


RESEARCH

Open Access



An international RAND/UCLA expert panel to determine the optimal diagnosis and management of burn inhalation injury

Helena Milton-Jones¹, Sabri Soussi^{2,3}, Roger Davies⁴, Emmanuel Charbonney^{7,8}, Walton N. Charles^{5,6}, Heather Cleland^{9,10}, Ken Dunn¹¹, Dashiell Gantner^{12,13}, Julian Giles¹⁴, Marc Jeschke^{15,16}, Nicole Lee¹⁷, Matthieu Legrand^{18,19}, Joanne Lloyd²⁰, Ignacio Martin-Loeches^{21,22,23}, Olivier Pantet²⁴, Mark Samaan²⁵, Odhran Shelley^{26,27}, Alice Sisson⁴, Kaisa Spragg²⁸, Fiona Wood^{29,30,31}, Jeremy Yarrow³², Marcela Paola Vizcaychipi^{4,7}, Andrew Williams^{7,17}, Jorge Leon-Villapalos^{7,17}, Declan Collins^{7,17}, Isabel Jones^{7,17} and Suveer Singh^{1,4,7,33,34,35*} 

Международная группа экспертов RAND/UCLA

Определение оптимальной диагностики и лечения ожоговой ингаляционной травмы

Перевод А.А. Науменко

Южно-Сахалинск

2024 год

Резюме

Актуальная информация. Ожоговая ингаляционная травма является основной причиной смертности и заболеваемости, связанных с ожогами. Несмотря на опубликованные практические рекомендации, не существует единого мнения относительно лучших стратегий диагностики и лечения. Модифицированное исследование DELPHI с использованием метода адекватности (RAM) RAND/UCLA (Калифорнийский университет, Лос-Анджелес) систематически анализировало мнения группы экспертов. Мнение экспертов было объединено с имеющимися доказательствами, чтобы определить, что является уместным и неуместным суждением при диагностике и лечении ингаляционной ожоговой травмы.

Методы. Многопрофильная комиссия из 15 человек, состоящая из анестезиологов, реаниматологов и пластических хирургов, занимающихся клиническим ведением пациентов с обширными ожогами, приняла модифицированный подход Delphi с использованием метода RAM. Они оценили уместность утверждений, описывающих варианты диагностики и лечения ингаляционной ожоговой травмы, по шкале Лайкерта. Был завершен модифицированный окончательный опрос, включающий 140 заявлений, разделенных на сбор анамнеза и физикальное обследование (20), исследование (39), обеспечение проходимости дыхательных путей (5), системную токсичность (23), инвазивную искусственную вентиляцию легких (29) и фармакотерапию (24). Медианные рейтинги уместности и индекс несогласия (DI) были рассчитаны для классификации утверждений как приемлемых, неопределенных или неприемлемых.

Результаты. Из 140 утверждений 74 были оценены как приемлемые, 40 как неопределенные и 26 как неприемлемые. Первоначальная интубация с использованием эндотрахеальных трубок диаметром $\geq 8,0$ мм, стратегия защитной вентиляции легких, первоначальный бронхоскопический лаваж, серийный бронхоскопический лаваж при тяжелом ингаляционном ожоговом повреждении, небулайзерное введение гепарина и сальбутамола при умеренно-тяжелом процессе и N-ацетилцистеина при умеренном ингаляционном ожоговом повреждении были признаны приемлемыми. Незащитные стратегии вентиляции, высокочастотная осцилляционная вентиляция, высокочастотная перкуссионная вентиляция, профилактическое системное назначение антибиотиков и кортикостероидов были признаны неприемлемыми. Эксперты не согласились ($DI \geq 1$) по шести утверждениям, классифицированным как неопределенные: использование бронхоскопии для определения потребности в жидкости ($DI = 1,52$), интубация эндотрахеальными трубками с внутренним диаметром $< 8,0$ мм ($DI = 1,19$), использование давления в дыхательных путях ($DI = 1,19$) и ингаляции 5000 МЕ гепарина, N-ацетилцистеина и сальбутамола при легкой форме ингаляционной ожоговой травме ($DI = 1,52, 1,70, 1,36$ соответственно).

Выводы. Эксперты в основном согласились с приемлемыми и неприемлемыми критериями диагностики и лечения ингаляционной ожоговой травмы, как указано в

опубликованном руководстве. Существует неопределенность в отношении оптимальной диагностики и лечения различных степеней тяжести ингаляционной ожоговой травмы. Будущие исследования должны изучить точность бронхоскопической классификации ингаляционной ожоговой травмы, ценность бронхиального лаважа в различных группах тяжести и эффективность небулайзерной терапии при различной степени тяжести ингаляционной ожоговой травмы.

Графическая абстракция

Международная группа экспертов RAND/UCLA для определения оптимальной диагностики и лечения ингаляционной ожоговой травмы	
Двухэтапное модифицированное исследование RAM Delphi	Основные результаты
<p>1. Формирование утверждений на основе поиска литературы и экспертного мнения</p> <p>2. Заявления разделены на 6 категорий: клинические особенности, исследования, обеспечение проходимости дыхательных путей, системная токсичность, инвазивная вентиляция и фармакотерапия</p> <p>3. 15 анестезиологов, реаниматологов и пластических хирургов с опытом лечения обширных ожогов в двух раундах анкетирования и панельных встреч, оценили уместность утверждений по шкале от 1 до 9.</p> <p>4. Заявления были классифицированы как приемлемые, неопределенные и неприемлемые в соответствии с медианным рейтингом уместности и индексом согласия</p>	<p>✓ 76 заявлений классифицированы как приемлемые, включая интубацию трахеи трубкой ≥8 мм внутреннего диаметра, защитная стратегия ИВЛ, бронхоскопический лаваж, и ингаляционное введение гепарина при средне тяжелой и тяжелой ингаляционной ожоговой травме</p>
	<p>? 40 заявлений классифицированы как неопределенные, включая ингаляционное введение гепарина, N-ацетилцистеина и сальбутамола при легкой ингаляционной ожоговой травме, а также использование бронхоскопии для определения необходимого объема инфузионной терапии</p>
	<p>✗ 26 заявлений классифицированы как неприемлемые, включая серийный лаваж трахеобронхиального дерева при ингаляционной ожоговой травме средней степени тяжести, не протективные режимы ИВЛ, высокочастотную перкуссионную и высокочастотную осцилляторную ИВЛ, профилактическую антибиотикотерапию и кортикостероиды</p>
	<p>Выводы</p> <p>Хотя эксперты по ожогам в основном пришли к единому мнению относительно приемлемых и неприемлемых критериев диагностики и лечения ингаляционной ожоговой травмы, как указано в опубликованных руководствах, остаются значительные области неопределенности</p> <p>Будущие исследования должны изучить точность бронхоскопической классификации ингаляционной ожоговой травмы, ценность бронхиального лаважа при различной степени тяжести и эффективность небулайзерной терапии при различной степени тяжести ингаляционной ожоговой травмы</p>



Milton-Jones H et al.

