

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ОБЩЕСТВА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ (WMS) ПО ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ ПОРАЖЕНИЙ МОЛНИЕЙ

Chris Davis, MD
Anna Engeln, MD
Eric L. Johnson, MD
Scott E. McIntosh, MD, MPH
Ken Zafren, MD
Arthur A. Islas, MD, MPH
Christopher McStay, MD
William R. Smith, MD
Tracy Cushing, MD, MPH

Оригинал статьи - [http://www.wemjournal.org/article/S1080-6032\(14\)00274-9/fulltext](http://www.wemjournal.org/article/S1080-6032(14)00274-9/fulltext)

Перевод - Шишкин К.Г.

С целью создания оптимального практического руководства для врачей-клиницистов, Общество экстремальной медицины (Wildernes Medical Society, WMS) собрало экспертную рабочую группу, нацеленную на разработку доказательно-обоснованных руководящих принципов по лечению и профилактике травм вследствие удара молнии. Эти рекомендации включают в себя обзор эпидемиологии поражений от молний и рекомендации по профилактике ударов молнии, а также рекомендации по лечению, структурированные по поражаемым системам органов. Рекомендации классифицированы на основании качества доказательной базы в соответствии с критериями, предложенными Американской коллегией врачей-специалистов по заболеваниям грудной клетки (American College of Chest Physitians, ACCP). Это обновленная версия оригинального руководства, опубликованного в Wilderness & Environmental Medicine 2012; 23(3): 260-269.

Ключевые слова: lightning, lightning strike, lightning injury, Lichtenberg, keraunoparalysis

Введение

За одну секунду в мире происходит примерно 50 вспышек молний [1]. Примерно одна пятая таких вспышек происходит вследствие разряда в землю. По международным оценкам, 24000 смертей и еще в 10 раз больше травм ежегодно происходят в результате удара молнии [2, 3].

С целью разработки руководства для клиницистов и провайдеров догоспитальной помощи, а также с целью распространения знаний в этой области медицины Общество экстремальной медицины (Wilderness Medical Society, WMS) собрало экспертную рабочую группу для формирования доказательно-обоснованных руководящих принципов по лечению и профилактике повреждений вследствие удара молнии. До этого WMS публиковало руководства по поражениям молнией в 2006 и 2012 гг. [4, 5]. Это обновленная версия изначального Практического руководства WMS по профилактике и лечению поражений молнией, опубликованного в журнале Wilderness & Environmental Medicine 2012; 23(3): 260-269. Цель данного обзора – обновление руководства, опубликованного в 2012 году в соответствии с недавно полученной доказательной информацией, включающей краткий перечень рекомендуемой доступной литературы. В то же время надо понимать, что природа повреждений вследствие поражения молнией часто сводит доступную доказательную базу к одиночным описаниям или сериям случаев.

Методы

Впервые рабочая группа была собрана в 2011 году на ежегодном собрании WMS в Сноумассе, штат Коннектикут. Участники были отобраны на основе клинического или исследовательского опыта. Ведущий автор отбирал статьи в базе данных PUBMED через поиск по ключевым словам с использованием терминов lightning, lightning strike, lightning injury, Lichtenberg, keraunoparalysis. Это дополнялось поиском статей вручную. После этого рабочая группа рассматривала накопленные доказательства и классифицировала их по качеству.

В августе 2014 года эти руководящие принципы были обновлены с использованием поиска по ключевым словам в базе данных PUBMED среди статей, касающихся поражений молнией, за период с 2011 по 2014 года. В качестве ключевых слов использовались те же термины. Эти обновления также включают в себя пожелания от читателей по результатам первой публикации. Для градации степени доказательности и силы рекомендаций рабочая группа использовала классификационную схему Американской коллегии врачей-специалистов по заболеваниям грудной клетки (American College of Chest Physicians, ACCP) (Таблица 1). Повреждения и рекомендуемые стратегии лечения организованы по поражаемым системам органов.

Таблица 1. Классификационная схема оценки доказательности клинических рекомендаций ACCP

Степень	Описание	Оценка «эффект-риски»	Доказательная база
1A	Сильная рекомендация, высокий уровень доказательности	Эффект значимо преобладает над рисками и возможными осложнениями или наоборот	РКИ без существенных ограничений или неопровержимые доказательства полученных данных
1B	Сильная рекомендация, средний уровень доказательности	Эффект значимо преобладает над рисками и возможными осложнениями или наоборот	РКИ со значимыми ограничениями или убедительные доказательства полученных данных
1C	Сильная рекомендация, низкий уровень доказательности	Эффект значимо преобладает над рисками и возможными осложнениями или наоборот	Результаты наблюдений или серии случаев
2A	Слабая рекомендация, высокий уровень доказательности	Эффект сопоставим с рисками и возможными осложнениями	РКИ без существенных ограничений или неопровержимые доказательства полученных данных
2B	Слабая рекомендация, средний уровень доказательности	Эффект сопоставим с рисками и возможными осложнениями	РКИ со значимыми ограничениями или убедительные доказательства полученных данных
2C	Слабая рекомендация, Низкий уровень доказательности	Эффект сопоставим с рисками и возможными осложнениями	Результаты наблюдений или серии случаев

ACCP - American College of Chest Physicians, РКИ – рандомизированные контролируемые исследования

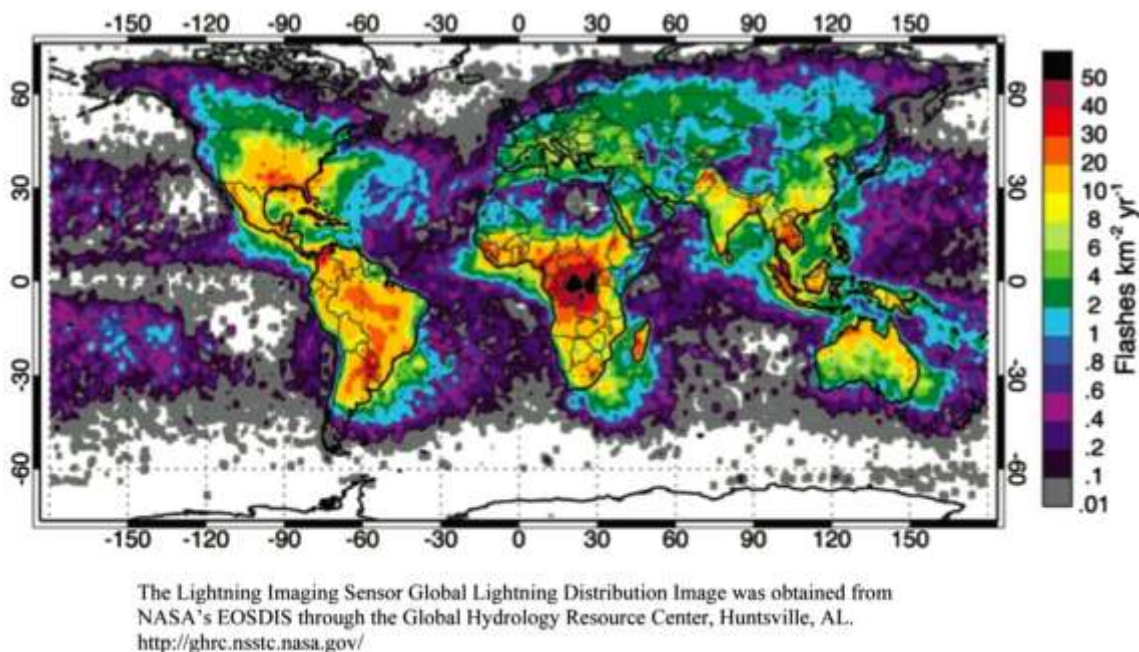


Рисунок 1. Частота разрядов молнии в различных регионах Земли.

