



Клинический случай поражения молнией

Д. Н. КАЗАРИНОВ¹, М. Ю. КИРОВ²

¹ Котласская центральная городская больница, г. Котлас, РФ

² Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, РФ

РЕЗЮМЕ

Поражение атмосферным электричеством в результате удара молнии – состояние, достаточно редко встречающееся в реанимационной практике; вместе с тем, оно сопровождается высокой смертностью и серьезными осложнениями у значительной части выживших пациентов.

Цель – демонстрация клинического наблюдения поражения атмосферным электричеством и обсуждение аспектов диагностики и лечения данной патологии.

Материалы и методы. Пациентка 18 лет доставлена в стационар после поражения молнией на берегу. Отмечалась потеря сознания, кратковременно отсутствовало дыхание, свидетели происшествия проводили искусственное дыхание и наружный массаж сердца. При поступлении – признаки шока на фоне инфузии допамина, кожный покров бледно-серый, холодный, следы термического повреждения по типу соприкосновения с металлом различной локализации на шее, волосистой части головы, передней поверхности грудной клетки, брюшной стенке, в паховой области, на левой стопе. Госпитализирована в ОРИТ, начат комплекс мер диагностики и интенсивной терапии. Выявлены декомпенсированный метаболический ацидоз, биохимические признаки повреждения миокарда и мышечной ткани. Назначены инфузионная терапия, анальгетики, антибиотики, блокаторы протонной помпы, антикоагулянты. На фоне проводимого лечения в первые 6 часов явления шока купированы, через 4 суток в стабильном состоянии переведена в травматологическое отделение. После перевода из ОРИТ сохраняются нарушения слуха, боль и нарушения чувствительности в левой стопе.

Заключение. Необходим комплексный подход в диагностике, лечении, реабилитации пациентов с поражением атмосферным электричеством.

Ключевые слова: поражение атмосферным электричеством, поражение молнией, интенсивная терапия

Для цитирования: Казаринов Д. Н., Киров М. Ю. Клинический случай поражения молнией // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2023. – Т. 20, № 6. – С. 74–79. DOI: 10.24884/2078-5658-2022-20-6-74-79.

Clinical case of lightning injury

D. N. KAZARINOV¹, M. Yu. KIROV²

¹ Kotlas Central City Hospital, Kotlas, Russia

² Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

ABSTRACT

Atmospheric electricity damage as a result of lightning strike is a relatively rare condition in intensive care medicine, however it can be accompanied by high mortality and serious complications in the majority of survived patients.

The objective was to demonstrate a clinical case of lightning injury and discussion of diagnostic and treatment aspects in this condition.

Materials and Methods. 18-yr old patient was delivered to hospital after lightning strike. She lost consciousness, there was no breathing for a short time, and the witnesses provided artificial respiration and external cardiac compressions. On admission, the signs of shock were present in parallel with dopamine infusion, the skin was pale-grey and cold, with traces of thermal damage according to the type of contact with metal of various localization on the neck, scalp, front surface of the chest and abdominal wall, in the groin, on the left foot. The patient was hospitalized to ICU, therapeutic and diagnostic measures were started. We revealed decompensated lactic acidosis, biochemical signs of myocardial and muscle damage. The infusion therapy, analgesics, antibiotics, proton pump inhibitors, anticoagulants were administered. During the therapy in the first 6 hours, the signs of shock were attenuated, in 4 days, the patient was transferred to traumatological department in a stable state. After the transfer from the ICU, hearing decline as well as pain and sensory disturbances in the left foot are persisting.

Conclusion. An integrated approach is required in the diagnosis, treatment, and rehabilitation of patients with lightning injury.

Key words: lightning injury, lightning strike, intensive care

For citation: Kazarinov D. N., Kirov M. Yu. Clinical case of lightning injury. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2023, Vol. 20, № 6, P. 74–79. (In Russ.) DOI: 10.24884/2078-5658-2022-20-6-74-79.

