

Морфологические особенности повреждений, сформировавшихся от действия технического электричества в воде

З.В. Давыдова, Е.Ю. Калинина, Н.М. Аничков, П.Э. Лазарев, М.К. Смирнов, Е.А. Лебеденко, Р.А. Насыров

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье представлен экспертный случай поражения техническим электричеством в воде (труп девушки с признаками термического ожога был обнаружен в ванной комнате, рядом находился подсоединенный к электрической сети телефон). Было проведено судебно-гистологическое исследование поврежденных тканей. Авторы изучили гистологическую картину электрометки и изменение дермы, вызванное действием электрического тока в водной среде. Выявили, что, во-первых, морфологическая картина электрометки, сформировавшейся в воде, определяется как электрохимическим повреждающим действием, связанным с развитием электролитических процессов в тканях, так и термическим воздействием; во-вторых, массивному травматическому воздействию подвержены не только кожа и подкожно-жировая клетчатка, но глубже лежащие ткани, что должно учитываться при оказании медицинской помощи пострадавшим с несмертельной электротравмой.

Ключевые слова: электрометка, некроз, термическое действие электрического тока.

Образец цитирования: Давыдова З.В., Калинина Е.Ю., Аничков Н.М., Лазарев П.Э., Смирнов М.К., Лебеденко Е.А., Насыров Р.А. Морфологические особенности повреждений, сформировавшихся от действия технического электричества в воде // Journal of Siberian Medical Sciences. 2023;7(4):138-145. DOI: 10.31549/2542-1174-2023-7-4-138-145

Morphological features of damage caused by technical electricity in water

Z.V. Davydova, E.Yu. Kalinina, N.M. Anichkov, P.E. Lazarev, M.K. Smirnov, E.A. Lebedenko, R.A. Nasyrov

St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

The article presents an expert case of electrical injury from technical electricity in water (the corpse of a girl with signs of a thermal burn was found in the bathroom, nearby there was a telephone connected to the electrical network). A forensic histological examination of the damaged tissues was carried out. The authors studied the histological picture of the electrical mark and changes in the dermis caused by electrical current in water. It was revealed that, firstly, the morphological picture of the electrical mark in water is determined by both the electrochemical damaging effect associated with the development of electrolytic processes in tissues and thermal exposure; secondly, not only the skin and subcutaneous fat, but deeper tissues are subject to massive traumatic effects which should be taken into account when the treatment of patients with non-fatal electrical injuries.

Keywords: electrical mark, necrosis, thermal effect of electrical current.

Citation example: Davydova Z.V., Kalinina E.Yu., Anichkov N.M., Lazarev P.E., Smirnov M.K., Lebedenko E.A., Nasyrov R.A. Morphological features of damage caused by technical electricity in water. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2023;7(4):138-145. DOI: 10.31549/2542-1174-2022-7-4-138-145

Поступила в редакцию 15.03.2023
Прошла рецензирование 29.03.2023
Принята к публикации 15.04.2023

Автор, ответственный за переписку
Давыдова Злата Вячеславовна: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический университет» Минздрава России. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2.
E-mail: zлата.davydova@rambler.ru

Received 15.03.2023
Revised 29.03.2023
Accepted 15.04.2023

Corresponding author
Zlata V. Davydova: St. Petersburg State Pediatric Medical University, 2, Litovskaya str., St. Petersburg, 194100, Russia.
E-mail: zлата.davydova@rambler.ru

ВВЕДЕНИЕ

Современную жизнь невозможно представить без использования электрического тока. Технический прогресс, повышение качества жизни людей неразрывно связаны с применением электрического тока в различных областях и сферах человеческой деятельности. Первый случай электротравмы от действия технического электричества при случайном соприкосновении с токоведущими частями описал Леруа де Мезикур в 1860 г. [1]. Число экспертиз случаев смертельного поражения электрическим током в практике экспертных подразделений Бюро судебно-медицинской экспертизы Санкт-Петербурга в 2017 г. составило 21, в 2018 г. — 14, в 2019 г. — 19, в 2020 г. — 19.