Эпидемиология

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ: ПОГОДА И ГЕОГРАФИЯ

Разряды молний на Земле в разных регионах происходят с разной частотой (Рисунок 1). В регионах с частыми грозами случается большее количество ударов молний. Грозы формируются за счет 3 атмосферных элементов: влажность, теплый воздух на поверхности земли и восходящие потоки. Когда теплый, насыщенный влагой воздух поднимается вверх восходящими потоками, он конденсируется и охлаждается, формируя кучево-дождевые облака. Ближе к вершине облака вода замерзает с образованием частичек льда. Считается, что движение этих частичек формирует электрический градиент (или дифференциал), который в итоге разряжается в виде молнии [1].

В дополнение к преобладающим погодным условиям, географическое положение также является определяющим фактором в распространенности и частоте возникновения гроз. Центральная Африка имеет наибольшую частоту ударов молний из-за наличия горной местности вместе с влажными потоками воздуха с Атлантического океана. Это приводит к круглогодичным грозам [7]. Во всем мире сельское население имеет наибольший риск поражения молнией. Демографически этот риск определяется более высоким риском контакта в связи с родом деятельности (сельские фермеры). Эти группы людей обычно не имеют доступа к капитальным зданиям, которые могли бы быть обеспечивать надежное укрытие [2].

Хоть и редко, но разряд молнии возможен, даже если небо над головой синее (так называемый удар из синевы) [8]. Это случается в солнечную погоду, обычно после грозы, когда разряд возвращается в зону, из которой гроза уже ушла, определяя риск для людей, которые приступают к занятием активностью под открытым небом слишком рано. Молнии также возможны при снежных бурях. Снежная крупа (снег в виде катышков) говорит о том, что погодные условия склонны к формированию молний, поскольку предполагается, что ледяные и снежные катышки генерируют положительные и отрицательные заряды при соударении, в конечном счете, приводя к электрическому градиенту, который способствует формированию молний [9].

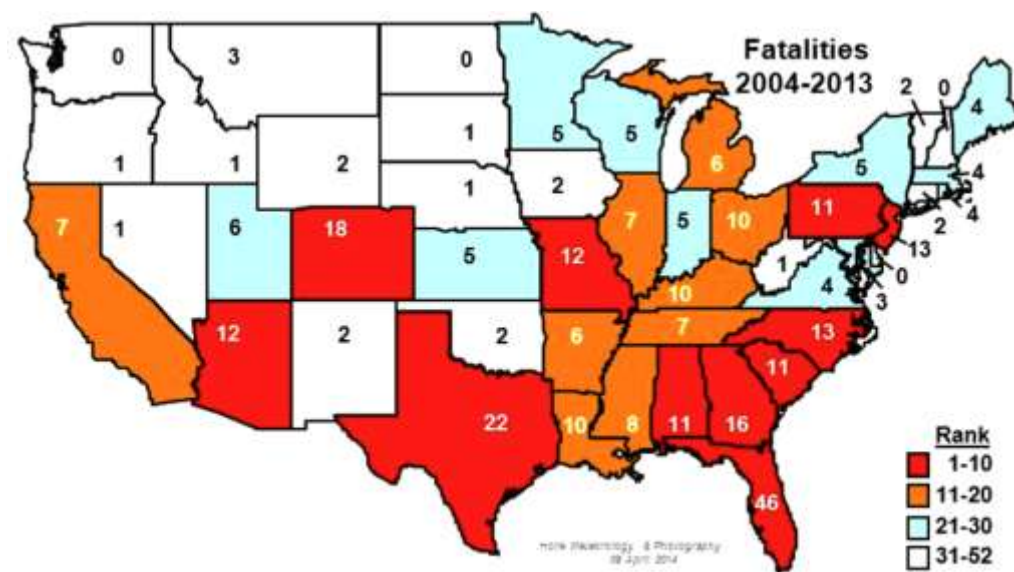
СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ АМЕРИКИ

Частота смертей в результате поражения молнией в Соединенных Штатах постепенно снизилась в течение последних 50 лет до примерно 40 смертей в год [10]. По усредненным данным за последнее десятилетие, ежегодно регистрируется 400 случаев поражения молнией [10]. Для сравнения – ежегодно происходит 70 смертей, связанных с наводнениями, и 30 – связанных с лавинами [11, 12]. Демографическое исследование жертв поражения молнией выявило, что более 80% жертв – мужчины [13]. Большинство смертей случается среди лиц в возрасте от 20 до 45 лет [14]. Более 90% несчастных случаев происходят в период с мая по сентябрь [14]. Флорида и Техас были причастны примерно к четверти смертей вследствие поражения молнией [14]. Смертность от поражения молнией в зависимости от штата представлена на Рисунке 2. В Соединенных Штатах риск попадания под удар молнии в течение жизни оценивается как 1:10 000 [10].

Физика и физиология

Молния может быть заряжена как отрицательно, так и положительно, и может формировать как постоянный ток, так и переменный, в зависимости от окружающих условий. В то же время, молния не вызывает мышечные судороги, наблюдаемые при поражении переменным током и при других электротравмах. Удар молнии имеет большую силу тока, составляющую от 30 000 до 110 000 А, в то время как время прохождения такого тока составляет от 10 до 100 мс [15]. Поэтому количество энергии, проходящей через тело, ограничено.

Поражения молнией могут быть представлены прямым ударом, контактным поражением, «боковой вспышкой» и передачей тока через землю [15]. Прямой удар происходит при непосредственном контакте между молнией и пострадавшим. Прямые удары случаются относительно редко, по подсчетам – примерно в 5% из всех ударов молний с участием человека [15]. Контактное поражение происходит в том случае, когда пострадавший прикасается к объекту, на который произошел разряд. «Боковая вспышка» регистрируется в одной трети случаев поражения молнией и возникает, когда ток «рассеивается» или «перескакивает» с близлежащего объекта на тело пострадавшего; такое рассеивание идет по пути, на котором сопротивление меньше внутреннего сопротивления объекта, куда изначально произошел разряд, например, дерева. Передача тока по земле, также известная как «шаговое напряжение», происходит тогда,



Map prepared from NOAA's Storm Data by Ron L Holle

Рисунок 2. Смертность от ударов в молнии в разных штатах, 2004-2013

когда молния ударяет в объект, находящийся рядом с человеком и передается по земле от объекта удара к жертве. Этот механизм описывается примерно в половине случаев поражения молнией [15]. Пятый механизм поражения молнией описан только недавно. «Восходящий стример» обозначает ток, идущий вверх от земли через жертву без сопутствующего удара в землю. В конечном счете, по умолчанию считается, что такой ток не является частью «канала» молнии [16]. Электрический поток молнии, как и любая электрическая энергия, идет по пути наименьшего сопротивления. Среди тканей тела их распределение в соответствии с сопротивлением, от малого до наибольшего, будет выглядеть так: нервы < кровь < мышцы < кожа < кости.