Введение

Тяжелые ожоги представляют собой глобальную проблему здравоохранения и составляют значительную часть пациентов, находящихся на лечении в отделениях интенсивной терапии (ОИТ). По оценкам Всемирной организации здравоохранения, во всем мире ежегодно происходит 180 000 смертей, связанных с ожогами, в основном в результате бытовых пожаров и несчастных случаев на производстве [1]. Одним из распространенных проявлений ожогов является ожоговая ингаляционная травма, возникающая в результате вдыхания горячих газов и токсичных веществ, содержащихся в дыме [2]. Микроскопическое и системное патофизиологическое поражение, проявляющееся при макроскопическом трахеобронхите, связано с эффектом комбинации процессов. К ним относятся прямые термические травмы (пиролиз и нагретые твердые частицы дыма), дефицит кислорода, местное воздействие токсинов (например, активных форм кислорода и азота, а также более растворимых веществ, которые преимущественно поражают слизистую оболочку верхних дыхательных путей) и системные токсические эффекты (например, менее растворимые молекулы, которые

всасываются и влияют на трахеобронхиальное дерево и/или паренхиму посредством эпителиальной/эндотелиальной абсорбции) [2]. Ингаляционная ожоговая травма может возникать как при наличии, так и при отсутствии ожогов кожи [2]. Распространенность среди госпитализированных ожоговых пациентов составляет 19,8% и является независимым предиктором смертности с общим уровнем смертности 10,9% [3–5]. В 1987 году *Shirani et al.* сообщили, что ожидаемая смертность у пациентов с обширными ожогами повышалась до 20% при наличии ингаляционной ожоговой травмы и до 60% при наличии ингаляционной ожоговой травмы и пневмонии [5]. Пациенты с ожогами кожи и ингаляционной ожоговой травмой подвергаются более высокому риску развития более раннего и тяжелого ОРДС по сравнению с пациентами без ингаляционной ожоговой травмы [6]. Выжившие после ингаляционной ожоговой травмы сталкиваются со значительной заболеваемостью, включая нарушение толерантности к физической нагрузке из-за снижения силы дыхательных мышц, способности кашлять и снижения форсированной жизненной емкости легких [7]. В социальном плане у выживших после ожогов с ингаляционной ожоговой травмой уровень безработицы через 24 месяца после травмы значительно выше, чем у людей без ингаляционной ожоговой травмы [8].

Несмотря на бремя ингаляционной ожоговой травмы, остаются неопределенности в методах диагностики и лечения. Пробелы в знаниях существуют из-за нехватки РКИ, а практические рекомендации Международного общества ожоговой травмы (ISBI) 2016 года по ингаляционной ожоговой травме основаны на высококачественных, но ограниченных экспериментальных данных (**Рисунок 1**) [9]. Особенности руководства ISBI включают в себя то, что диагноз во многом зависит от анамнеза пациента и результатов физикального обследования, в то время как считается, что бронхоскопия имеет большое значение для подтверждения первоначального диагноза [10]. Бронхоскопия, наряду с сокращенной оценкой травм (AIS), может использоваться для оценки степени тяжести ингаляционной ожоговой травмы [11]. В рекомендациях подчеркивается поддержание проходимости дыхательных путей, но оптимальный размер эндотрахеальной трубки и время интубации или трахеостомии при ингаляционной ожоговой травме остаются неясными [9]. Многим пациентам требуется инвазивная искусственная вентиляция легких, но взаимосвязь между ингаляционной ожоговой травмой и вентилятор-ассоциированным повреждением легких (VALI) недостаточно изучена, а научно обоснованная стратегия вентиляции при ингаляционной ожоговой травме еще не разработана [9]. Современная практика предполагает использование вентиляции с малым объемом для защиты от VALI, как при ОРДС, но ее реализация остается неоднозначной и спекулятивной. Исследуемые таргетные методы лечения включают гепарин для предотвращения образования тромбов фибрина, N-ацетилцистеин для разложения слизи, и сальбутамол в качестве бронходилататора [12]. Их относительная эффективность и безопасность

неясны, как и роль, если таковая имеется, ингаляционного бикарбоната натрия, о котором нет опубликованной литературы, но, как сообщается, он практикуется в некоторых ожоговых центрах в Великобритании [13].