Спектр обстоятельств получения травм от действия высокого и низкого напряжения широк. У детей они, как правило, происходят в домашних условиях; у подростков — связаны с легкомысленными поступками вне родительского дома; у взрослых — являются следствием, прежде всего, ошибочных профессиональных действий или несчастных случаев на производстве. Это может быть результатом случайного контакта с высоковольтными кабелями, различных транспортных аварий или следствием незаконных действий (вандализма) [2].

Исследования зарубежных ученых показывают, что смертность от электрической травмы в начале XXI в. варьирует от 0 до 25 % в зависимости от тяжести поражения [3]. Даже кратковременный контакт с токонесущей поверхностью приводит к частичному или полному некрозу отдельных анатомических областей, развитию полиорганной недостаточности [4]. В наиболее тяжелых случаях гибель пострадавшего происходит из-за остановки сердечной деятельности или массивного кровотечения вследствие нарушения целостности стенок крупных сосудов [5]. Пострадавшие от электричества в наше время составляют около 5 % от поступивших в ожоговые центры по всему миру. Несмотря на небольшую долю электротравмы в структуре ожогового травматизма, она является наиболее тяжелой и разрушительной, приводя к инвалидности и высокой летальности. Электротравма преобладает у мужчин трудоспособного возраста и составляет около 1.7 % среди госпитализированных в ожоговые центры. Летальность зависит от возраста, общей площади поражения и площади глубокого ожога. При электротравме в оперативном лечении нуждаются 2/3 пострадавших, при этом 30.9 % пациентов требуются высокотехнологичные микрохи-

INTRODUCTION

Modern life cannot be imagined without the use of electric current. Technological advances and improving the quality of life of people are inextricably linked with the use of electric current in various fields and areas of human activity. The first case of electrical injury due to accidental contact with live parts was described by Leroy de Mésicourt in 1860 [1]. The number of examinations of electrocution cases in the practice of units of the Bureau of Forensic Medicine of St. Petersburg in 2017 was 21, in 2018 — 14, in 2019 — 19, in 2020 — 19.

The range of circumstances of high- and low-voltage electrical injuries is wide. In children, they usually occur at home; in adolescents — are associated with frivolous actions outside the house; in adults — are, first of all, a result of erroneous actions or industrial accidents. This may be the result of due to an accidental contact with high-voltage cables, various traffic accidents, or a consequence of illegal actions (vandalism) [2].

Studies by foreign authors show that mortality from electrical injury at the beginning of the 21st century varies from 0 to 25% depending on the severity of the injury [3]. Even short-term contact with a live surface leads to partial or complete necrosis of individual anatomical areas and the development of multiple organ failure [4]. In the most severe cases, a patient dies due to cardiac arrest or massive bleeding caused by large vessel walls' destruction [5]. Patients with electrical injury now account for about 5% of those admitted to burn centers around the world. Despite the small proportion of electrical injuries in the structure of burn injuries, it is the most severe and devastating, resulting in disability and high mortality. Electrical injury predominates among men of working age and accounts for about 1.7% among patients hospitalized in burn centers. Mortality depends on age, total body surface area damaged and area of deep burn. In case of electrical injury, 2/3 of patients need surgical treatment, with 30.9% of patients requiring high-tech microsurgical operations, and 29.1% requiring amputation [6, 7].

Electrical injury is formed either through direct contact with an electrical conductor, or from a step voltage arising from the voltage difference between two parts of the body touching the ground near a lying wire; its formation is also possible through an arc contact (in cases with high-voltage currents). According to the literature, at the site of contact of the current carrying conductor with the body, a skin lesion forms called an electrical mark. In typical cases, it is a round or oval-shaped dense vallate area of the skin (with a sunken bottom and roller-like

рургические операции, а 29.1 % — ампутации [6, 7].