Профилактика поражений молнией

Количество доказательно обоснованных руководств по профилактике поражений молнией и обеспечению собственной безопасности ограничено. Приведенные ниже рекомендации представляют точку зрения данной рабочей группы экспертов или взяты из ранее опубликованных руководств [17-20].

СТРАТЕГИИ ПОВЕДЕНИЯ

Ни одно укрытие от удара молнии не является абсолютно безопасным. В то же время люди могут выбрать более безопасное место в попытке снизить риск получения удара молнии. Принцип, рекомендуемый в настоящее время Национальной метеорологической службой (National Weather Service), звучит как «When thunder roars, go indoors» («Слышишь гром – иди в дом»). Другими словами, если человек слышит гром, существует риск удара молнии, и человеку следует немедленно искать себе укрытие. Поскольку соответствующее укрытие редко когда доступно в условиях дикой природы, присутствие грома в таких ситуациях должно побудить человека покинуть или избегать мест высокого риска в плане удара молнии, таких как гребни и вершины, а также избегать находящихся рядом высоких объектов, таких как лыжные подъемники, вышки сотовой связи или одиноко стоящие деревья. Стоит оценивать изменения погодных условий, которые могут свидетельствовать о надвигающейся грозе – формирующиеся кучевые облака, усиливающийся ветер, потемнение неба. Приводимые ранее рекомендации включали в себя оценку временного интервала между вспышкой молнии и разрядом грома для определения расстояния до грозового фронта. Такой подсчет может приводить к ошибочной оценке безопасности, как вследствие неправильного подсчета времени, так и при некорректном сопоставлении увиденной вспышки с разрядом грома вследствие иного разряда, чем вспышка. Вместо этого следует опираться на объективные признаки надвигающейся грозы и соответственно им искать укрытие. После последнего разряда грома следует выждать как минимум 30 минут, прежде чем вернуться к какой-либо активности под открытым небом. Выжидание этих 30 минут позволяет грозовому фронту удалиться примерно на 10 миль, что необходимо для образования соответствующей буферной зоны. *Уровень рекомендации – 1С.*

УКРЫТИЕ

Не существует абсолютно безопасного укрытия от удара молнии – некоторые локации просто безопаснее других. Если это возможно, такое укрытие следует искать в наиболее крупных закрытых зданиях, по возможности подальше от окон и дверей. Другим вариантом будет автомобиль с металлической крышей с закрытыми дверями и окнами. Кабриолеты с матерчатым верхом защитить не способны [21]. Поскольку такие варианты в условиях дикой природы крайне ограничены, рабочая группа рекомендует искать укрытие в глубоких пещерах, глубоко в чаще леса

или в глубокой канаве. Эти варианты рельефа представляют более безопасную альтернативу, чем оставаться на открытых участках. Следует избегать неглубоких пещер, одиноко стоящих деревьев или открытых убежищ (таких как беседки, землянки, навесы) из-за риска «боковой вспышки» и шагового напряжения [22, 23]. Палатки не обеспечивают достаточной защиты от молний [24]. По возможности, лучшим укрытием является здание, на втором месте – автомобиль с жесткой крышей. *Уровень рекомендации – 1С.*

ПОЗА ЧЕЛОВЕКА В ГРОЗУ

Поза человека, застигнутого грозой, включает в себя положение сидя или в сгруппированном положении с коленями и стопами, прижатыми друг к другу для создания только одной точки контакта с поверхностью земли (Рисунок 3). Если вы стоите, держите стопы вместе. Если вы сидите, поднимите стопы от земли. Принимайте эту позу только в том случае, когда опасность удара молнии неотвратима, а все другие стратегии обеспечения безопасности недоступны. Признаки неотвратимой опасности удара молнии включают голубое свечение вокруг объектов или человека (огонь святого Эльма), статическое электричество вокруг кожи и волос, запах озона или потрескивающие звуки. Попытайтесь минимизировать риск передачи тока через землю – сядьте на рюкзак (уберите весь металл из рюкзака), сухую смаркированную веревку или на скрученный пенополиуретановый коврик для сна. Это является стратегией отчаяния, поскольку такая поза трудна для поддержания ее в течение длительного времени и не может применяться как основное средство профилактики, но может снижать риск повреждения, когда удары молний неизбежны [25]. *Уровень рекомендации 2С.*



Рисунок 3. Поза человека в грозу

КОЛЛЕКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Данная рабочая группа экспертов рекомендует рассредоточение участников группы на расстояние не менее 20 футов (около 6 м) между ними для снижения вероятности массового поражения, поскольку молния может перескакивать между объектами на расстояние до 15 футов (около 4,5 м). Несмотря на то, что каждый участник должен обеспечивать себе безопасность от молнии, у группы должен быть разработан единый план обеспечения безопасности от поражения молнией. Такой план учитывает локальные погодные особенности, текущий прогноз погоды, рельеф местности и заранее известные доступные укрытия и пути эвакуации [18, 19]. Заранее подготовленный план должен уменьшать хаос и беспорядок во время эвакуации групп людей во время грозы. Другие примеры планов спасения при грозах доступны он-лайн на ресурсах Национального института грозовой безопасности (National Lightning Safety Institute) и Национальной службы погоды (National Weather Service) [20, 26]. *Уровень рекомендации – 1С.*

ДЕТЕКТОРЫ МОЛНИЙ

В Соединенных Штатах представлены многочисленные коммерческие службы, способные обеспечивать автоматическое оповещение при регистрации Национальной сетью регистрации грозовой активности (National Lightning Detection Network, NLDN) молнии в близлежащем районе [27, 28]. Автоматические оповещения о грозовой активности передаются через электронную почту, текстовые сообщения или по мобильной связи заранее указанным лицам. Поскольку сотовая связь редко доступна в условиях дикой природы, персональные средства оповещения о грозовой опасности являются альтернативным вариантом, который не зависит от мобильной связи. Эти устройства - размером с пейджер, легки в транспортировке и могут фиксировать молнии на расстоянии до 75 миль (около 120 км). Устройство незамедлительно сигнализирует о грозовой активности, а также расстоянии до нее звуковым сигналом, вспышками светового индикатора или текстовым сообщением. Эта технология может быть использована в дополнение (но не вместо) к организации плана спасения при грозе. Следует отметить, что доступные данные об эффективности этой технологии не оценивались и большей частью основаны на рекомендациях производителя. *Уровень рекомендации – 2С.*

МОЛНИИ В УСЛОВИЯХ ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

Рабочая группа экспертов настоятельно рекомендует избегать нахождения на пиках во второй половине дня, поскольку грозы чаще всего случаются именно в это время [29]. Общий принцип безопасности звучит как «up by noon and down by two» («подниматься до полудня и возвращаться до двух»), что означает, что туристам и альпинистам следует покинуть вершины и гребни к 14:00. При попадании в грозу альпинистам следует развязаться и передвигаться в индивидуальном порядке, поскольку энергия молнии способна передаваться по мокрым веревкам и может поражать как работающего на маршруте, так и страхующего. Следует избавиться от металлических объектов, таких как лыжные палки или ледовые молотки, во избежание контактных ожогов. *Уровень рекомендации 1С.*