Для корреспонденции:

Денис Николаевич Казаринов
E-mail: kazarinovdenis@mail.ru

Correspondence:

Denis N. Kazarinov
E-mail: kazarinovdenis@mail.ru

Введение

К одному из самых загадочных явлений, наблюдаемых на нашей планете, относят молнию. Как показал еще Бенджамин Франклин (1706–1790 г.), молния представляет собой электрические разряды, переносящие на землю отрицательный заряд величиной несколько десятков кулон, а амплитуда тока при ударе молнии составляет от 20 до 100 кА. Средняя длина молнии – около 2,5 км, а некоторые ее разряды могут распространяться в атмосфере на расстояние до 20 км [1]. Принято считать, что еже-

секундно около 50 молний ударяют в поверхность Земли, в среднем поражая 6 раз за год каждый ее квадратный километр. Наибольшее количество случаев поражения молниями регистрируется в регионах с высокой грозовой активностью. Статистика исходов в результате поражения молнией свидетельствует о том, что ежегодно от удара молнией на планете погибают от 6 тыс. до 24 тыс. человек, в 10 раз больше людей получают приводящие к инвалидизации травмы. Смертность вследствие ударов молнией обычно составляет 20–30%, серьезные осложнения и стойкие последствия наблюдаются у 65% выживших [3].

Вероятность стать жертвой разряда молнии в течение жизни для человека составляет 1 : 10000–1 : 300000. В развивающихся странах уровень летальности при поражении атмосферным электричеством не меняется на протяжении последнего столетия и находится в пределах от 30 до 50%; так, в Бангладеш только за 2 дня в мае 2016 г. от молнии погибли 64 человека [10]. В развитых странах смертность от поражения молнией варьирует от 10 до 25% и неуклонно снижается благодаря техническим средствам защиты, росту осведомленности населения и совершенствованию специализированной медицинской помощи [9]. Например, в Германии из 12 тыс. случаев поражения молнией фатально закончились 24,6% [21]. Многолетние исследования зависимости грозовой активности от изменений климата позволили сделать прогноз об увеличении количества случаев поражения молнией на фоне глобального потепления [16]. Вместе с тем, в российской медицинской литературе публикации, посвященные анестезиолого-реанимационным аспектам поражения атмосферным электричеством, встречаются достаточно редко. Как показал анализ данных Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения Москвы, за период с 2001 г. по июнь 2012 г. от поражения атмосферным электричеством погибли 10 человек (8 мужчин и 2 женщины). Наиболее часто смертельный исход при поражении молнией отмечался в 2008 г. – 3 случая; в 2002, 2004, 2005, 2009 гг. не было зарегистрировано ни одного случая [2].

Первый механизм поражения, прямой удар молнии, имеет место при непосредственном контакте пострадавшего с атмосферным электричеством на открытой местности. На его долю приходится не более 5% всех случаев удара молнией. При этом варианте поражения исход нередко бывает фатальным, поскольку пострадавший получает максимальный разряд электричества [9]. Даже если прямой удар молнии не поражает жизненно важные органы, он обладает мощным разрушительным действием. В частности, известен случай разрыва металлического эндопротеза тазобедренного сустава в области шейки после прямого удара молнией. Примечательно, что этот перелом был единственным последствием поражения атмосферным электричеством: ни кардиологических, ни неврологических изменений выявлено не было [12].

Поражения кожи имеют место у каждого третьего человека, перенесшего удар молнии. В основе патогенеза ожогов вследствие удара молнии лежит не только повреждение сосудов кожи электричеством, но и непосредственное воздействие высокой температуры. Ожоги обычно поверхностные, что обусловлено крайне малым временем воздействия повреждающих факторов [14]. По этой же причине в сравнении с другими электрическими ожогами вызванные атмосферным электричеством ожоги характеризуются относительно благоприятным исходом [17].

Металлические предметы, находящиеся на теле пострадавшего, будучи проводником электричества, притягивают электрический разряд от удара молнии и удерживают его на поверхности кожи. Кроме того, они мгновенно и очень сильно разогреваются, что вызывает контактные ожоги [6, 7]. Морфологические проявления поражений тела человека и повреждения одежды могут варьировать в зависимости от преобладания механического, теплового или электролитического эффекта в повреждающем действии атмосферного электричества [4, 5].

Высокая смертность и частые тяжелые осложнения поражения атмосферным электричеством могут быть снижены за счет своевременных целенаправленных действий медперсонала, занимающегося лечением пострадавших: реаниматологов, неврологов, кардиологов и других специалистов. Эффективность этих действий во многом зависит от знания особенностей патогенеза, клинических проявлений, диагностики и лечения поражений, возникающих в результате удара молнией. Все это определяет высокую актуальность сбора и анализа данных по ведению пациентов с поражением молнией; однако общепринятые клинические рекомендации по данному виду патологии отсутствуют.