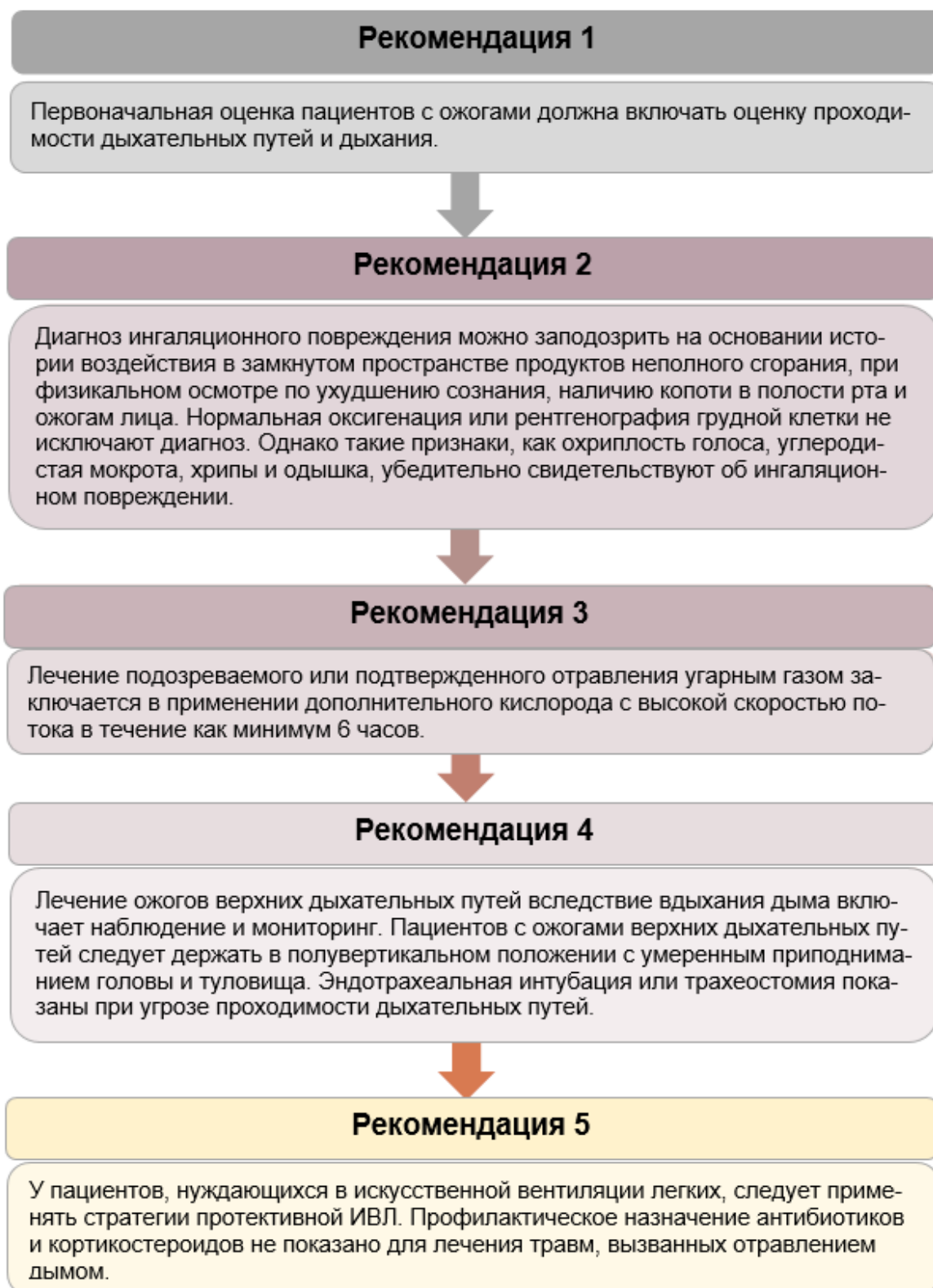


Рисунок 1. Действующие практические рекомендации Международного общества ожоговой травмы (ISBI) по ожоговым ингаляционным травмам [9]

Таким образом, мы запросили мнение группы экспертов, используя заранее определенную и структурированную методологию, объединив доступные доказательства и собственный опыт с целью исследования областей наибольшей уверенности в ведении пациентов с ингаляционной ожоговой травмой. Еще одной целью было выявить области неопределенности или разногласий среди экспертов, подчеркнув необходимость улучшения практических рекомендаций и дополнительных доказательств.

Полученные результаты

В состав многопрофильной комиссии вошли десять специалистов в области анестезии и/или интенсивной терапии и пять пластических хирургов, специализирующихся на лечении тяжелых ожоговых пациентов. Участники дискуссии находились на трех континентах в шести странах: Великобритании, Ирландии, США, Канаде, Швейцарии и Австралии. Все 15 экспертов завершили оба раунда.

Итоговый опрос включал 140 утверждений по диагностике и лечению ингаляционной ожоговой травмы: 74 были оценены как приемлемые, 40 - неопределенные и 26 - непримлемые. Соглашение было достигнуто по всем сценариям, кроме шести. Разногласия возникли относительно использования бронхоскопии для определения потребности в жидкости, размера эндотрахеальной трубки для начальной интубации, вентиляции со сбросом давления в дыхательных путях при ОРДС и использования ингаляций гепарина, N-ацетилцистеина и сальбутамола при легкой форме ингаляционной ожоговой травмы.

Данные анамнеза и физикального обследования, которые приводят к подозрению на ингаляционную ожоговую травму

У пациентов, в анамнезе подвергавшихся воздействию огня и дыма, такие факторы, как воздействие огня в замкнутом пространстве, длительное воздействие, потеря сознания, сердечно-легочная реанимация и известные летальные исходы в одном и том же инциденте, были оценены как приемлемые для подозрения на диагноз ингаляционной ожоговой травмы. Присутствие ускорителей на месте происшествия было оценено как неопределенный показатель. Результаты физикального обследования, касающиеся повреждений надглоточного пространства, включая ожоги лица и шеи, опаленные волосы на лице и в носу, отек, эритему и образование волдырей в полости рта и ротоглотки, а также стридор, были оценены как приемлемые. Наличие подсвязочного повреждения, включая кашель, свистящее дыхание, охриплость голоса, одышку, углеродистую мокроту, повышенную секрецию, использование вспомогательных дыхательных мышц и изменение сознания, были оценены как приемлемые (Рисунок 2).

Анамнез и результаты физикального осмотра			
Повреждение	Пациент подвергся воздействию огня и дыма		
Признаки ожоговой ингаляционной травмы	Воздействие огня и дыма в закрытом помещении	Длительное воздействие огня и дыма	Потеря сознания
	Необходимость проведения сердечно-легочной реанимации на месте происшествия.	Известные погибшие в том же происшествии	Наличие ускорителей на месте происшествия
Признаки термического повреждения надглоточного пространства	Сильные ожоги лица или шеи.	Опаленные волосы на лице или в носу	Отек полости рта и/или ротоглотки
	Эритема полости рта и/или ротоглотки	Образование волдырей в полости рта и/или ротоглотки	Стридор
Признаки подвязочного и альвеолярного химического повреждения	Кашель	Хрипы	Осиплость голоса
	Одышка	Углеродистая мокрота	Повышенная секреция
	Использование вспомогательных дыхательных мышц	Изменённое сознание	

■ приемлемые ■ неопределенные

Рисунок 2. Целесообразность использования анамнеза и результатов обследования в качестве индикаторов потенциальной ожоговой ингаляционной травмы. По каждому утверждению были рассчитаны средние баллы. Утверждения со средним баллом ≤ 3 классифицируются как неприемлемые (красный фон), >3 и <7 – неопределенные (желтый фон) и ≥ 7 – приемлемые (зеленый фон). Разногласий не было ни по одному утверждению. Участники дискуссии $n = 15$.

Исследования

Для помощи в диагностике ингаляционной ожоговой травмы в острых и подострых условиях соответствующие меры включали измерение газов артериальной крови (включая лактат), измерение карбоксигемоглобина, традиционную и видеоларингоскопию, волоконно-оптическую назальную эндоскопию и бронхоскопию. Радионуклидная визуализация с использованием ксенона-133, МРТ или исследование функции легких были признаны неприемлемыми. УЗИ легких, рентгенограмма и КТ грудной клетки были оценены как неопределенные. Интересно, что рентгенограмма грудной клетки была оценена как неопределенная в остром периоде, что может быть незначительной статистической аномалией, однако представляет собой стандартную практику для любого госпитализированного пациента с серьезными травмами.

Для оценки тяжести ингаляционной ожоговой травмы и прогноза в остром или подостром состоянии соответствующие меры включали измерение газов артериальной крови, измерение карбоксигемоглобина, рентгенографию и КТ грудной клетки, видеоларингоскопию и бронхоскопию. Радионуклидная визуализация с использованием ксенона-133 была признана неприемлемой. В настоящее время это остается экспериментальным инструментом, которому препятствуют практические аспекты

клинической доступности и доступности. Прогностические исследования после острого диагностического процесса, такие как УЗИ легких на месте, фиброоптическая назальная эндоскопия, традиционная ларингоскопия, МРТ или исследование функций легких, были оценены как неопределенные (**Рисунок 3**).

