаций следует, что главную задачу прогнозирования авторы видят в максимально точном определении риска смертности. Хорошая модель должна обеспечивать точное число пациентов, которые, как ожидается, умрут среди группы подобных пациентов, то есть она должна хорошо разделять выживающих и умирающих пациентов. Возможность обоснования клинических решений в качестве дополнения к субъективному мнению за счет объективной оценки тяжести заболевания пациента кажется привлекательной. Однако ряд заболеваний у пациентов, страдающих метастатическим раком, заболеваниями почек или печени и др., подвержены очень высокому риску смертности по сравнению с пациентами без этих заболеваний, которые имеют аналогичные ожоговые травмы. Поэтому системы оценки никоим образом не предназначены для замены здравого клинического суждения, отчего субъективный компонент определения РС остается значительным. Ни один метод не может надежно предсказать смертность хирургических пациентов в ОИТ, ответить на вопрос, будет ли отдельный пациент жить или умрет при предполагаемом риске смертности [19, 31], поэтому врачи должны быть осторожны при использовании моделей с этой целью. Высокая смертность среди пациентов старше 60 лет связана с практикой отказа в лечении или его прекращения на основе этических, медицинских и социальных критериев [23]. По понятным этическим причинам никто не может продлить явно бесполезное лечение на несколько дней для целей науки. В отечественной комбустиологии нормативных актов для отказа пациенту в лечении нет. Остается фактом, что пациентов с очень низкими шансами на выживание можно успешно лечить [28]. Модели полезны для проведения сравнений разных ОИТ и выработки гипотез о том, почему результаты в них отличаются [19].

Существуют ли оптимальные модели прогнозирования исхода ожогов? Оптимальной следует считать модель, отвечающую многокритериальности и обладающую максимальной полезностью и универсальностью. Проблема прогнозирования включает множество взаимосвязанных задач, которые не ставились при создании рассматриваемых моделей, отчего их общей чертой является ограниченность [13]. Ни одна из них не обеспечивает совокупность необходимых целей прогнозирования, то есть не отвечает условиям многокритериальной оптимальности. Только S. Emara [13] ясно указал на потребность в прогнозе как средстве для стратификации пациентов на группы сравнения в исследовательских и терапевтических целях.

Оптимальность предполагает альтернативный процесс выбора нескольких целей с установлением параметров допустимых отклонений при решении определенных задач. Важно: небольшое снижение точности прогноза не является критическим, поскольку во всех моделях он остаётся вероятностным. Модель, созданная на кафедре термических поражений Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (ВМА), базируется на классическом понимании под оптимумом точки экстремума, соответствующей главной задаче – функции предсказания и находящейся на «золотой середине» меры для решения других задач прогнозирования. Одной из них является установление ТС пациента, имеющее фундаментальное методологическое значение. Соотнесение показателя ВЛИ со шкалой тяжести состояний позволяет определять тяжесть травмы и её обширность, избирать адекватное объёмное жидкостное замещение и его особенности в острой стадии травмы, определять оптимальные методы и сроки хирургического лечения. Такой подход позволяет осуществлять стратификационную рандомизацию и оценивать эффективность различных вмешательств, влияющих на исход травмы. Модель, созданная с помощью пробит-анализа на основе консервативного лечения пациентов, обеспечивает высокую степень идеализации и служит эталоном при проведении сравнительных исследований. Результаты её практического применения обобщены в ряде публикаций [2–5 и др.].

Заключение. Анализ качественных свойств и возможностей прогностических моделей заключается в необходимости понимания стратегии их практического применения. Выбирая модель, врач должен ясно определить цели, которые он преследует при её выборе. Большинство моделей имеют ограниченную клиническую пользу, что обусловлено методами их создания, а их исследовательская функция не находит практического применения. Простые модели более полезны для оценки риска у постели больного и первоначальной сортировки. При поступлении пациента в стационар для определения показателя РС (ВЛИ) можно применять любую модель после её валидации, поскольку прогностическая способность разных моделей и их качественные свойства суще-

ственно не отличаются. Включение в модели вмешивающихся факторов, имеющих различные оценки при разных вариантах логистической регрессии, представляется излишним. С точки зрения практики оптимальной является модель, разработанная на кафедре термических поражений ВМА, с классическими предикторами, которая обладает большим числом качественных свойств, не доступных другим моделям. Она создана на большом числе наблюдений, что значительно снижает степень влияния ВФ, а её точность, чувствительность и специфичность сопоставимы с другими моделями.