Цель работы – демонстрация клинического наблюдения поражения атмосферным электричеством у пациентки 18 лет и обсуждение аспектов диагностики и лечения данной достаточно редкой патологии.

Клинический случай

Больная К., 18 лет, доставлена 01.08.2023 г. бригадой скорой медицинской помощи в ГБУЗ Архангельской области «Котласская центральная городская больница» с диагнозом «Поражение молнией». Известно, что пациентка находилась на пляже в компании друзей, когда произошел удар молнией. Со слов свидетелей удара молнией, теряла сознание, кратковременно отсутствовало дыхание, друзья оказывали ей первичную помощь – искусственное дыхание, наружный массаж сердца. Поступила в приемное отделение с признаками шока на фоне инфузии дофамина $7,4 \text{ мкг} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$. При осмотре – в сознании, по шкале комы Глазго 15 баллов. Жалобы на боль во всем теле жгучего характера, жжение в шее, общую слабость, нарушение слуха. Движения в конечностях сохранены, мышечный тонус снижен. Кожный покров бледный с сероватым оттенком, холодный на ощупь. Симптом «белого пятна» более 3 секунд. Следы термического повреждения по типу соприкосновения с металлом различной локализации на теле (рисунок): на шее, волосистой части головы (вход молнии?), передней поверхности грудной клетки, передней брюшной стенке, в паховой области, на левой стопе. Отмечается белое пятно на правой голени, левом голеностопном суставе по типу термического поражения (выход молнии?). Обуглены волосы. Визуализируется кровь



Термические повреждения волосистой части головы при поступлении и туловища через сутки пребывания в стационаре

Thermal damage to the scalp upon admission and the trunk after a day of hospital stay

в области правого слухового прохода. Температура тела 35,2 °С. Дыхание самостоятельное, проходимость верхних дыхательных путей не нарушена. Аускультативно дыхание везикулярное, симметричное с обеих сторон, частота дыхательных движений 26/мин. Кашля и хрипов нет. Сатурация 91% при дыхании атмосферным воздухом. Гемодинамика: артериальное давление (АД) 100/60 мм рт. ст., частота сердечных сокращений (ЧСС) 110 в мин.

В условиях приемного отделения начаты лечебные и диагностические мероприятия: инфузионная терапия кристаллоидами, введение анальгетиков.

На ЭКГ – синусовая тахикардия. Осуществлен забор крови для выполнения общего и биохимического анализов крови, коагулограммы. В газах крови – декомпенсированный лактат-ацидоз (таблица). При эхокардиографии фракция выброса 67%, зон гипо-, акинезии нет. С целью исключения поражения ЦНС и внутренних органов выполнена компьютерная томография головного мозга, органов грудной клетки и брюшной полости. Принято решение о госпитализации пациентки в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ).

В лабораторных данных при поступлении в ОРИТ: лейкоциты $5,3 \cdot 10^9$ /л, гемоглобин 139 г/л, гематокрит 41,8%, эритроциты $4,69 \cdot 10^{12}$ /л, тромбоциты $220 \cdot 10^9$ /л. Биохимический анализ крови: мочевины 3,1 ммоль/л, креатинин 81,1 мкмоль/л, билирубин 11 мкмоль/л, амилаза 54,9 ед/л; АСТ 105 ед/л, АЛТ 46,3 ед/л; СРБ 1,31 мг/л, КФК 288,7 ед/л, КФК-МВ 70 ед/л, ЛДГ 319,9 ед/л, тропонин – отрицательный, миоглобин – положительный, натрий 133 ммоль/л, калий 3,2 ммоль/л, глюкоза 7,7 ммоль/л, в коагулограмме МНО 1,14, АЧТВ 26,3 сек.