Бронхоскопия при лечении ингаляционной ожоговой травме

Бронхоскопия была признана приемлемым методом для оценки риска смертности при использовании вместе с классификацией AIS. Ее использование в качестве дополнения для определения потребности в жидкости вызвало разногласия и было оценено как неопределенное (DI = 1,52). Сохранялась неопределенность в отношении способности прогнозировать продолжительность искусственной вентиляции легких. Терапевтический лаваж при проведении бронхоскопии был оценен как неопределенный при легкой ингаляционной ожоговой травме, но приемлемый при ингаляционной ожоговой травме средней и тяжелой степени. Серийный терапевтический лаваж был признан неприемлемым при легкой степени ингаляционной ожоговой травме, неопределенным при ингаляционной ожоговой травме средней степени тяжести и приемлемым при тяжелой ингаляционной ожоговой травме. Серийная визуальная оценка дыхательных путей с помощью бронхоскопии была неопределенной при легкой и средней степени тяжести ингаляционной ожоговой травме, но приемлемой при тяжелой ингаляционной ожоговой травме. Использование бронхоскопии для доставки терапевтических препаратов было оценено как неопределенное для всех степеней тяжести ингаляционной ожоговой травмы (**Рисунок 3**).

Исследования				
Цель исследования	Пациенты с подтвержденной или подозреваемой ингаляционной ожоговой травмой			
Диагностика	Газы артериальной крови	Уровень карбоксигемоглобина	УЗИ легких в месте оказания помощи	Радионуклидная визуализация с помощью ксенона-133
	Фиброоптическая назальная эндоскопия	Традиционная ларингоскопия	Рентген ОГК	MPT
	Видеоларингоскопия	Бронхоскопия*	КТ ОГК	Легочные функциональные тесты
Предикторы тяжести повреждения и прогноза	Газы артериальной крови	Уровень карбоксигемоглобина	УЗИ легких в месте оказания помощи	MPT
	Рентген ОГК	КТ ОГК	Фиброоптическая назальная эндоскопия	Легочные функциональные тесты
	Видеоларингоскопия	Бронхоскопия*	Традиционная ларингоскопия	Радионуклидная визуализация с помощью ксенона-133
Использование бронхоскопии	Пациенты с подтвержденной или подозреваемой ингаляционной ожоговой травмой, которым проводится бронхоскопия			
Дополнительная терапия	Оценка риска смертности на основе степени тяжести бронхоскопии	Прогнозирование продолжительности искусственной вентиляции легких на основе степени тяжести бронхоскопии	Рекомендации по потреблению жидкости на основе степени тяжести бронхоскопии‡	
Легкая степень ингаляционной ожоговой травмы	Первоначальный терапевтический лаваж бронхиального дерева	Серийное наблюдение за дыхательными путями	Введение препаратов	Периодический терапевтический лаваж бронхиального дерева
Средняя степень тяжести ингаляционной ожоговой травмы	Первоначальный терапевтический лаваж бронхиального дерева	Периодический терапевтический лаваж бронхиального дерева	Серийное наблюдение за дыхательными путями	Введение препаратов
Тяжелая ингаляционная ожоговая травма	Первоначальный терапевтический лаваж бронхиального дерева	Периодический терапевтический лаваж бронхиального дерева	Серийное наблюдение за дыхательными путями	Введение препаратов

■ приемлемые ■ неопределенные ■ неприемлемые

Рисунок 3. Целесообразность исследований в диагностике и лечении ожоговой ингаляционной травмы. По каждому утверждению были рассчитаны средние баллы. Утверждения со средним баллом ≤ 3 классифицируются как неприемлемые (красный фон), >3 и <7 – неопределенные (желтый фон) и ≥ 7 – приемлемые (зеленый фон). Тяжесть ожоговой ингаляционной травмы определялась в соответствии с критериями сокращенной шкалы травм (AIS) как легкая (1 степень), средняя (2 степень) и тяжелая (3–4 степень). Разногласия присутствовали по одному утверждению ($DI \geq 1$). Участники дискуссии $n = 15$.

*Бронхоскопия, если пациент интубирован. ‡ Обозначает несогласие ($DI \geq 1$)

Управление дыхательными путями

Первоначальная интубация стандартной эндотрахеальной трубкой с внутренним диаметром $\geq 8,0$ мм с манжетой была признана приемлемой для пациентов с ингаляционной ожоговой травмой с риском нарушения проходимости дыхательных путей. Интубация трубками диаметром $< 8,0$ мм вызвала разногласия и была оценена как неприемлемая (ДИ = 1,19). Повторная экстубация и реинтубация между посещениями операционной для пациентов с ингаляционной ожоговой травмой, нуждающихся в хирургическом вмешательстве, была признана неприемлемой. Вместо этого ранняя трахеостомия (в течение семи дней после интубации) или поздняя трахеостомия (после восьми дней или более интубации) были признаны приемлемыми (**Рисунок 4**).

Управление дыхательными путями			
Вмешательство	Пациенты с подтвержденной или подозреваемой ингаляционной ожоговой травмой с проблемными дыхательными путями		
Размер эндотрахеальной трубки при первоначальной интубации	Внутренний диаметр ≥ 8 мм	Внутренний диаметр < 8 мм ‡	
Подходы к пациентам, которым может потребоваться длительная эндотрахеальная интубация *	Ранняя трахеостомия (в течение семи дней после интубации)	Плановая поздняя трахеостомия (после восьми дней после интубации)	Повторная экстубация или реинтубация §

приемлемые
 неопределенные
 неприемлемые

Рисунок 4. Целесообразность стратегий обеспечения проходимости дыхательных путей при ожоговой ингаляционной травме. По каждому утверждению были рассчитаны средние баллы. Утверждения со средним баллом $< 3,5$ были классифицированы как неприемлемые (красный фон), $\geq 3,5$ и $< 6,5$ как неопределенные (желтый фон) и $\geq 6,5$ как приемлемые (зеленый фон). Разногласия присутствовали по одному утверждению (ДИ ≥ 1). Участники дискуссии: n = 10.

*Свыше 7 дней. ‡ Обозначает несогласие (ДИ ≥ 1). § В перерывах между посещениями операционной

Системная токсичность при ингаляционной ожоговой травме

Для лечения интоксикации угарным газом приемлемой была признана оксигенотерапия с высокой фракцией кислорода. Перевод пациентов на гипербарическую оксигенотерапию за пределы ожогового отделения был признан неприемлемым. Теоретическая доступность гипербарической оксигенотерапии в ожоговом центре была оценена как неопределенная. Такие факторы, как воздействие огня и дыма в замкнутом пространстве, повышение уровня лактата в сыворотке крови (≥ 8 ммоль/л), необъяснимая сердечная дисфункция, изменение сознания, судороги, остановка сердца и остановка дыхания, были оценены как приемлемые для подозрения на интоксика-

цию цианистым водородом. Обморок как показатель был оценен как неопределенный. Для лечения интоксикации цианистым водородом были признаны приемлемыми оксигенотерапия с высокой фракцией кислорода и гидроксикобаламин. Тиосульфат натрия, эдетат дикобальта, а также амил и нитрит натрия были оценены как неопределенные. В отсутствие лабораторного подтверждения интоксикации цианистым водородом немедленное введение гидроксикобаламина было признано приемлемым для пациентов с гиперлактатемией ≥ 8 ммоль/л, но непримлемым для пациентов с нормальным уровнем лактата (< 2 ммоль/л). Было признано непримлемым откладывать введение гидроксикобаламина в ожидании лабораторного подтверждения токсичности цианида водорода у пациентов с гиперлактатемией. Оставалось неопределенным, следует ли назначать гидроксикобаламин сразу пациентам с легкой гиперлактатемией или следует отложить введение до лабораторного подтверждения или более высокого клинического подозрения на интоксикацию (**Рисунок 5**).