Электротравма формируется либо при непосредственном контакте с проводником электрического тока, либо от «шагового напряжения», возникающего из-за разности потенциалов двух частей тела, касающихся земли вблизи лежащего провода; также возможно ее образование и через дуговой контакт (в случаях с токами высокого напряжения). Согласно данным литературы, в месте соприкосновения токонесущего проводника с телом формируется повреждение кожного покрова — электрометка. В типичных случаях она представляет собой округлой или овальной формы плотноватый участок кожи с западающим дном и валикообразно приподнятыми краями, с бледно-желтой, серо-белой или серо-желтой окраской. Формирование электрометки обусловлено механическим, тепловым, электрохимическим повреждающим действием тока на организм [1]. Тепловое воздействие возникает в результате трансформации электрической энергии в силу сопротивляемости тканей. Тепловому действию тока в большей степени подвержены ткани с низкой удельной электропроводностью. Именно в тканях, обладающих высоким сопротивлением (кожа, костная ткань), в соответствии с законом Джоуля — Ленца ($Q = I^2Rt$), происходит выделение наибольшего количества тепла. Количество выделяющегося тепла прямо пропорционально силе тока, электрическому сопротивлению тканей и длительности контакта. Чем выше напряжение, тем больше выделяется тепла в местах контакта, где и возникают ожоги. Сопротивляемость тканей является одним из главных факторов, обуславливающих тяжесть электроожога. Участками локализации электрических ожогов являются в основном места входа и выхода электричества на кожу, так как она обладает высокой сопротивляемостью. Тепловая энергия, образующаяся при трансформации электрической энергии, приводит к коагуляции и некролизации тканей. После преодоления сопротивляемости кожи электрическая энергия следует по пути наименьшего сопротивления — по нервной ткани и кровеносным сосудам, поражая окружающие ткани и приводя к общим изменениям. Электрохимические изменения, возникающие в результате действия электрического тока, приводят к агрегации форменных элементов крови, изменению баланса ионов вне и внутри клеток, поляризации белков. В результате у анода возникает коагуляционный некроз, а у катода — колликативный. Механическое дей-

raised edges), of pale yellow, gray-white or gray-yellow color. The formation of an electrical mark is due to the mechanical, thermal, electrochemical damaging effect of electrical current on the body [1]. Thermal effect is a result of the transformation of electrical energy due to high tissue resistance. Tissues with a low electrical conductivity are more susceptible to the thermal effect of current. It is in tissues with high resistance (skin, bone tissue), in accordance with the Joule-Lenz law ($Q = I^2Rt$), that the greatest amount of heat is released. The amount of heat released is directly proportional to the current power, the electrical resistance of tissues and duration of contact. The higher the voltage, the more heat is released at the contact sites, where burns occur. Tissue resistance is one of the main factors determining the severity of an electrical burn. The localization for electrical burns are mainly the inlet and outflow points of electricity on the skin, as it has high resistance. Heat energy generated during the transformation of electrical energy leads to coagulation and necrosis of tissue. After overcoming the fastness of the skin, the electrical energy follows the path of least resistance — through nervous tissue and blood vessels, affecting surrounding tissues and leading to general changes. Electrochemical changes caused by the action of an electric current lead to blood cells aggregation, changes in the ionic balance outside and inside cells, and protein polarization. As a result, coagulative necrosis occurs at the anode, and colliquative necrosis — at the cathode. The mechanical action of current occurs due to the direct transition of electrical energy into mechanical energy. Mechanical action manifests itself in the formation of tissue dissection and ruptures, bone fractures.

However, there are also publications that indicate that electrical injury in aquatic environments is characterized by the formation of an atypical electrical mark as bubbles without liquid content, as well as electrogenic edema: density and pallor of the skin surrounding the area of the electrical mark. Macro- and microscopic examination of such an electrical mark does not reveal signs of grade III–IV thermal burns and thermal damage to hair in the area of the electrical mark, and there is no metallization of the skin [8].