Начата интенсивная терапия: в первые сутки постельный режим, назначены инфузионная терапия (кристаллоиды 25 мл/кг), анальгетики (парацетамол 1 г 3 р/сутки, кетопрофен 100 мг 2 р/сутки внутривенно), в связи с наличием загрязненной раны – антибиотики (цефтриаксон 2 г \times 1 р/сутки внутривенно), профилактика стрессовых язв (омепразол 40 мг 1 р/сутки внутривенно), после стабилизации состояния пациентки – антикоагулянты (дальтепарин натрия 2,5 тыс. МЕ подкожно 1 р/сутки). Продолжены мониторинг ЭКГ, АД, ЧСС, частоты дыхания, диуреза, начата обработка ожоговых ран – йодопирон, левомеколь. Инфузия дофамина была прекращена в ходе инфузии кристаллоидов в течение 10 мин после поступления; на фоне проводимой терапии в первые 6 часов явления шока купированы, сознание ясное, жалоб активно нет, кожные покровы физиологической окраски, симптом «пятна» 1 сек, АД 90/55 мм рт. ст., ЧСС 84/мин. Белое пятно в области правого голеностопного сустава (выход молнии) изменило цвет на багровый, а к 08:00 2.08.2023 г. – физиологической окраски.

Пациентка находилась в ОРИТ с 01.08.2023 г. по 04.08.2023 г. В течение этого времени была консультирована неврологом и кардиологом (явной патологии не выявлено). По ЭКГ – синусовый ритм с ЧСС 80/мин, при эхокардиографии в динамике фракция выброса в пределах нормы, без зон гипо- и акинезии. Получала инфузионную и антибактериальную терапию, антикоагулянты, анальгетики, перевязки, стандартный мониторинг. Осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы не наблюдалось, неврологические расстройства носили транзиторный характер (периодически беспокоили парестезии в конечностях, нарушение координации движений). В ходе пребывания в ОРИТ уже на следующие

Динамика показателей кислотно-основного состояния в ходе пребывания в ОРИТ

Changes of acid-base state parameters during ICU stay

Показатель	01.08.2023 г.	02.08.2023 г.
pH	7,34	7,35
PaCO ₂ , мм рт. ст.	32	30
PaO ₂ , мм рт. ст.	99	115
Лактат, ммоль/л	3,2	1,0
HCO ₃ ⁻ , ммоль/л	30,6	27,3
BE, ммоль/л	-10,1	2,4
SaO ₂ , %	99	100

сутки после поступления в лабораторных данных отмечали нормализацию газового состава крови (таблица), преходящее повышение КФК до 623 ед., постепенное снижение тропонина с 0,8 до 0,225 и 0,112 нг/мл, нормализацию показателей АСТ и АЛТ. В общем анализе крови и коагулограмме – без существенных отклонений. Переведена из ОРИТ в травматологическое отделение на четвертые сутки после поступления в стационар, выписана на седьмые сутки без неврологического дефицита и осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы, имела место тугоухость 2–3 ст., по поводу которой продолжено наблюдение у ЛОР-врача. В амбулаторном порядке проводилось Холтеровское мониторирование – аритмий не зафиксировано. На 21 сутки обращалась к травматологу по поводу болей и нарушения чувствительности в левой стопе, костных изменений не обнаружено, направлена к неврологу, рекомендована электронейромиография. По результатам электронейромиографии М-ответ удовлетворительной амплитуды, скорость проведения импульса по моторным волокнам нервов нижних конечностей в пределах нормы.

Обсуждение

Как представлено в данном случае, поражение атмосферным электричеством носит мультисистемный характер. У нашей пациентки обследование проводилось с учетом обстоятельств и места получения повреждения (на берегу реки), с учетом жалоб, физикального осмотра, патогенеза электротравмы, результатов лабораторных и инструментальных исследований.

Сердечно-сосудистые осложнения при поражении молнией возникают в 46% случаев. Большинство механизмов, через которые опосредуются сердечно-сосудистые события, объясняется прохождением электрического тока: спазм коронарных артерий, гиперкатехоламинемия, прямое термическое повреждение, нарушения в работе проводящей системы сердца [20]. В нашем случае повреждение миокарда проявилось повышением тропонина, КФК-МВ и АСТ; в то же время ЭКГ и эхокардиография не выявили значимых патологических изменений. Умеренное повышение КФК и появление миоглобина можно объяснить повреждением мышечной ткани на фоне удара молнии и последующе-

го вазоспазма. Тем не менее, своевременная инфузионная терапия и нормализация перфузии тканей позволили избежать развития острого повреждения почек, ДВС-синдрома и других осложнений.