Системная токсичность		
Доступность гипербарической оксигенации	Пациенты с ингаляционной ожоговой травмой и подтвержденным или подозреваемым отравлением угарным газом	
При доступности гипербарической оксигенации в ожоговом отделении	Оксигенотерапия с высокой фракцией кислорода	Гипербарическая оксигенация
При необходимости перевода из ожогового отделения в отделение гипербарической оксигенации внешнего учреждения	Оксигенотерапия с высокой фракцией кислорода	Гипербарическая оксигенация
Подход к оценке и лечению	Пациенты с ингаляционной ожоговой травмой и подтвержденной или клинически подозреваемой интоксикацией цианистым водородом	
Клинические факторы, указывающие на токсичность цианистого водорода	Воздействие огня в закрытом помещении	Судороги
	Высокий уровень сывороточного лактата	Остановка сердца
	Сердечная дисфункция не может быть сразу объяснена результатами неотложных исследований.	Остановка дыхания
	Нарушенное сознание	Синкопе
Лечение	Оксигенотерапия с высокой фракцией кислорода	Эдетат дикобальта
	Гидроксикобаламин	Формирование метгемоглобина нитритный антидот, например, амил или нитрит натрия
	Тиосульфат натрия	
Высокое клиническое подозрение на токсичность, но без лабораторного подтверждения.	Немедленно ввести гидроксикобаламин	Отсрочка введения гидроксикобаламина*
Умеренное клиническое подозрение на токсичность, но без лабораторного подтверждения	Немедленно ввести гидроксикобаламин	Отсрочка введения гидроксикобаламина*
Низкое клиническое подозрение на токсичность, но без лабораторного подтверждения	Отсрочка введения гидроксикобаламина*	Немедленно ввести гидроксикобаламин

приемлемые
 неопределенные
 неприемлемые

Рисунок 5. Приемлемость стратегий диагностики и лечения системной токсичности, связанной с ожоговой ингаляционной травмой. Для каждого утверждения были рассчитаны средние баллы. Утверждения со средним баллом ≤ 3 классифицируются как неприемлемые (красный фон), >3 и <7 – неопределенные (желтый фон) и ≥ 7 – приемлемые (зеленый фон). Клиническое подозрение на токсичность цианида водорода определялось как низкое (нормальный уровень лактата в крови и отсутствие потенциально подозрительных признаков), умеренное (умеренная лактатемия ниже 8 ммоль/л и небольшое количество потенциально подозрительных признаков) и высокое (гиперлактатемия ≥ 8 ммоль/л и потенциально подозрительные признаки), особенности, включая лакто-метаболический ацидоз с анионным разрывом, изменение сознания, необъяснимую сердечную дисфункцию). Высокий уровень лактата в сыворотке определялся как ≥ 8 ммоль/л. Разногласий не было ни по одному утверждению. ВП, ожог, ингаляционная травма. Члены комиссии, n = 15.

*До получения более высокого клинического подозрения или лабораторного подтверждения.

Инвазивная искусственная вентиляция легких

Для пациентов с ингаляционной ожоговой травмой, нуждающихся в искусственной вентиляции легких, как с ОРДС, так и без него, стратегии защиты легких (дыхательный объем <6 мл/кг идеальной массы тела, давление плато <30 см H_2O) были признаны приемлемыми. Обычные стратегии вентиляции, не защищающие легкие, высокочастотная осцилляционная вентиляция (HFOV) были признаны непримлемыми, как и высокочастотная перкуссионная вентиляция (HFPPV), стратегия вентиляции, используемая для улучшения очистки дыхательных путей. Вентиляция со сбросом давления в дыхательных путях (APRV) была признана приемлемой для пациентов ингаляционной ожоговой травмой с ОРДС, но неопределенной для пациентов без ОРДС. Положение на животе, маневры рекрутирования, ингаляционные аналоги простагличина, ингаляционный оксид азота, миорелаксанты и проведение вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ВВ-ЭКМО) были признаны приемлемыми для пациентов с ингаляционной ожоговой травмой с рефрактерной гипоксемией. Проведение ВВ-ЭКМО было признано приемлемым, даже если для этого требовался перевод пациента из ожогового отделения без возможностей ВВ-ЭКМО в альтернативное отделение интенсивной терапии. Практические аспекты отделения бригад ожоговых хирургов и медсестер бригады отделения интенсивной терапии ЭКМО представляют собой проблему для оптимального лечения пациентов, если они не расположены в одном месте (**Рисунок 6**).

Инвазивная механическая вентиляция легких		
Диагноз	Пациенты, которым необходима инвазивная механическая вентиляция легких	
ОРДС без ожоговой ингаляционной травмы	Протективная ИВЛ	Высокочастотная осцилляторная ИВЛ
	ИВЛ со сбросом давления в дыхательных путях ‡	Высокочастотная перкуссионная ИВЛ
	ИВЛ без стратегии защиты легких	
Ингаляционная ожоговая травма без ОРДС	Протективная ИВЛ	Высокочастотная осцилляторная ИВЛ
	ИВЛ со сбросом давления в дыхательных путях	Высокочастотная перкуссионная ИВЛ
	ИВЛ без стратегии защиты легких	
Ингаляционная ожоговая травма с ОРДС	Протективная ИВЛ	Высокочастотная осцилляторная ИВЛ
	ИВЛ со сбросом давления в дыхательных путях	Высокочастотная перкуссионная ИВЛ
	ИВЛ без стратегии защиты легких	
Пациенты, которым необходима инвазивная механическая вентиляция легких с рефрактерной гипоксемией		
ОРДС без ожоговой ингаляционной травмы	ИВЛ в прон-позиции	Миорелаксанты
	Рекрутмент маневры	Возможность проведения ВВ-ЭКМО на месте
	Ингаляция аналогов простациклина	Возможность проведения ВВ-ЭКМО, требующая перевода пациента в соответствующее отделение
	Ингаляция оксида азота	
Ингаляционная ожоговая травма с ОРДС	ИВЛ в прон-позиции	Миорелаксанты
	Рекрутмент маневры	Возможность проведения ВВ-ЭКМО на месте
	Ингаляция аналогов простациклина	Возможность проведения ВВ-ЭКМО, требующая перевода пациента в соответствующее отделение
	Ингаляция оксида азота	

■ приемлемые ■ неопределенные ■ неприемлемые

Рисунок 6. Целесообразность стратегии вентиляции легких при ожоговой травме дыхательных путей и/или остром респираторном дистресс-синдроме. По каждому утверждению были рассчитаны средние баллы. Утверждения со средним баллом <3,5 были классифицированы как неприемлемые (красный фон), ≥3,5 и <6,5 как неопределенные (желтый фон) и ≥6,5 как приемлемые (зеленый фон). Стратегии защитной вентиляции легких определялись как дыхательный объем <6 мл/кг идеальной массы тела, давление плато <30 см H₂O. Разногласия присутствовали по одному утверждению (DI ≥1). Участники дискуссии, n = 10.