AIM OF THE RESEARCH

Investigation of morphological changes and features of damage caused by electricity in water.

CASE REPORT

The corpse of a girl was brought to the Thanatology Department of the Bureau of Forensic Medicine

ствие тока возникает за счет прямого перехода электрической энергии в механическую. Проявляется механическое действие в формировании расслоений и разрывов тканей, переломов костей.

Однако имеются и публикации, в которых указывается, что для электрической травмы в водной среде характерно образование нетипичной электрометки в виде пузырей без жидкого содержимого, а также электрогенного отека: плотность и бледность кожи, окружающей область электрометки. При макро- и микроскопическом исследовании такой электрометки не выявляются признаки термических ожогов III–IV степени и термического поражения волос в зоне электрометки, отсутствует металлизация кожи [8].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение морфологических изменений и особенностей повреждений, сформировавшихся от действия технического электричества в водной среде.

ЭКСПЕРТНЫЙ СЛУЧАЙ

В танатологическое отделение Бюро судебно-медицинской экспертизы Санкт-Петербурга поступил труп девушки. Из обстоятельств происшествия известно, что труп девушки был обнаружен матерью в ванной комнате, с признаками термического ожога, рядом находился подсоединенный к электрической сети телефон. На момент осмотра места происшествия вода была спущена, мобильный телефон и зарядка были изъяты следственными органами. По предварительным данным давность наступления смерти составляла около 10–14 ч.

При наружном исследовании трупа обнаружены следующие повреждения: на ладонной поверхности правой кисти кожа серовато-красновато-желтоватого цвета, между 1-м и 2-м пальцами кожа отсутствует, оголяя подсохшую желтоватую клетчатку и сухожилия. На передней поверхности груди слева в проекции VII межреберья, на фоне желтовато-красноватого подсохшего участка размером 8×5 см, определяется сероватое вспучивание эпидермиса, размером 6×3 см, без жидкого содержимого внутри.

Для выявления признаков, характерных для действия технического электричества, обязательным является проведение судебно-гистологического исследования. Кусочки кожи с повреждениями после стандартной гистологической проводки заливали в парафин, изготавливали

of St. Petersburg. The incident circumstances: girl's corpse was found by her mother in the bathroom, with signs of a thermal burn; nearby there was a telephone connected to the electrical network. At the time of the incident scene inspection, the water was drained, cell phone and his charger were seized by the investigative authorities. According to preliminary data, the duration of death was about 10–14 h.

A visual examination of the corpse revealed the following injuries: on the palmar surface of the right hand, the skin is grayish-reddish-yellowish in color; between the 1st and 2nd fingers, there is no skin, and dried yellowish tissue and tendons are exposed. On the anterior chest wall, in the left seventh intercostal space, in the midst of the yellowish-reddish dried area 8×5 cm in size, the grayish swelling of the epidermis 6×3 cm without liquid contents inside is determined.

To identify the signs characteristic of technical electricity action, it is mandatory to conduct a forensic histological examination. After standard histological processing, pieces of the skin with the lesions were embedded in paraffin; serial sections 0.3–0.5 μm thick were prepared, and stained with hematoxylin and eosin; Masson trichrome staining was additionally used (to identify necrotic changes in tissues). Changes in the epidermis and dermis in the area exposed to the damaging factor were studied in the specimens; then a comparative analysis of the identified microscopic signs was carried out. Samples were photographed using a Nikon DS-Fi3 digital camera mounted on a Nikon Eclipse 80i microscope.

A histological examination of the damaged skin on the anterior chest wall revealed a wave-like deformity of skeletal muscle bundles with focal loss of contour and cross-striation of fibers (Fig. 1).

Microscopic examination revealed signs of thermal effect of the current: deep extensive fibrinoid necrosis of the epidermis, dermis, hair follicles; flattening of the epithelial layer of the epidermis, with homogenization of layers and a site of coagulative necrosis (Fig. 2).