Поражение органа слуха при ударе молнии, отмеченное у нашей пациентки, может быть вызвано нарушением анатомии внутреннего уха, сосудистыми и неврологическими нарушениями в ответ на воздействие ударной волны, ожога и электрического тока высокого напряжения [11]. Наиболее частое осложнение после поражения молнией – перфорация барабанной перепонки с потерей слуха и ожогом наружного слухового прохода [19].

Поражения кожи имеют место у каждого третьего пациента, перенесшего удар молнии. В основе патогенеза ожогов вследствие удара молнии лежит не только повреждение сосудов кожи электричеством, но и непосредственное воздействие высокой температуры. Как и в нашем случае, ожоги обычно поверхностные, что обусловлено крайне малым временем воздействия повреждающих факторов [15]. По этой же причине в сравнении с другими электрическими ожогами вызванные атмосферным электричеством ожоги характеризуются относительно благоприятным исходом [18].

Неврологические осложнения развиваются примерно в 85% случаев ударов молнии. При прохождении электрического тока через нервную ткань происходит изменение проницаемости клеточных мембран, нарушение электрохимического баланса между внутри- и внеклеточными пространствами, а также денатурация белков, что приводит к потенциально необратимому вазогенному отеку. Почти одинаково часто поражаются как головной и спинной мозг, так и периферическая нервная система. Наиболее типичные проявления поражения ЦНС – тетра- и гемиплегии, или тетра- и гемипарезы. Повреждение нервной системы при ударе молнии может быть ограничено только расстройствами чувствительности; последние часто сопровождаются нарушениями проприоцепции, проявляющимися в постуральной нестабильности, когда пациент не способен адекватно поддерживать равновесие. Нарушения двигательной активности чаще обусловлены развитием посттравматической миелопатии [8]. При повреждении дыхательного центра происходит остановка дыхания, возможны тетанус или длительный паралич дыхательных мышц. Неврологические

осложнения могут возникнуть как немедленно, так и в отдаленном периоде, что, вероятно, имело место и в нашем случае [13].

Заключение

Поражение атмосферным электричеством достаточно редко встречается в реанимационной практике и требует разработки протоколов ока-

зания помощи. Необходим комплексный подход в диагностике, лечении, реабилитации пациентов с поражением атмосферным электричеством. При данной патологии важна экстренная стабилизация жизненно важных функций организма с оценкой выраженности поражения и коррекцией нарушений со стороны сердечно-сосудистой, нервной и других систем организма, при этом могут иметь место отсроченные неврологические осложнения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березуцкий В. И. Поражение молнией // Политравма. – 2017. – Т. 2. – С. 70–76.
2. Кильдюшов Е. М., Баринов Е. Х., Скребнев А. В., Ромодановский П. О. Случай поражения атмосферным электричеством // Судебно-медицинская экспертиза. – 2013. – Т. 56, № 2. – С. 44–46.
3. Колкутин В. В., Ромодановский П. О., Баринов Е. Х. Судебно-медицинская экспертиза в случаях смерти от воздействия технического и атмосферного электричества: Пособие для экспертов // Самара: Проспект-М. – 2004. – 60 с.
4. Кустанович С. Д. Исследование повреждений одежды в судебно-медицинской практике. – М.: Медицина, 1965. – 131 с.
5. Назаров Г. Н., Николенко Л. П. Судебно-медицинское исследование электротравмы. – М.: Фолиум, 1992. – 144 с.
6. Рахимбаев Р. С. Поражение молнией // Вестник АГИУВ. – 2008. – Т. 1–2, № 6–7. – С. 98–107.
7. Adil M., Rahman R., Das S. Patterned charring along the contact points of a metallic locket due to lightning strike // Clinical Case Reports. – 2016. – Vol. 4, № 6. – P. 618–619. DOI: 10.1002/ccr3.538.
8. Gruhn K. M., Knossalla F., Schwenkreis P. et al. Erkrankungen nach Blitzschlag // Der Nervenarzt. – 2016. – Vol. 87, № 6. – P. 623–628. DOI: 10.1007/s00115-015-0062-0.
9. Holle R. A summary of recent national-scale lightning fatality studies // Weather, Climate, and Society. – 2016. – Vol. 8, № 1. – P. 35–42. DOI: 10.1175/WCAS-D-15-0032.1.
10. Holle R. L., Islam A. Lightning fatalities in Bangladesh in May 2016 // Proceedings of the 8th Conference on the Meteorological Applications of Lightning Data, 2017 American Meteorological Society Annual Meeting. – Seattle, WA, USA, 23 January 2017. – P. 22–26.
11. Kiliç E., Genç H., Aydın Ü. et al. Variations in ontological presentations of lightning strike victims: clinical report of 3 patients // Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery. – 2017. – Vol. 23, № 2. – P. 163–166. DOI: 10.5505/tjtes.2016.88580.
12. Lizano-Diez X., Alentorn-Geli E., León-García A. et al. Fracture of the femoral component after a lightning strike injury: a case report // Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica. – 2017. – Vol. 51, № 1. – P. 84–87. DOI: 10.1016/j.aott.2015.04.001.
13. Reisner A. Delayed neural damage induced by lightning and electrical injury: neural death, vascular necrosis and demyelination? // Neural Regeneration Research. – 2014. – Vol. 9, № 9. – P. 907–908. DOI: 10.4103/1673-5374.133130.
14. Russell K., Cochran A., Mehta S. et al. Lightning burns // Journal of Burn Care & Research. – 2014. – Vol. 35, № 6. – P. 436–438. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3182957783.
15. Russell K. W., Cochran A. L., Mehta S. T. et al. Lightning burns // Journal of Burn Care & Research. – 2014. – Vol. 35, № 6. – P. 436–438. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3182957783.
16. Saha U., Siingh D., Kamra A. et al. On the association of lightning activity and projected change in climate over the Indian sub-continent // Atmospheric Research. – 2017. – Vol. 183, № 1. – P. 173–190. DOI: 10.1016/j.atmosres.2016.09.001.
17. Shih J., Shahrokhi S., Jeschke M. Review of adult electrical burn injury outcomes worldwide // Journal of Burn Care & Research. – 2017. – Vol. 38, № 1. – P. 293–298. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000373.