МОЛНИИ В УСЛОВИЯХ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Данная экспертная рабочая группа рекомендует всем лицам при попадании в грозу во время купания выйти из воды и оперативно искать укрытие. Во время рафтинга или каякинга двигайтесь к берегу, а после этого – подальше от воды, чем быстрее, тем лучше. Во время путешествия на

лодке – ищите укрытие под палубой после блокировки рулевого управления [30]. Если укрыться внизу невозможно, привяжитесь к спасательному кругу. *Уровень рекомендации – 1С.*

Поражения молнией и их лечение

СОРТИРОВКА И РЕАНИМАЦИЯ

Механизм внезапной смерти от удара молнии заключается в одновременной остановке дыхания и кровообращения. Патофизиология процесса классически описывается как изначально асистолическая остановка, вызванная одновременной деполяризацией всех миокардиальных клеток. Также может быть наблюдаться фибрилляция желудочков [31]. Сердечный автоматизм, обычно в форме синусовой брадикардии, предшествует восстановлению дыхания. Если, несмотря на восстановление спонтанного кровообращения, дыхательный центр головного мозга остается парализованным, может произойти вторичная остановка сердца ввиду отсутствия дыхательной поддержки. Исследования на животных подтверждают эту парадигму [32]. Если человек выживает после первоначального воздействия молнии, смерть наступает редко [33].

«Реверсивная сортировка»

Поскольку восстановление спонтанного кровообращения предшествует разрешению остановки дыхания, следует как можно быстрее начать вентиляционную поддержку. Это подчеркивает необходимость системы «реверсивной сортировки» для жертв поражения молнией, при которой приоритет изначально отдается пострадавшим без признаков жизни или с отсутствием дыхания [31]. В случае массового поражения молнией мы рекомендуем применять стратегию «реверсивной сортировки». *Уровень рекомендации – 1С.*

Реанимация

Жертвы удара молнии не несут на себе остаточный электрический заряд, и поэтому нет никакой опасности в том, чтоб немедленно приступить к реанимации, как только место происшествия можно будет считать безопасным. Алгоритмы базовой и расширенной реанимации, включая таковые при травме, если это не обходимо, остаются стандартом помощи [34, 35]. Существуют множественные отчеты о случаях выживания без неврологического дефицита пострадавших от удара молнии, которым сразу проводилась реанимация. Смертность при остановке сердца у пострадавших от молнии ниже, чем в общей популяции [31, 33, 36, 37]. В отношении пациентов, пострадавших от поражения молнией, требующих реанимации, мы рекомендуем следовать расширенному протоколу поддержания жизни (advanced life support, ALS) [34, 35]. *Уровень рекомендации – 1В.*

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Эффекты воздействия удара молнии на сердечную систему варьируют от доброкачественных изменений на электрокардиограмме (ЭКГ) до внезапной смерти. Сердечно-сосудистый коллапс больше характерен для прямых ударов, в то время как переходящие изменения больше наблюдаются при контактных разрядах или при шаговом напряжении [38]. Первоначальные сердечно-сосудистые изменения включают подъем сегмента ST, увеличение продолжительности интервала QT, кардиомиопатию, фибрилляцию предсердий и увеличение концентрации сердечных маркеров [38-40]. Большинство из этих эффектов проходят в течение 3 дней, в то время как перикадит может сохраняться в течение нескольких месяцев после первичной травмы [38]. В то время как подъем ST может свидетельствовать о локальном сосудистом повреждении, данные

коронарографии могут оставаться в пределах нормы [41]. В одном из случаев у пострадавшей развился кардиогенный шок, что потребовало интрааортальной баллонной контрпульсации. В то же время, насосная функция сердца у нее восстановилась через 72 часа [42]. Следует отметить, что появление отсроченных симптомов и изменений на ЭКГ описано и в значительно большие сроки, чем 3 дня [38, 43]. Лабильность артериального давления и нестабильность автономной работы – возможные последствия удара молнии, и они могут сохраняться в течение недель или месяцев [44, 45].

Первоначальная оценка сердечной функции

Сразу после эвакуации пациентам высокого риска (Таблица 2) [46], включая лиц, пораженных прямым ударом молнии или испытывающих боли грудной клетки или нарушения дыхания, проводить ЭКГ-скрининг и эхокардиографию. *Уровень рекомендации – 1С.*

Кардиальные маркеры

Несмотря на то, что повышение концентрации кардиальных маркеров характерно после удара молнии, эти отклонения обычно не несут прогностического значения и не коррелируют с анатомическими повреждениями. Поэтому рутинный скрининг кардиальных маркеров имеет ограниченное клиническое значение

Показания для наблюдения

Пациентам после прямого удара молнии или с ненормальными данными ЭКГ-скрининга или эхокардиографии необходимо наблюдение с телеметрией в течении минимум 24 часов [38, 42, 43, 48]. *Уровень рекомендации – 1С.*

Таблица 2. Индикаторы высокого риска для пострадавших от удара молнии

Подозрение на прямой удар молнии
Потеря сознания
Фокальная неврологическая симптоматика
Боль в грудной клетке или нарушения дыхания
Значительная травма, оценивая по Исправленной шкале травмы (Revised Trauma Score) < 4 [44]
Ожоги головы, голеней, или ожоги, превышающие 10% ППТ
Беременность
ППТ – площадь поверхности тела

Предупреждение о возможности рецидива симптомов

Поскольку возможны отсроченные или рецидивирующие повреждения сердца, такие как перикардит или кардиомиопатия [38], выписанным пациентам следует рекомендовать повторное обращение при появлении болей в грудной клетке или одышки. *Уровень рекомендации – 1С.*

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Неврологические повреждения характерны для удара молнии и варьируют от преходящих и эпизодических до жизнеугрожающих. Эти повреждения классифицируются на основании наличия и продолжительности конкретных симптомов [49]. Поскольку возможности методов лечения при стойких неврологических нарушениях ограничены, длительная реабилитация часто является единственным методом лечения у тех, кто обрел стойкую нетрудоспособность [50, 51].

Преходящие неврологические нарушения, возникающие сразу

Эта группа включает большинство неврологических проявлений после поражения молнией. Они включают потерю сознания, судороги, головную боль, парестезии или онемение, спутанность сознания и потерю памяти.