Areas of nuclear elongation in the basal, granular and lucid layers of the epidermis with palisade stigma, with single irregularly rounded voids formation, caused by electrochemical action of the electric current and associated with the ionic imbalance in tissues were observed (Fig. 3).

Masson trichrome staining revealed yellow diffuse areas in skeletal muscles at the site of the electrical mark. Thus, both routine hematoxylin and eosin staining and additional Masson trichrome staining demonstrated necrotic changes in the tissues (Fig. 4).

серийные срезы толщиной 0.3–0.5 мкм, окрашивали гематоксилином и эозином; дополнительно было использовано трихромное окрашивание по Массону (для выявления некротических изменений в тканях). В препаратах изучали изменения эпидермиса и дермы в области воздействия повреждающего фактора, затем провели сравнительный анализ выявленных микроскопических признаков. Образцы фотографировали с помощью цифровой камеры Nikon DS-Fi3, установленной на микроскопе Nikon Eclipse 80i.

При гистологическом исследовании дефекта кожи с передней поверхности грудной клетки выявлена волнообразная деформация пучков скелетных мышц с очаговой потерей контура и поперечной исчерченности волокон (рис. 1).

Микроскопическое исследование выявило признаки термического действия тока: глубокий обширный фибриноидный некроз эпидермиса, дермы, волосяных фолликулов, уплощение эпителиального пласта эпидермиса, гомогенизация слоев и участок коагуляционного некроза (рис. 2).

Наблюдались участки вытягивания ядер базального, зернистого и блестящего слоев эпидермиса с образованием фигур «частокола», с единичными неправильно-округлыми пустотами, что обусловлено электрохимическим дей-

Analysis of the data obtained allowed us to conclude that the morphological picture of the electric mark due to the action of electrical current in water is determined by both the electrochemical damage associated with the development of electrolytic processes in tissues and thermal effects. It is worth noting that not only the skin and subcutaneous fat, but the deeper tissues are subject to massive traumatic effects.

CONCLUSION

For the electrical mark due to the action of technical electricity in both aquatic and ordinary environments, the characteristic microscopic signs are cell elongation, presence of bubbles inside the stratum corneum, and detachment of epidermis from dermis. The presented case showed that the specificity of the manifestation of the electrochemical and thermal damaging effects of electrical current in the aquatic environment is determined not only by the depth of the coagulative necrosis itself, but also by the damage to surrounding tissues which is characterized by a deep spread of necrosis in soft tissues, which indeed should not remain unaddressed in the treatment of patients with non-fatal electric injury.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

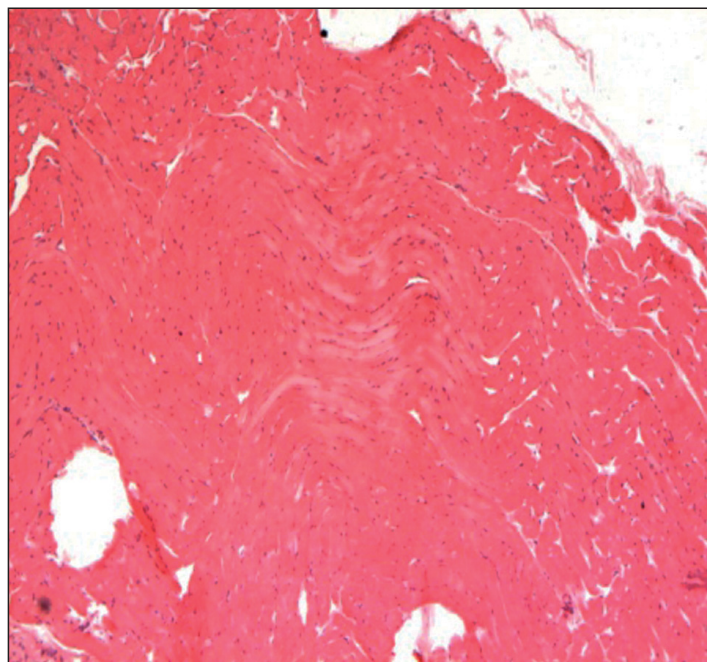


Рис. 1. Электрометка. Волнообразная деформация пучков скелетных мышц с очаговой потерей контура и поперечной исчерченности волокон. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение (ув.) $\times 100$