Литература

- Алексанин, С.С. Концепция и технологии организации оказания экстренной медицинской помощи при ожоговой травме в чрезвычайных ситуациях: монография / С.С. Алексанин, А.А. Алексеев, С.Г. Шаповалов. – СПб.: ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России, 2016. – С. 32.
- Матвеевко, А.В. Определение понятий в комбустиологии / А.В. Матвеевко // Воен.-мед. журн. – 2019. – Т. 340, № 8. – С. 9–16.
- Матвеевко, А.В. Определение тяжести состояния обожженных с помощью координатных сеток вероятности летального исхода / А.В. Матвеевко, И.В. Чмырёв, С.А. Петрачков // Скорая медицинская помощь. – 2013. – Т. 14, № 1. – С. 34–43.
- Матвеевко, А.В. О критериях тяжести ожоговой травмы / А.В. Матвеевко [и др.] // Воен.-мед. журн. – 2018. – Т. 339, № 3. – С. 21–26.
- Матвеевко, А.В. Методологический тупик текущей парадигмы ожоговой травмы / А.В. Матвеевко [и др.] // Вестн. Росс. воен.-мед. академии. – 2019. – № 1 (65). – С. 214–219.
- Флетчер, Р. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины: пер. с англ. / Р. Флетчер, С. Флетчер, Э. Вагнер. – М.: МедиаСфера. – 1998. – 352 с.
- Baux, S. Contribution a l'etude du traitement local des brulures thermique etendues / S. Baux // Paris, France: Thesis. – 1961. – P. 149.
- Belgian Outcome in Burn Injury Study Group. Development and validation of a model for prediction of mortality in patients with acute burn injury // Br. J. Surg. – 2009. – Vol. 96, № 1. – P. 111–117.
- Brusselsaers, N. Assessment of mortality prediction models in a Ghanaian burn population / N. Brusselsaers, P. Agbenorku, P.E. Hoyte-Williams // Burns. – 2013. – Vol. 39, № 5. – P. 997–1003.
- Bull, J.P. A study of mortality in a burns unit / J.P. Bull, J.R. Squire // Ann. Surg. – 1949. – Vol. 130. – P. 160–173.
- Colohan, S.M. Predicting prognosis in thermal burns with associated inhalational injury: a systematic review of prognostic factors in adult burn victims / S.M. Colohan // Burn Care Res. – 2010. – Vol. 31, № 4. – P. 529–539.
- Douglas, H.E. Comparison of mortality prediction models in burns ICU patients in Pinder elds Hospital over 3 years / H.E. Douglas [et al.] // Burns. – 2015. – Vol. 41, № 1. – P. 49–52.
- Emara, S. Prognostic indicators in acute burned patients: review / S. Emara // J. Acute Disease. – 2015. – Vol. 4, № 2. – P. 85–90.
- Galeiras, R. A model for predicting mortality among critically ill burn victims / R. Galeiras [et al.] // Burns. – 2009. – Vol. 35, № 2. – P. 201–209.
- Gomez, M. The FLAMES score accurately predicts mortality risk in burn patients / M. Gomez [et al.] // J. Trauma. – 2008. – Vol. 65, № 3. – P. 636–645.
- Halgas, B. A comparison of injury scoring systems in predicting burn mortality / B. Halgas, C. Bay, K. Foster // Ann. Burns Fire Disasters. – 2018. – Vol. 31, № 2. – P. 89–93.
- Heng, J.S. Revised Baux score and updated Charlson comorbidity index are independently associated with mortality