Кераунопаралич

Транзиторный паралич после удара молнии описан в многочисленных отчетах и рассматривается как результат избыточной стимуляции автономной нервной системы, приводящей к сосудистому спазму [33, 49, 52]. Обычно нижние конечности поражаются чаще, чем верхние. Симптомы и признаки включают в себя ослабление пульса, бледность и цианоз, нарушение сенсорной и моторной функции пораженных конечностей. Кераунопаралич обычно проходит в течение нескольких часов. Поскольку при кераунопараличе можно ошибочно решить, что у пострадавшего отсутствует пульс, будьте внимательны при оценке центрального пульса перед тем, как начать сердечно-легочную реанимацию. При развитии кераунопаралича мы рекомендуем стационарное наблюдение. Этот клинический феномен обычно купируется самостоятельно, но может свидетельствовать о более серьезной сопутствующей травме [49]. *Уровень рекомендации – 1С.*

Кераунопаралич может маскировать спинальные повреждения, поэтому следует использовать соответствующие меры предосторожности в плане спинальной травмы и применять дополнительные методы визуализации для исключения повреждения спинного мозга, если сохраняется неврологический дефицит, несмотря на купирование бледности и отсутствия пульса [33]. *Уровень рекомендации – 1С.*

Стойкие неврологические нарушения, возникающие сразу

Стойкие неврологические нарушения могут манифестировать сразу после удара молнии, как, например, гипоксическая энцефалопатия в результате остановки дыхания и кровообращения [49]. Спровоцированное молнией внутричерепное кровоизлияние также может происходить немедленно, чаще поражая базальные ганглии и ствол мозга. Предполагается, что это связано с более высокой токопроводностью данных областей мозга [49, 53, 54]. В одном из сравнительных исследований при прямом ударе в голову выявлена более высокая летальность в сравнении с непрямыми ударами [55-57]. Менее характерные сразу возникающие перманентные неврологические повреждения включают в себя поражения периферических нервов, инфаркт головного мозга и «синдром обессоливания головного мозга» - cerebral salt-wasting syndrome (CSWS) [55-57].

Отсроченные неврологические синдромы

У людей, пострадавших от удара молнии, описано множество отсроченных неврологических синдромов. В то же время, причинно-следственные связи при ударах молнии тщательно не изучены, и патофизиология процесса еще не понятна [54, 58-60]. Описана прогрессирующая миелопатия, проявляющаяся в слабости или потере чувствительности спустя недели или месяцы после первичной травмы [49, 59]. Исследования на животных и исследования случаев с людьми продемонстрировали более высокую частоту повреждения шейного и грудного отделов спинного мозга [59, 61]. Мы рекомендуем каждому пострадавшему с отсроченными симптомами пройти обследование и получить рекомендации у невролога, чем раньше, тем лучше. *Уровень рекомендации – 2С.*

Повреждения центральной нервной системы, связанные со вторичной травмой и взрывным эффектом

Любому пострадавшему, получившему удар молнии, должен быть проведен прицельный осмотр на предмет травматических повреждений головы. Всем жертвам удара молнии с нарушением сознания или стойкими нарушениями при неврологическом осмотре должна проводиться компьютерная томография головного мозга [49, 62]. *Уровень рекомендации – 1С.*

КОЖА

Фигуры Лихтенберга

Преходящие поражения кожи в виде рисунка пера или папоротника, известные как фигуры Лихтенберга, являются патогномоничными для ударов молнии. Они не являются ожогами, хотя их патогенез остается предметом споров [63]. Они чаще появляются спустя 1 час после удара молнии и проходят менее чем за 24 часа. На биопсии не выявляется никаких гистологических изменений или повреждений, в то время как в глубоких слоях кожи могут сохраняться пигментные изменения [64]. Эти фигуры не требуют лечения, но их наличие требует обследования на предмет выявления других последствий удара молнии. *Уровень рекомендации – 1С.*

Ожоги

Ожоги, наблюдаемые после удара молнии, включают в себя линейные ожоги, точечные ожоги и глубокие ожоги. Линейные ожоги обычно являются поверхностными по глубине и возникают вследствие закипания пота и превращения его в пар во время прохождения разряда молнии по коже (известно как «пробой»). Для зон, в которых происходит большее потоотделение, как, например, подмышечных или инфрамаммарных областей, характерны более тяжелые поражения [65]. Точечные ожоги представляют собой ограниченные круглой формы ожоги, возникающие, как считается, в результате выхода тока из подлежащих глубоких тканей. Примером могут служить «метки тока» на стопе (“tip-toe” sign) – это небольшие (обычно < 1см) глубокие ожоги, локализованные в дистальных отделах пальцев стопы или на подошвенной ее поверхности. Подразумевается, что эти ожоги возникают в результате выхода тока из тела. Точечные ожоги также могут быть вызваны каплями воды на коже (вследствие потоотделения или дождя). Большие по размеру глубокие ожоги обычно обнаруживаются в местах, где кожа находится в прямом контакте с синтетической тканью, которая плавится и прилипает к коже, или с металлическими объектами, которые нагреваются за счет электрической энергии при ударе молнии [66]. Глубокие ожоги, требующие пересадки кожи, не характерны; только 10% пострадавших поражения молнией потребовали пересадки кожи в серии из 16 пациентов, получавших лечение в ожоговом отделении [67]. Стоит отметить, что наличие ожогов головы определяло в 3 раза большую смертность в одном из исследований, причем у этих пациентов вдвое возрастала вероятность развития остановки сердца [33].

По данным одного исследования ограниченной серии случаев, поверхностные ожоги, связанные с воздействием молнии, охватывающие менее, чем 20% площади тела, склонны к быстрому излечению и могут быть пролечены по обычной методике оказания помощи при ожогах [67-69]. *Уровень рекомендации – 1С.*

При попадании в грозу уберите все металлические объекты, такие как часы, ременные пряжки и ожерелья, с целью снижения вероятности контактных ожогов [66]. *Уровень рекомендации – 1С.*

ГЛАЗ

Повреждения глаза являются характерными для поражения молнией и могут вовлекать как переднюю, так и заднюю его камеры. Повреждение может происходить по нескольким механизмам, включая прохождение тока через хрусталик, тупую или взрывную травму, вазоконстрикцию или за счет выделяющегося тепла. Обычно после удара молнии поражается хрусталик. Большинство таких повреждений представлено катарактой, чаще двусторонней, хотя точная частота ее возникновения достоверно не известна [70]. Развитие катаракты наблюдается в сроки от 2 дней до 4 лет после поражения [70-72]. Прогноз для зрения зависит от распространенности необратимых повреждений сетчатки и поражения зрительного нерва, а не только от формирования катаракты. Офтальмологическое обследование является обязательным для всех выживших после удара молнии с высоким риском (Таблица 1), а также для всех пострадавших, у которых развилось снижение зрения, чем раньше, тем лучше. *Уровень рекомендации – 1С.*

ОРГАН СЛУХА

Аудиовестибулярная система уязвима для поражения молнией, поскольку является одним из путей наименьшего сопротивления [73]. Разрыв барабанной перепонки (БП) был выявлен более чем у 60% пострадавших в одной серии исследований, в которой 12 из 18 жертв удара молнии имели разрыв БП [74]. Разрыв может произойти вследствие сочетания взрывного механизма и электротравмы. Неосложненный разрыв БП обычно заживает спонтанно и может лечиться консервативно. Отореза может быть признаком сопутствующего перелома основания черепа и вторичной травмы. Нейросенсорная тугоухость также характерна для поражений молнией и обычно носит транзиторный характер. В то же время прохождение тока через височную кость может вызвать микрокровоизлияния и микропереломы в более глубоких структурах слухового аппарата и привести к стойкой потере слуха [74]. Первичное обследование целостности БП необходимо в отношении всех пострадавших от удара молнии; последующее обследование с привлечением оториноларинголога обязательно для всех пострадавших со снижением слуха. *Уровень рекомендации – 1С.*