Fig. 1. The electrical mark. The wave-like deformity of skeletal muscle bundles with focal loss of contour and cross-striation of fibers. Hematoxylin and eosin staining. Magnification (magn.) $\times 100$

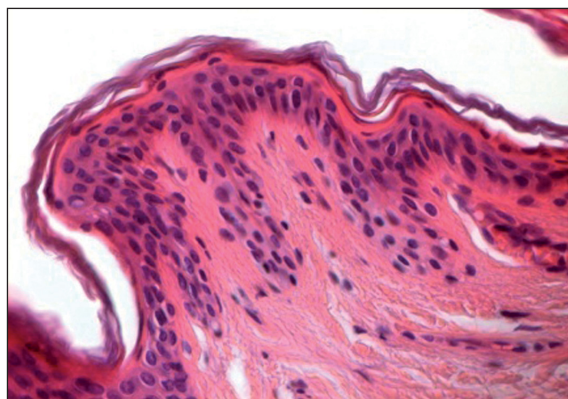


Рис. 2. Электрометка. Вытягивание ядер клеток эпидермиса. Фигуры «щеток» или «частокола» в зоне прохождения тока. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 200$
Fig. 2. The electrical mark. Epidermal nuclear elongation. Brush- or palisade-shaped epithelial cells in the area exposed to electric current. Hematoxylin and eosin staining. Magn. $\times 200$

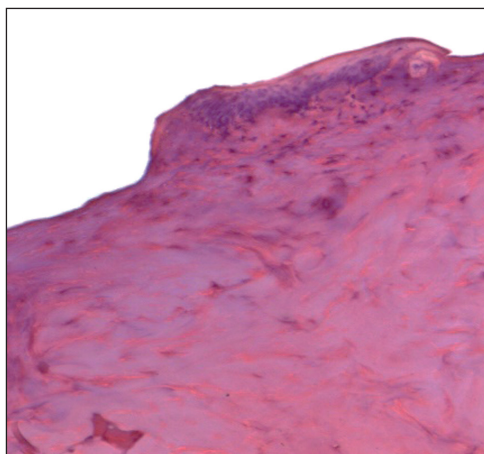


Рис. 3. Электрометка. Глубокий обширный фибриноидный некроз эпидермиса, дермы, волосяных фолликулов. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 100$
Fig. 3. The electrical mark. Deep extensive fibrinoid necrosis of the epidermis, dermis, hair follicles. Hematoxylin and eosin staining. Magn. $\times 100$