‡ Обозначает несогласие (DI ≥1)

Фармакотерапия при ингаляционной ожоговой травме

Ингаляция гепарина в дозе 5000 МЕ была оценена как неприемлемая для пациентов с легкой ингаляционной ожоговой травмой (DI = 1,52), но приемлемой при средне-тяжелом и тяжелом течении. Ингаляция гепарина в дозе 10 000 МЕ была признана неприемлемой при легкой степени ингаляционной ожоговой травмы и неопределенной при средне-тяжелом и тяжелом течении. Ингаляция N-ацетилцистеина была оценена как неопределенная при легкой степени ингаляционной ожоговой травмы (DI = 1,70), приемлемой при средне-тяжелом течении и неопределенной при тяжелой ингаляционной ожоговой травме. Ингаляция бикарбоната натрия была оценена как неопределенная независимо от тяжести. Сальбутамол с помощью небулайзера был оценен как неопределенный при легкой ингаляционной ожоговой травме (DI = 1,36) и приемлемый при средне-тяжелом и тяжелом течении. Ингаляция рацемического адреналина была признана неприемлемой при легкой ингаляционной ожоговой травме и неопределенной при средне-тяжелом и тяжелом течении. Системное профилактическое применение антибиотиков и кортикостероидов было признано неприемлемым независимо от тяжести ингаляционной ожоговой травмы (Рисунок 7).

Таргетная фармакологическая терапия				
Диагноз	Пациенты с подтвержденной ингаляционной ожоговой травмой			
Легкая степень ожоговой ингаляционной травмы	Гепарин – 5000 МЕ небулайзером каждые четыре часа ‡	Сальбутамол небулайзером ‡	Гепарин – 10000 МЕ небулайзером каждые четыре часа	Профилактическая антибиотикотерапия
	N-ацетилцистеин небулайзером ‡	Бикарбонат натрия небулайзером	Рацемический адреналин небулайзером	Кортикостероиды
Ингаляционная ожоговая травма средней степени тяжести	Гепарин – 5000 МЕ небулайзером каждые четыре часа	Сальбутамол небулайзером	Гепарин – 10000 МЕ небулайзером каждые четыре часа	Профилактическая антибиотикотерапия
	N-ацетилцистеин небулайзером	Бикарбонат натрия небулайзером	Рацемический адреналин небулайзером	Кортикостероиды
Тяжелая ингаляционная ожоговая травма	Гепарин 5000 МЕ небулайзером каждые четыре часа	N-ацетилцистеин небулайзером	Гепарин – 10000 МЕ небулайзером каждые четыре часа	Профилактическая антибиотикотерапия
	Сальбутамол небулайзером	Бикарбонат натрия небулайзером	Рацемический адреналин небулайзером	Кортикостероиды

■ приемлемые ■ неопределенные ■ неприемлемые


Рисунок 7. Приемлемость фармакологической терапии при ожоговых ингаляционных повреждениях различной степени тяжести. По каждому утверждению были рассчитаны средние баллы. Утверждения со средним баллом ≤ 3 классифицируются как неприемлемые (красный фон), >3 и <7 – неопределенные (желтый фон) и ≥ 7 – приемлемые (зеленый фон). Тяжесть ожоговой ингаляционной травмы определялась в соответствии с критериями сокращенной шкалы травм как легкая (1 степень), средняя (2 степень) и тяжелая (3–4 степень). Разногласия присутствовали по трем утверждениям (DI ≥ 1). Участники дискуссии, n = 15.

‡ Обозначает несогласие (DI ≥ 1)

Основные результаты и рекомендации группы суммированы на **Рисунке 8**.

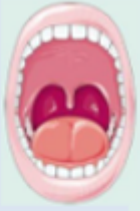
Пациент с риском ингаляционной ожоговой травмы

- Нарушение сознания
- СЛР на месте происшествия
- Известные случаи смерти на месте пожара
- Воздействие огня и дыма в закрытом помещении
- Длительное воздействие огня и дыма



Результаты физического обследования, указывающие на ингаляционную ожоговую травму

- Ожог лица и шеи
- Опаленные волосы на лице и в носу
- Углеродистая мокрота
- Повышенная секреция мокроты
- Участие вспомогательной дыхательной мускулатуры
- Измененное сознание
- Отек, эритема или волдыри в полости рта
- Стридор, кашель, хрипота, охриплость голоса или одышка




Бронхоскопия

Бронхоскопию можно рассмотреть для:


- Оценки риска смертности на основе степени тяжести бронхоскопии
- Начального терапевтического лаважа при ингаляционной ожоговой травме средней и тяжелой степени
- Серийных терапевтических лаважей при тяжелой ингаляционной ожоговой травме
- Периодического контроля дыхательных путей при тяжелой ингаляционной ожоговой травме

Серийный терапевтический лаваж не следует проводить при нетяжелой ингаляционной ожоговой травме




Стратегии управления дыхательными путями

- При возможности, первоначальная интубация эндотрахеальной трубкой с манжетой с внутренним диаметром более 8 мм
- Рассмотрите трахеостомию, если предполагается, что длительность стояния интубационной трубки будет превышать 7 суток
- По возможности следует избегать повторной интубации и вместо этого выполнить трахеостомию.