ПСИХИЧЕСКИЕ И НЕЙРОКОГНИТИВНЫЕ РАССТРОЙСТВА

В литературе описаны множественные психические и когнитивные расстройства после удара молнии [50, 75]. Обычно они делятся на функциональные и поведенческие. Функциональный дефицит включает нарушения памяти и концентрации, в том числе трудность принятия решений. Поведенческие проблемы включают депрессию, нарушения сна, эмоциональную лабильность и агрессивное поведение. Эти синдромы обычно развиваются в сроки от дней до недель после удара молнии, обычно после возвращения человека из условий дикой природы. Пострадавшим и их семьям можно предложить обратиться в одну из нескольких сетевых служб поддержки пострадавших от молнии, которые могут обеспечить дальнейшее консультирование по отдаленным последствиям поражений молнией. (*Lightning Strike and Electric Shock Survivors International, Inc: <http://www.lightning-strike.org>; e-mail: info@lightning-strike.org; phone:(910)346-4708.*)

Пострадавший(ая) от удара молнии и его/ее семья должны быть проконсультированы провайдерами первичной помощи для выявления нейропсихиатрической дисфункции и, при наличии таких симптомов, должны получать специализированную психиатрическую помощь. *Уровень рекомендации – 1С.*

БЕРЕМЕННОСТЬ

Поражение молнией при беременности встречается редко; в литературе описано только 13 таких случаев [76-81]. В структуре этих пострадавших материнская смертность отсутствовала, в то время как внутриутробная смертность достигала 50%. Плод обычно подвержен более высокому риску, чем мать, поскольку он окружен амниотической жидкостью, обладающей высокой токопроводностью [78]. В дополнение к первичной электротравме, описано, что удар молнии может вызывать разрыв матки и индуцировать роды [82]. Беременные женщины на сроках более 20 недель, которые получили поражение молнией, должны быть эвакуированы в лечебное учреждение для обследования на предмет связанных с ударом молнии повреждений и для мониторинга состояния плода. При беременности менее 20 недель обычно плод считается нежизнеспособным, и мониторинг плода не требуется. *Уровень рекомендации – 1С.*

ПОРЯДОК ЭВАКУАЦИИ

Лица с признаками высокого риска (Таблица 1) должны быть эвакуированы немедленно, как только место происшествия будет признано безопасным для спасателей. Поражения молнией низкого риска и другие пострадавшие должны быть подвергнуты сортировке и эвакуированы на основе имеющихся повреждений и общего состояния. *Уровень рекомендации – 1С.*

Закключение

Данная статья представляет обновленный обзор доступной доказательной базы по профилактике и лечению при поражениях молнией. Несмотря на множество опубликованных описаний случаев с момента выхода изначального практического руководства, выпущенного в 2012 году, общие рекомендации в большинстве своем остались неизменны. Большинство доступных данных продолжает основываться на малых, ретроспективных отчетах о случаях или сериях случаев, поскольку проспективные исследования при поражениях молнией не представляются возможными ни логистически, ни с этических позиций. Несмотря на то, что весомость общей доказательной базы ограничена, авторы все же считают, что многие рекомендации могут быть четко поддержаны (1С), поскольку сопровождаются низким риском нанести вред. Совершенствование порядка подачи отчетов в национальные и международные базы данных может помочь при будущих эпидемиологических исследованиях. Достижение консенсуса в классификационных системах также может упростить процедуру подачи отчетов и сделать данные более удобными для сравнительного использования в будущих исследованиях (см. также Таблицу 2)

Литература

1. National Oceanic and Atmospheric Administration. Lightning Climatology. 2008. Available at: http://www.nssl.noaa.gov/primer/lightning/lgt_climatology.html. Accessed February 28, 2012.
2. Holle R. Annual rates of lightning fatalities by country. 20th Annual International Lightning Detection Conference. Tucson, AZ; April 21–23, 2008. Available at: http://www.vaisala.com/Vaisala%20Documents/Scientific%20papers/Annual_rates_of_lightning_fatalities_by_country.pdf. Accessed October 29, 2014.
3. Cherington M, Walker J, Boyson M, Glancy R, Hedegaard H, Clark S. Closing the gap on the actual numbers of lightning casualties and deaths. 11th Conference on Applied Climatology. Dallas, TX: American Meteorological Society; 1999:379–380.
4. Forgey WW, Wilderness Medical Society, Wilderness Medical Society Practice Guidelines for Wilderness Emergency Care. 5th ed. Guilford, CT: Falcon Guide; 2006.

5. Davis C, Engeln A, Johnson E, et al. Wilderness Medical Society practice guidelines for the prevention and treatment of lightning injuries. *Wilderness Environ Med.* 2012;23:260–269.
6. Guyatt G, Gutterman D, Baumann MH, et al. Grading strength of recommendations and quality of evidence in clinical guidelines: report from an American College of Chest Physicians task force. *Chest.* 2006;129:174–181.
7. Christian HJ. Global Frequency and Distribution of Lightning as Observed From Space. American Geophysical Union; 2001.
8. Cherington M, Krider EP, Yarnell PR, Breed DW. A bolt from the blue: lightning strike to the head. *Neurology.* 1997;48:683–686.
9. Cherington M, Breed DW, Yarnell PR, Smith WE. Lightning injuries during snowy conditions. *Br J Sports Med.* 1998;32:333–335.
10. National Weather Service. Medical Aspects of Lightning.2010. Available at: <http://www.lightningsafety.noaa.gov/medical.htm>. Accessed February 15, 2012.
11. National Oceanic and Atmospheric Administration. Weather Fatalities. 2011. Available at: <http://www.nws.noaa.gov/om/hazstats.shtml>. Accessed March 2, 2012.
12. Colorado Avalanche Information Center. Avalanche Accident Statistics. 2011. Available at: http://avalanche.state.co.us/acc/acc_stats.php. Accessed March 2, 2012.
13. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Lightning-associated deaths—United States, 1980–1995. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 1998;47:391–394.
14. Adekoya N, Nolte KB. Struck-by-lightning deaths in the United States. *J Environ Health.* 2005;67(45–50):58.
15. Cooper MH, Holle RL. Mechanisms of lightning injury should affect lightning safety messages. 21st Annual International Lightning Detection Conference. Orlando, FL; April 19–20, 2010. Available at: <http://www.vaisala.com/Vaisala%20Documents/Scientific%20papers/11.Cooper,%20Holle.pdf>. Accessed October 29, 2014.
16. Cooper MA. A fifth mechanism of lightning injury. *Acad Emerg Med.* 2002;9:172–174.
17. Zafren K, Durrer B, Herry JP, Brugger H, ICAR and UIAA MEDCOM. Lightning injuries: prevention and onsite treatment in mountains and remote areas. Official guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine and the Medical Commission of the International Mountaineering and Climbing Federation (ICAR and UIAA MEDCOM). *Resuscitation.* 2005;65: 369–372.
18. Zimmermann C, Cooper MA, Holle RL. Lightning safety guidelines. *Ann Emerg Med.* 2002;39:660–664.
19. Cooper MA, Holle R, Lopez R. Recommendations for lightning safety. *JAMA.* 1999;282:1132–1133.
20. National Lightning Safety Institute. Personal lightningsafety. 2012. Available at: http://www.lightningsafety.com/nlsi_pls.html. Accessed March 2, 2012.
21. Holle R. Lightning-caused deaths and injuries in the vicinity of vehicles. National Lightning Safety Institute; 2009. Available at: http://www.lightningsafety.com/nlsi_pls/lightning-caused-deaths-around-vehicles.pdf. Accessed October 29, 2014.
22. Bandara K. Lightning hazards: impacts and responses of the public. 18th Annual International Lightning Detection Conference. Helsinki, Finland: Vaisala; 2004.
23. Rakov VA. Lightning protection of structures and personal safety. 2000 International Lightning Detection Conference. Tucson, AZ; November 7–8, 2000. Available at: <http://www.w1npp.org/events/2011/2011-F~1/SAFETY/LIGHTN~1.COM/LIGHTN~4.PDF>. Accessed October 29, 2014.
24. Zack F, Hammer U, Klett I, Wegener R. Myocardial injury due to lightning. *Int J Legal Med.* 1997;110:326–328.
25. Roeder W. Analysis of short notice outdoor lightning risk reduction and comments on why it should not be taught. *Struck by Lightning.* American Meteorological Society; 2008.
26. National Weather Service. Lightning risk reduction. 2011. Available at: <http://www.lightningsafety.noaa.gov/outdoors.htm>. Accessed March 2, 2012.
27. Holle RH, Lopez RE, National Severe Storms Laboratory. Overview of Real-Time Lightning Detection Systems and Their Meteorological Uses. Norman, OK; Springfield, VA: U.S. Dept. of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Environmental Research Laboratories, National Severe Storms Laboratory; for sale by the National Technical Information Service; 1993.
28. Kithil R. An overview of lightning detection equipment.2011. Available at: http://www.lightningsafety.com/nlsi_lhm/overview2002.html. Accessed March 3, 2012.
29. Vogt BJ. Visualizing summertime lightning patterns on Colorado fourteeners. *Prof Geogr.* 2012;66:41–57.