REFERENCES

1. Berezutsky V. I. Lightning strike. *Polytrauma*, 2017, vol. 2, pp. 70–76. (In Russ.)
2. Kildyushov E. M., Barinov E. H., Skrebnev A. V., Romodanovskiy P. O. A case of damage from atmospheric electricity. *Sudebno-meditinskaya ekspertiza*, 2013, vol. 56, no. 2, pp. 44–46.
3. Kolkutin V. V., Romodanovsky P. O., Barinov E. Kh. Forensic medical examination in cases of death from exposure to technical and atmospheric electricity: A manual for experts. Samara, Prospekt-M, 2004, pp. 60. (In Russ.)
4. Kustanovich S. D. Investigation of damage to clothing in forensic practice. Moscow, Medicine Publ., 1965, pp. 131. (In Russ.)
5. Nazarov G. N., Nikolenko L. P. Forensic investigation of electrical injury. Moscow, Folium Publ., 1992, pp. 144. (In Russ.)
6. Rakhimbayev R. S. Being struck by lightning. *Vestnik AGIUV*, 2008, vol. 1–2, no. 6–7, pp. 98–107. (In Russ.)
7. Adil M., Rahman R., Das S. Patterned charring along the contact points of a metallic locket due to lightning strike. *Clinical Case Reports*, 2016, vol. 4, no. 6, pp. 618–619. DOI: 10.1002/ccr3.538.
8. Gruhn K. M., Knossalla F., Schwenkreis P. et al. Erkrankungen nach Blitzschlag. *Der Nervenarzt*, 2016, vol. 87, no. 6, pp. 623–628. DOI: 10.1007/s00115-015-0062-0.
9. Holle R. A summary of recent national-scale lightning fatality studies. *Weather, Climate, and Society*, 2016, vol. 8, no. 1, pp. 35–42. DOI: 10.1175/WCAS-D-15-0032.1.
10. Holle R., Islam A. Lightning fatalities in Bangladesh in May 2016. *Proceedings of the 8th Conference on the Meteorological Applications of Lightning Data, 2017 American Meteorological Society Annual Meeting*, Seattle, WA, USA, 23 January 2017, pp. 22–26.
11. Kiliç E., Genç H., Aydın Ü. et al. Variations in ontological presentations of lightning strike victims: clinical report of 3 patients. *Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 2017, vol. 23, no. 2, pp. 163–166. DOI: 10.5505/tjtes.2016.88580.
12. Lizano-Diez X., Alentorn-Geli E., León-García A. et al. Fracture of the femoral component after a lightning strike injury: a case report. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 2017, vol. 51, no. 1, pp. 84–87. DOI: 10.1016/j.aott.2015.04.001.
13. Reisner A. Delayed neural damage induced by lightning and electrical injury: neural death, vascular necrosis and demyelination? *Neural Regeneration Research*, 2014, vol. 9, no. 9, pp. 907–908. DOI: 10.4103/1673-5374.133130.
14. Russell K., Cochran A., Mehta S. et al. Lightning burns. *Journal of Burn Care & Research*, 2014, vol. 35, no. 6, pp. 436–438. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3182957783.
15. Russell K. W., Cochran A. L., Mehta S. T. et al. Lightning burns. *Journal of Burn Care & Research*, 2014, vol. 35, no. 6, pp. 436–438. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3182957783.
16. Saha U., Siingh D., Kamra A. et al. On the association of lightning activity and projected change in climate over the Indian sub-continent. *Atmospheric Research*, 2017, vol. 183, no. 1, pp. 173–190. DOI: 10.1016/j.atmosres.2016.09.001.
17. Shih J., Shahrokhi S., Jeschke M. Review of adult electrical burn injury outcomes worldwide. *Journal of Burn Care & Research*, 2017, vol. 38, no. 1, pp. 293–298. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000373.