- in burns intensive care patients / J.S. Heng [et al.] // Burns. – 2015. – Vol. 41, № 7. – P. 1420–1427.
18. Hussain, A. Predicting survival in thermal injury: a systematic review of methodology of composite prediction models / A. Hussain, F. Choukairi, K. Dunn // Burns. – 2013. – Vol. 39, № 5. – P. 835–850.
 19. Le Gall, J.R. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European / J.R. Le Gall, S. Lemeshow, F. Saulnier // North American multicenter study // JAMA. – 1993. – Vol. 270. – P. 2957–2963.
 20. McGwin, G. Improving the ability to predict mortality among burn patients / G. McGwin [et al.] // Burns. – 2008. – Vol. 34, № 3. – P. 320–327.
 21. Moore, E.C. A simple tool for mortality prediction in burns patients: APACHE III score and FTSA / E.C. Moore [et al.] // Burns. – 2010. – Vol. 36, № 7. – P. 1086–1091.
 22. Osler, T. Simplified estimates of the probability of death after burn injuries: extending and updating the baux score / T. Osler, L.G. Glance, D.W. Hosmer // J. Trauma. – 2010. – Vol. 68, № 3. – P. 690–697.
 23. Pantet, O. Comparison of mortality prediction models and validation of SAPS II in critically ill burns patients / O. Pantet [et al.] // Ann. Burns Fire Disaster. – 2016. – Vol. 29, № 2. – P. 123–129.
 24. Pompermaier, L. Burned patients who die from causes other than the burn affect the model used to predict mortality: A national exploratory study / L. Pompermaier [et al.] // Burns. – 2018. – Vol. 44, № 2. – P. 280–287.
 25. Saffle, J.R. Recent outcomes in the treatment of burn injury in the United States: a report from the American Burn Association Patient Registry / J.R. Saffle, B. Davis, P. Williams // J. Burn Care Rehabil. – 1995. – Vol. 16, № 3. – P. 219–232.
 26. Tagami, T. Validation of the prognostic burn index: a nationwide retrospective study / T. Tagami [et al.] // Burns. – 2015. – Vol. 41, № 6. – P. 1169–1175.
 27. Vico, P. Factors involved in burn mortality: a multivariate statistical approach based on discriminant analysis / P. Vico, J. Papillon // Burns. – 1992. – Vol. 18, №3. – P. 212–215.
 28. Vorstandlechner, V. Are we bound to our scores? A 74-year-old patient with an abbreviated burn severity index of 14 / V. Vorstandlechner [et al.] // Ann. Fire Burn Disaster. – 2018. – Vol. 31, № 2. – P. 94–96.
 29. Weidenfeld, St. Ueber der Verbrennungstod. Abh ngigkeit des Verbrunnungstodes von der gr sse der verbrannten Hautflache / St. Weidenfeld // Arch. f r Dermatologie und Syphilis. – 1902. – B. 61. – S. 33-56.
 30. Woods, J.F. Predicting mortality in severe burns - what is the score? Evaluation and comparison of 4 mortality prediction scores in an Irish population / J.F. Woods, C.S. Quinlan, O.P. Shelley // Plast. Reconstr. Surg. – Glob. Open. – 2016. – Vol. 4, № 1. – P. 606.
 31. Zawacki, B.E. Multifactorial probit analysis of mortality in burned patients / B.E. Zawacki [et al.] // Ann. Surg. – 1979. – Vol. 189, № 1. – P. 1–5.

A.V. Matveenکو

Optimal models for predicting the outcome of burns

Abstract. Burn injury is a serious problem with high morbidity and mortality. Burn injury outcomes are the most important indicators of research results and an important criterion for decision making in clinical practice. The presence of dozens of prognostic techniques indicates the absence of an «ideal» model for predicting the outcome of burns, as evidenced by the need to validate them in each burn center. The use of prognosis models for clinical purposes allows you to determine the risk of mortality of an individual patient, that is, the severity of his condition. However, point scales do not allow to determine the severity of the condition of groups of patients. Moreover, the achievement of most of the stated goals of the forecast becomes impossible. A methodological error lies in the violation of the sequence of actions during the experiment. First of all, it is necessary to stratify research groups according to the severity of the condition, and only then study their characteristics. However, none of the known forecast models makes it possible to determine the severity of the condition of a group of patients, and, therefore, to stratify them for research purposes. Given the structure and methods of creating models of hope for multicenter randomized prospective studies, which are expected to improve their quality, are not justified. The criterion for creating the best model is its optimality, which allows forecasting to determine the severity of the condition in order to achieve maximum practical benefit. With its help, it becomes possible to plan experiments and solve real problems of combustiology. This model will allow you to create practical recommendations and standards for the treatment of burns.

Key words: burns, treatment of burns, inhalation injury, prognostic model, mortality risk indicator, severity of the victim's condition, stratification, combustiology.

Контактный телефон: +7-921-300-67-57; e-mail: vmeda-nio@mil.ru