30. Becker W. Boating: Lightning Protection. Gainesville, FL: University of Florida; 1992.
31. Taussig HB. "Death" from lightning and the possibility of living again. *Am Sci*. 1969;57:306–316.
32. Andrews CDM. Effects of lightning on mammalian tissue. *Proceedings of the International Conference of Lightning and Static Electricity*. Bath, England; 1989:104.
33. Cooper MA. Lightning injuries: prognostic signs for death. *Ann Emerg Med*. 1980;9:134–138.
34. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2005;112(24 Suppl):IV1–IV203.
35. Driscoll P, Wardrope J. ATLS: past, present, and future. *Emerg Med J*. 2005;22:2–3.
36. Courtman SP, Wilson PM, Mok Q. Case report of a 13-year-old struck by lightning. *Paediatr Anaesth*. 2003;13:76–79.
37. Fahmy FS, Brinsden MD, Smith J, Frame JD. Lightning: the multisystem group injuries. *J Trauma*. 1999;46:937–940.
38. Lichtenberg R, Dries D, Ward K, Marshall W, Scanlon P. Cardiovascular effects of lightning strikes. *J Am Coll Cardiol*. 1993;21:531–536.
39. Jackson SH, Parry DJ. Lightning and the heart. *Br Heart J*. 1980;43:454–457.
40. Dronacahrya L, Poudel R. Lightning induced atrial fibrillation. *Kathmandu Univ Med J (KUMJ)*. 2008;6:514–515.
41. Saglam H, Yavuz Y, Yurumez Y, Ozkececi G, Kilit C. A case of acute myocardial infarction due to indirect lightning strike. *J Electrocardiol*. 2007;40:527–530.
42. Rivera J, Romero KA, González-Chon O, Uruchurtu E, Márquez MF, Guevara M. Severe stunned myocardium after lightning strike. *Crit Care Med*. 2007;35:280–285.
43. Palmer AB. Lightning injury causing prolongation of the Q-T interval. *Postgrad Med J*. 1987;63:891–894.
44. Weeramanthri TS, Puddey IB, Beilin LJ. Lightning strike and autonomic failure—coincidence or causally related? *J R Soc Med*. 1991;84:687–688.
45. Grubb BP, Karabin B. New onset postural tachycardia syndrome following lightning injury. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2007;30:1036–1038.
46. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the Trauma Score. *J Trauma*. 1989;29:623–629.
47. Alyan O, Ozdemir O, Tufekcioglu O, Geyik B, Aras D, Demirkan D. Myocardial injury due to lightning strike—a case report. *Angiology*. 2006;57:219–223.
48. Dundon BK, Puri R, Leong DP, Worthley MI. Takotsubo cardiomyopathy following lightning strike. *Emerg Med J*. 2008;25:460–461.
49. Cherington M. Spectrum of neurologic complications of lightning injuries. *NeuroRehabilitation*. 2005;20:3–8.
50. Cherington M. Neurorehabilitation of the multifaceted and complicated neurologic problems associated with lightning and electrical injuries. *NeuroRehabilitation*. 2005;20:1–2.
51. Yarnell PR. Neurorehabilitation of cerebral disorders following lightning and electrical trauma. *NeuroRehabilitation*. 2005;20:15–18.
52. ten Duis HJ, Klasen HJ, Reenalda PE. Keraunoparalysis, a 'specific' lightning injury. *Burns*. 1985;12:54–57.
53. Cherington M. Lightning injuries. *Ann Emerg Med*. 1995;25:517–519.
54. Cherington M. Central nervous system complications of lightning and electrical injuries. *Semin Neurol*. 1995;15:233–240.
55. Kleinschmidt-DeMasters BK. Neuropathology of lightning-strike injuries. *Semin Neurol*. 1995;15:323–328.
56. Emet M, Caner I, Cakir M, Aslan S, Cakir Z. Lightning injury may cause abrupt cerebral salt wasting syndrome. *Am J Emerg Med*. 2010;28(640):e1–e3.
57. Frayne JH, Gilligan BS. Neurological sequelae of lightning stroke. *Clin Exp Neurol*. 1987;24:195–200.
58. Belsole RJ, Smith AA. Reflex sympathetic dystrophy: "gate" closed by lightning. *J Hand Surg Am*. 1990;15:523.
59. Davidson GS, Deck JH. Delayed myelopathy following lightning strike: a demyelinating process. *Acta Neuropathol*. 1988;77:104–108.
60. O'Brien CF. Involuntary movement disorders following lightning and electrical injuries. *Semin Neurol*. 1995;15:263–267.
61. Lakshminarayanan S, Chokroverty S, Eshkar N, Grewal R. The spinal cord in lightning injury: a report of two cases. *J Neurol Sci*. 2009;276:199–201.
62. Aslan S, Yilmaz S, Karcioglu O. Lightning: an unusual cause of cerebellar infarction. *Emerg Med J*. 2004;21:750–751.
63. Cherington M, McDonough G, Olson S, Russon R,