18. Sumangala C., Kumar M. Lightning death: a case report // Journal of Indian Academy of Forensic Medicine. – 2015. – Vol. 37, № 1. – P. 93–95. DOI: 10.5958/0974-0848.2019.00081.2.
19. Turan M., Kalkan F., Bozan N. et al. Isolated sensorineural hearing loss as a sequela after lightning strike // Case Reports in Otolaryngology. – 2015. – Vol. 2015. – P. 738416. DOI: 10.1155/2015/738416.
20. Wiater J. Lightning induced ventricular fibrillation risk during wandering // Przegląd elektrotechniczny. – 2016. – Vol. 1, № 2. – P. 108–113. DOI: 10.15199/48.2016.02.31.
21. Zack F., Puchstein S., Büttner A. Letalität von Blitzunfällen // Rechtsmedizin. – 2016. – Vol. 26, № 1. – P. 9–11. DOI: 10.1007/s00194-015-0065-y.
18. Sumangala C., Kumar M. Lightning death: a case report. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 2015, vol. 37, no. 1, pp. 93–95. DOI: 10.5958/0974-0848.2019.00081.2.
19. Turan M., Kalkan F., Bozan N. et al. Isolated sensorineural hearing loss as a sequela after lightning strike. *Case Reports in Otolaryngology*, 2015, vol. 2015, pp. 738416. DOI: 10.1155/2015/738416.
20. Wiater J. Lightning induced ventricular fibrillation risk during wandering. *Przegląd elektrotechniczny*, 2016, vol. 1, no. 2, pp. 108–113. DOI: 10.15199/48.2016.02.31.
21. Zack F., Puchstein S., Büttner A. Letalität von Blitzunfällen. *Rechtsmedizin*, 2016, vol. 26, no. 1, pp. 9–11. DOI: 10.1007/s00194-015-0065-y.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Казаринов Денис Николаевич

врач-анестезиолог-реаниматолог, ГБУЗ Архангельской области «Котласская центральная городская больница», 165300, Россия, Архангельская область, г. Котлас, пр. Мира, д. 36.
E-mail: kazarinovdenis@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1201-1906

Киров Михаил Юрьевич

д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент Российской Академии Наук, заслуженный врач РФ, зав. кафедрой анестезиологии и реаниматологии, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» МЗ РФ, 163000, Россия, г. Архангельск, Троицкий пр., д. 51.
E-mail: mikhail_kirov@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-4375-3374

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Kazarinov Denis N.

Anesthesiologist and Intensivist, Kotlas Central City Hospital, 36, Mir avenue, Kotlas, Arkhangelsk region, 165300, Russia.
E-mail: kazarinovdenis@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1201-1906

Kirov Mikhail Yu.

Dr. of Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Doctor of the Russian Federation, Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, Northern State Medical University, 51, Troitzky avenue, Arkhangelsk, 163000, Russia.
E-mail: mikhail_kirov@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-4375-3374