Пациент с риском отравления угарным газом

- Воздействие огня и дыма в закрытом помещении
- Кардиальная дисфункция
- Измененное сознание
- Судороги
- Остановка сердца или дыхания




Лечение при подозрении на системную токсичность

- Оксигенотерапия с высокой концентрацией при подозрении на отравление угарным газом или цианистым водородом
- Гидроксикобаламин при отравлении цианистым водородом
- В случае высокого клинического подозрения гидроксикобаламин следует вводить, не дожидаясь лабораторного подтверждения



Механическая вентиляция легких и дополнительная терапия

- Стратегия защитной ИВЛ с параметрами: ДО менее 6 мл/кг и давление плато менее 30 см H₂O
- Направьте пациента на ЗКМО при наличии клинических показаний, даже если требуется перевод пациента из ожогового центра.
- Следует избегать не протективных стратегий ИВЛ, высокочастотной осцилляторной и высокочастотной перкуссионной ИВЛ
- При рефрактерной гипоксемии рассмотрите ИВЛ в пром-позиции, рекрумент маневры, ингаляции с аналогами простаглинна, оксида азота, использование миорелаксантов
- Вентиляцию со сбросом давления в дыхательных путях можно рассмотреть у пациентов с ингаляционной ожоговой травмой и ОРДС, если это считается клинически целесообразным



Фармакологическое лечение

- Ингаляции с 5000 МЕ гепарина при ингаляционной ожоговой травме средней и тяжелой степени тяжести
- Ингаляции с N-ацетилцистеином при ингаляционной ожоговой травме средней степени тяжести
- Не следует использовать профилактическую антибиотикотерапию и кортикостероиды
- Безопасность и эффективность ингаляций с гепарином, N-ацетилцистеином и салбутамолом при легкой ингаляционной ожоговой травме остается неопределенной и не рекомендуется




Рисунок 8. Краткое изложение рекомендаций экспертной комиссии при ожоговой ингаляционной травме.

Обсуждение

Учитывая скудность современных данных, это исследование RAM дает представление о диагностике и лечении ингаляционной ожоговой травмы на основе мнений международной группы анестезиологов, реаниматологов и пластических хирургов ожоговых служб по всему миру. Вопросы были составлены на основе опубликованных руководств с целью всесторонне охватить клинически значимые проблемы повседневной практики [9]. Хотя большинство областей терапии были оценены как приемлемые, а некоторые явно неприемлемые, среди экспертов остаются значительные области неопределенности. К ним относятся аспекты использования бронхоскопии, обеспечения проходимости дыхательных путей, искусственной вентиляции легких и небулайзерных фармакологических добавок при различной степени тяжести ингаляционной ожоговой травмы, таких как гепарин при легкой степени тяжести.

Экспертная группа оценила бронхоскопию как наиболее подходящий инструмент для подтверждения первоначального диагноза и оценки прогноза при ингаляционной ожоговой травме. Предыдущие исследования показали, что бронхоскопия превосходит использование только анамнеза и клинических данных при диагностике, оценке тяжести и прогнозировании результатов при ингаляционной ожоговой травме [16–18]. Таким образом, тяжелая ингаляционная ожоговая травма связана с повышенной смертностью, тогда как травма средней степени тяжести ассоциируется с длительной искусственной вентиляцией легких [18]. В противоположном исследовании сообщалось, что у пациентов, которым проводилась бронхоскопия при поступлении, была более высокая смертность, более высокая заболеваемость пневмонией, длительное пребывание в отделении интенсивной терапии и продолжительность искусственной вентиляции легких, что вызывает опасения по поводу потенциального ятрогенного повреждения [19]. Это несоответствие может быть связано с тем, что врачи чаще выполняют бронхоскопию в тяжелых случаях ингаляционной ожоговой травмы, которые по своей сути несут большой риск неблагоприятных исходов, не связанных с самой бронхоскопией. Тем не менее, он обеспечивает степень равновесия, необходимую для методологии RAM.

Что касается инфузионной стратегии, существовала неопределенность и значительные разногласия в отношении прогнозируемой степени тяжести по данным бронхоскопии. Исторические ретроспективные данные показывают, что ожоговые травмы с поражением дыхательных путей требуют более высокого объема инфузии, чем ожоги без повреждения дыхательных путей ($5,0 \pm 1,3$ против $3,9 \pm 0,9$ мл/кг на % общей площади поверхности тела), на основании данных 3196 пациентов в период с 1980 по 2015 год [20]. Однако исследование *Endorf u Gamelli* показало, что статус оксигенации при поступлении (парциальное давление артериального кислорода: фракционная концентрация вдыхаемого кислорода [соотношение P/F]) был лучшим

предиктором необходимого объема волемиической реанимации, чем бронхоскопическая степень тяжести ожоговой травмы [11]. Обеспокоенность по поводу влияния «ползучести жидкости» и изменений в зарегистрированных объемах введения привела к сравнению схем введения кристаллоидов и коллоидов на исходы лечения пациентов [20]. Действующие руководства рекомендуют 2–4 мл/кг/% общей площади тела в качестве расчетного начального объема жидкости с постоянными потребностями, определяемыми гемодинамической реакцией и перфузией конечных органов, в отличие от режима, специфичного для ингаляционной ожоговой травмы [9,21].

Повреждение дыхательных путей и последующая воспалительная патофизиология при ингаляционной ожоговой травме по существу могут рассматриваться как различные варианты повреждения верхних дыхательных путей/слизистой надгортанной оболочки, трахеобронхита, бронхиолита и альвеолита [22]. Визуально исследовать можно только верхние дыхательные пути и трахеобронхиальное дерево. Таким образом, существует пробел в инструментах, позволяющих точно продемонстрировать причинную связь между повреждением проксимальных дыхательных путей и повреждением паренхимы при отсутствии инфекционной этиологии. Серийный лаваж трахеобронхиального дерева был признан подходящим для тяжелой ингаляционной ожоговой травмы. По данным национального исследования ожогового регистра США с участием более 9000 пациентов, у пациентов с обширными ожогами, повреждение дыхательных путей и пневмонией лечебный лаваж был связан со снижением смертности на 18% [23]. Экспертная группа не поддержала необходимость серийного лаважа в легких случаях, предположительно из-за опасений по поводу потенциальных рисков, которые заменяют маловероятную пользу бронхоскопии для наблюдения.

Выводы этой группы экспертов согласуются с рекомендациями других врачей по переводу пациентов в ожоговые центры при интубации эндотрахеальной трубкой с внутренним диаметром не менее 8,0 мм [24,25]. Причина этого заключается в том, что эндотрахеальные трубки диаметром менее 8,0 мм не позволяют пройти бронхоскопу с внутренним каналом достаточного размера, чтобы обеспечить эффективный туалет бронхов. Эндотрахеальные трубки меньшего размера также увеличивают сопротивление воздушному потоку, усугубляя внутреннее сопротивление дыхательных путей и снижая растяжимость легких, связанную с острым повреждением легких/ОРДС во время вентиляции с положительным давлением [25,26]. Клиницисты сообщают об увеличении числа пациентов, поступающих в ожоговые центры с интубацией эндотрахеальных трубок диаметром 7,0 или 7,5 мм [25]. Следовательно, пациентам может потребоваться повторная интубация трубками большего размера для облегчения бронхоскопии, что потенциально может задержать первичное хирургическое вмешательство и риск осложнений на дыхательных путях, а также связано с большей продолжительностью искусственной вентиляции легких и продолжитель-

ностью пребывания в отделении интенсивной терапии [27]. Эти результаты предполагают практический подход к использованию трубки максимально возможного размера на ранних стадиях у пациентов с ингаляционной ожоговой травмой. Однако для уточнения необходимы дальнейшие исследования. По крайней мере, это должно послужить повышению осведомленности среди лиц, оказывающих первую помощь, пациентам в критическом состоянии, у которых есть подозрение на наличие ингаляционной ожоговой травмы.