- Yarnell PR. Lichtenberg figures and lightning: case reports and review of the literature. *Cutis*. 2007;80:141–143.
64. Resnik BI, Wetli CV. Lichtenberg figures. *Am J Forensic Med Pathol*. 1996;17:99–102.
 65. Cooper MA. Emergent care of lightning and electrical injuries. *Semin Neurol*. 1995;15:268–278.
 66. Herrero F, García-Morato V, Salinas V, Alonso S. An unusual case of lightning injury: a melted silver necklace causing a full thickness linear burn. *Burns*. 1995;21:308–309.
 67. Maghsoudi H, Adyani Y, Ahmadian N. Electrical and lightning injuries. *J Burn Care Res*. 2007;28:255–261.
 68. Matthews MS, Fahey AL. Plastic surgical considerations in lightning injuries. *Ann Plast Surg*. 1997;39:561–565.
 69. Selvaggi G, Monstrey S, Van Landuyt K, Hamdi M, Blondeel P. Rehabilitation of burn injured patients following lightning and electrical trauma. *NeuroRehabilitation*. 2005;20:35–42.
 70. Sommer LK, Lund-Andersen H. Skin burn, bilateral iridocyclitis and amnesia following a lightning injury. *Acta Ophthalmol Scand*. 2004;82:596–598.
 71. Espaillet A, Janigian R Jr, To K. Cataracts, bilateral macular holes, and rhegmatogenous retinal detachment induced by lightning. *Am J Ophthalmol*. 1999;127:216–217.
 72. Cazabon S, Dabbs TR. Lightning-induced cataract. *Eye (Lond)*. 2000;14(Pt 6):903–904.
 73. Jones DT, Ogren FP, Roh LH, Moore GF. Lightning and its effects on the auditory system. *Laryngoscope*. 1991;101:830–834.
 74. Glunčić I, Roje Z, Glunčić V, Poljak K. Ear injuries caused by lightning: report of 18 cases. *J Laryngol Otol*. 2001;115:4–8.
 75. Primeau M, Engelstatter GH, Bares KK. Behavioral consequences of lightning and electrical injury. *Semin Neurol*. 1995;15:279–285.
 76. Pierce MR, Henderson RA, Mitchell JM. Cardiopulmonary arrest secondary to lightning injury in a pregnant woman. *Ann Emerg Med*. 1986;15:597–599.
 77. García Gutiérrez JJ, Meléndez J, Torrero JV, Obregón O, Uceda M, Gabilondo FJ. Lightning injuries in a pregnant woman: a case report and review of the literature. *Burns*. 2005;31:1045–1049.
 78. Flannery DB, Wiles H. Follow-up of a survivor of intrauterine lightning exposure. *Am J Obstet Gynecol*. 1982;142:238–239.
 79. Weinstein L. Lightning: a rare cause of intrauterine death with maternal survival. *South Med J*. 1979;72:632–633.
 80. Chan YF, Sivasambo R. Lightning accidents in pregnancy. *J Obstet Gynaecol Br Commonw*. 1972;79:761–762.
 81. Rees WD. Pregnant Woman Struck by Lightning. *BMJ*. 1965;1:103–104.
 82. Guha-Ray DK. Fetal death at term due to lightning. *Am J Obstet Gynecol*. 1979;134:103–105.

Таблица 2. Оценка доказательности статей по профилактике и лечению повреждений от удара молнии (уровень доказательности).

ТЕМА	ИСТОЧНИК	КОММЕНТАРИИ	МЕТОДОЛОГИЯ	УРОВЕНЬ
Эпидемиология поражения молнией	Cherington M, Walker Jm, Boyson M, Glancy R, Hedegaard H, Clark S. Closing the gap on the actual numbers of lightning casualties and deaths. <i>11th Conference on Applied Climatology</i> . Dallas, TX: American Meterological Society; 1999:379–380.	National Oceanic and Atmospheric Administration's (NOAA) Storm Data is primary dataset on lightning injuries and fatalities. However, in this retrospective review this resource was found to under-report lightning injuries by 100%.	Ретроспективное исследование по заключениям о смерти, метеорологическим записям и госпитальным данным.	Не известно
	Christian HJ. Global frequency and distribution of lightning as observed from space. American Geophysical Union, Fall Meeting 2001, abstract AE21A-01.	Представлены всесторонние глобальные данные по частоте возникновения молний.	Обсервационное исследование по изучению молний за 5-летний период.	Не известно
Профилактика поражений молнией	Zimmermann C, Cooper MA, Holle RL. Lightning safety guidelines. <i>Ann Emerg Med</i> . 2002;39:660-664.	Сформулированы полезные стороны и компоненты плана действий при опасности удара молнии. Представлен обзор поведенческих стратегий по предотвращению поражения молнией	Экспертные консенсусные рекомендации	1С

	Zafren K, Durrer B, Herry JP, Brugger H; ICAR and UIAA MEDCOM. Lightning injuries: prevention and onsite treatment in mountains and remote areas. Official guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine and the Medical Commission of the International Mountaineering and Climbing Federation. <i>Resuscitation</i> . 2005;65:369372.	Обзор профилактических стратегий для альпинистов и скалолазов, включающих следующее: удаление металлических объектов, таких как палки, кошки и ледовые инструменты, соблюдение безопасной дистанции от скальных стен для предотвращения шагового напряжения, а также осознание опасности от поражения током через мокрую веревку.	Экспертные консенсусные рекомендации	1C
	Roeder W. Analysis of short notice outdoor lightning risk reduction and comments on why it should not be taught. Third Conference on Meteorological Applications of Lightning Data; 88th Annual Meeting of the American Meteorological Society. January 20–24, 2008. New Orleans, LA.	Оценена эффективность кратковременных способов снижения риска поражения молнией, (поза человека в грозу, рассредоточение групп людей). В то же время, авторы подчеркивают, что не следует учить всех этим способам, поскольку они отвлекают от наиболее главного принципа безопасности («Слышишь гром – иди в дом»).	Симуляционный сценарий в Монте-Карло по оценке стратегий снижения риска поражения молнией.	2C
Лечение поражений молнией	Lichtenberg R, Dries D, Ward K, Marshall W, Scanlon P. Cardiovascular effects of lightning strikes. <i>J Am Coll Cardiol</i> . 1993;21:531–536.	Наибольшее из известных количество оцененных случаев сердечно-сосудистых повреждений, вызванных молнией. Показывает важность ЭКГ- и ЭхоКГ-скрининга для определения риска для этих пациентов.	Исследование серии случаев поражения молнией.	1C

	Taussig HB. "Death" from lightning and the possibility of living again. <i>Am Sci.</i> 1969;57:306-316.	Подчеркнута важность стратегии «реверсивной сортировки» для жертв поражения молнией .	Исследование серии случаев поражения молнией.	1С
	Cherington M. Spectrum of neurologic complications of lightning injuries. <i>NeuroRehabilitation.</i> 2005;20:3-8.	Предложена классификация неврологических повреждений вследствие поражения молнией. Ставится акцент на важности поддерживающей терапии при кераунопараличе в приоритете над хирургическими вмешательствами.	Исследование серии случаев поражения молнией.	1С
	Cherington M, McDonough G, Olson S, Russon R, Yarnell PR. Lichtenberg figures and lightning: case reports and review of the literature. <i>Cutis.</i> 2007;80:141-143.	Обзор патофизиологии появления фигур Лихтенберга. Звучит заключение, что лечение их не требуется, но их появление требует оценки на предмет других повреждений, связанных с молнией.	Исследование серии случаев поражения молнией.	1С