Эксперты высоко оценили использование стратегий защиты легких, как для пациентов с ОРДС, так и для пациентов с ингаляционной ожоговой травмой в критическом состоянии. Эти стратегии, предполагающие поддержание дыхательного объема <6 мл/кг и давления плато <30 смH₂O, широко применяются в отделениях интенсивной терапии после результатов основного исследования ARDSNet [28]. Результаты впоследствии были экстраполированы и применены к пациентам с ингаляционной ожоговой травмой, при этом руководство ISBI рекомендует защитную вентиляцию легких [9]. Однако следует отметить, что в исследовании ARDSNet не включались пациенты со значительными ожоговыми травмами и не сообщалось о случаях ингаляционной ожоговой травмы, что ограничивает возможность обобщения результатов [28]. Неизвестное влияние травмы, вызванной отравлением дымом, на развитие ИВЛ-ассоциированного повреждения легких усложняет разработку оптимальной стратегии вентиляции [9]. Тем не менее, накапливаются доказательства, подтверждающие преимущества вентиляции с положительным давлением в отделениях интенсивной терапии и даже в периоперационной медицине, а также преимущества подхода, защищающего легкие, но с гарантированным объемом [29].

Вопрос о том, следует ли вентилировать пациентов с ингаляционной ожоговой травмой иначе, чем других пациентов в критическом состоянии, вызвал исследование альтернативных режимов вентиляции. Экспертная группа оценила высокочастотную объемную вентиляцию как неподходящую, несмотря на предыдущую, хотя и ограниченную работу, которая поддержала ее использование [29,30]. Исторически сообщалось, что высокочастотная объемная вентиляция снижает риск вентилятор-ассоциированной пневмонии по сравнению с традиционной механической вентиляцией при ингаляционной ожоговой травме [30]. Другое исследование показало, что высокочастотная объемная вентиляция приводит к таким же результатам, как и вентиляция с низким дыхательным объемом, у ожоговых пациентов с дыхательной недостаточностью [31]. Вывод о том, что комиссия оценила высокочастотную осцилляторную вентиляцию как неподходящую при ингаляционной ожоговой травме, согласуется с литературными данными [32]. Сообщалось, что высокочастотная осцилляторная вентиляция менее эффективна для улучшения оксигенации у ожоговых пациентов с ОРДС, у которых была сопутствующая ингаляционная ожоговая травма [33]. Результаты исследований OSCAR и OSCILLATE, в которых сообщалось об отсутствии преимуществ выживаемости и потенциального вреда при

ОРДС, возможно, повлияли на решение комиссии о нецелесообразности применения высокочастотной осцилляторной вентиляции при ингаляционной ожоговой травме [34,35].

Оценка комиссии по поводу небулайзерной дозы гепарина в дозе 5000 МЕ при умеренной и тяжелой степени ингаляционной ожоговой травмы согласуется с данными доклинических и клинических исследований [36–39]. Исследование НИИ2 и недавний мета-анализ девяти исследований показали, что распыляемый гепарин (5000 МЕ или 10 000 МЕ) сокращает продолжительность пребывания в больнице и улучшает выживаемость без серьезных кровотечений [38,39]. Сообщалось, что 10 000 МЕ гепарина снижают степень повреждения легких и продолжительность искусственной вентиляции легких по сравнению с 5 000 МЕ [40]. Однако исследований по изучению эффективности и безопасности небулайзерной терапии при различной степени тяжести ингаляционной ожоговой травмы недостаточно, что могло бы объяснить неопределенные и неадекватные оценки группы.

Что касается гипербарической оксигенотерапии, то нет надежной доказательной базы для ее использования при ингаляционной ожоговой травме, а логистические проблемы и риски, связанные с транспортировкой пациентов, вероятно, способствовали отклонению комиссией каких-либо рекомендаций [41].

Насколько нам известно, это первое консенсусное исследование, посвященное ингаляционной ожоговой травме с использованием этой методологии. Уровень и привлечение экспертов со всего мира являются сильной стороной этого исследования. Существует несколько ограничений, которые следует признать. Группе экспертов не хватало опыта других стран и специалистов неотложной медицины, которые играют важную роль в качестве лиц, оказывающих первую помощь при первоначальной диагностике и неотложном лечении ингаляционной ожоговой травмы. Были предприняты усилия по исправлению двусмысленности вопросов во время групповых дискуссий; однако возможно, что в анкете второго тура существовала некоторая степень неправильного понимания вопросов, что привело к получению оценок неопределенности. Взаимодействие комиссии с литературой и рекомендациями ISBI не оценивалось. Анализ подгрупп анестезиологов и реаниматологов округлял десятичные медианные оценки 3,5 и 6,5 вверх, чтобы сформировать границы неопределенных и подходящих оценок. Этот метод способствовал классификации утверждений по мере необходимости [14]. Альтернативный подход может заключаться в классификации медианных оценок $>6,5$ подходящих, $\leq 6,5$ и $\geq 3,5$ неопределенных и $<3,5$ неподходящих, чтобы сбалансировать категоризацию утверждений [14].

Будущие исследования

Будущие исследования могут изучить связи между ключевыми профилями воспалительных маркеров, новыми методологиями, такими как ингаляционные вещества, и

визуализацией легких на ранних стадиях, чтобы предсказать развитие ОРДС и худшие результаты при ингаляционной ожоговой травме. Разработка регистров бронхоскопических изображений может облегчить мультимодальную характеристику ингаляционной ожоговой травмы и желательно, учитывая возможности, которые могут появиться благодаря прогнозируемому моделированию с использованием машинного обучения и искусственного интеллекта. Таким образом, можно более точно оценить бронхоскопическую степень тяжести и оценить силу ее связи с ОРДС и смертностью. Существует также необходимость в будущих исследованиях для изучения эффективности и безопасности небулайзерной терапии при различных степенях тяжести ингаляционной ожоговой травмы.

Заключение

Насколько нам известно, это модифицированное экспертной комиссией исследование Delphi RAM является первым в своем роде, посвященным конкретно ингаляционной ожоговой травме, и дает важную информацию и рекомендации по диагностике и лечению ингаляционной ожоговой травмы. Будущие исследования должны изучить связи между ключевыми профилями воспалительных маркеров, новыми методологиями, такими как ингаляционные вещества, улучшенной точностью бронхоскопической оценки тяжести и визуализацией легких на ранней стадии, чтобы предсказать развитие ОРДС и худшие исходы при ингаляционной ожоговой травме. Использование возможностей искусственного интеллекта и дальнейшее международное сотрудничество в области ингаляционной ожоговой травмы позволят достичь этих целей.

Библиография доступна в оригинальной англоязычной версии данной статьи по адресу:

Milton-Jones et al. *Critical Care* (2023) 27:459

<https://doi.org/10.1186/s13054-023-04718-w>