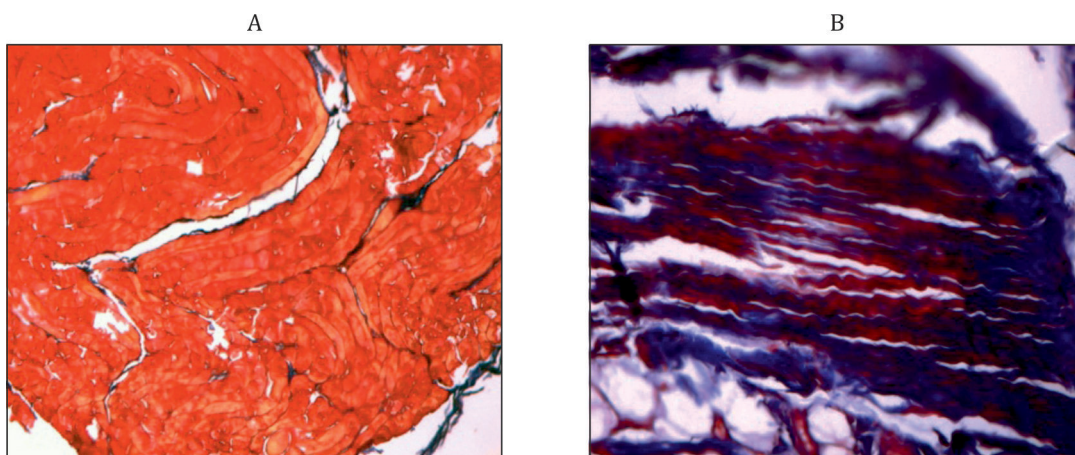


Рис. 4. Мышечная ткань с передней поверхности грудной клетки. Некроз отдельных скелетных мышечных волокон, фуксинофильные участки некроза соединительной ткани: А – окраска гематоксилином и эозином, ув. $\times 50$; В – трихромное окрашивание по Массону, ув. $\times 400$
Fig. 4. Muscle tissue from the anterior chest wall. Necrosis of individual skeletal muscle fibers, fuchsinophilic areas of connective tissue necrosis: A – hematoxylin and eosin staining, magn. $\times 50$; B – Masson trichrome staining, magn. $\times 400$

ствием тока, связанным с нарушением ионного равновесия в тканях (рис. 3).

При трихромном окрашивании по Массону в скелетных мышцах в проекции формирования электрометки обнаружены диффузные рассеянные участки желтого цвета. Таким образом, и рутинная окраска гематоксилином и эозином, и дополнительное окрашивание по Массону продемонстрировали некротические изменения в тканях (рис. 4).

Анализ полученных данных позволил заключить, что морфологическая картина электрометки, сформировавшейся от действия электрического тока в воде, определяется как электрохимическим повреждающим действием, связанным с развитием электролитических процессов в тканях, так и термическим воздействием. Стоит отметить, что массивному травматическому воздействию подвержены не только кожа и подкожно-жировая клетчатка, но глубже лежащие ткани.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаров Г.Н., Николенко Л.П. Судебно-медицинское исследование электротравмы. М.: Фолиум, 1992. С. 6–78.
2. Соколов В.А., Степаненко А.А., Петрачков С.А., Адмакин А.Л. Эпидемиология поражений электрическим током: электротравма и электроожоги (обзор иностранных публикаций) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2014;(4):26-33. DOI: 10.25016/2541-7487-2014-0-4-26-33.
3. Luz D.P., Millan L.S., Alessi M.S. et al. Electrical burns: a retrospective analysis across a 5-year period // Burns. 2009;35(7):1015-1019.
4. Ahmad I., Akhtar S., Rashidi E. et al. Electrical burns in children: an experience // Indian J. Burns. 2012;20(1):30-35. DOI: 10.4103/0971-653X.111778.
5. Opara K.O., Chukwuanukwu T.O.G., Ogbonnaya I.S., Nwadinigwe C.U. Pattern of severe electrical injuries in a Nigerian regional burn centre // Niger. J. Clin. Pract. 2006;9(2):124-127.
6. Спиридонова Т.Г., Жиркова Е.А., Сачков А.В. и др. Электротравма: характеристика пострадавших, методы оперативного лечения, микрофлора ран // Медицинский алфавит. 2018;3(28):59-62.
7. Сидоров А.И. О статистике электротравматизма. XXI век // Техносферная безопасность. 2021;6(2):180-188. DOI: 10.21285/2500-1582-2021-2-180-188.
8. Пиголкин Ю.И., Сковородников С.В., Дубровин И.А. Судебно-медицинская диагностика электрометки при поражении техническим электричеством в водной среде // Судебно-медицинская экспертиза. 2014;57(3):19-21.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для электрометки, сформировавшейся от действия технического электричества как в водной, так и в обычной среде, характерными микроскопическими признаками являются удлинение клеток, наличие пузырей внутри рогового слоя, отслаивание эпидермиса от дермы. Представленный экспертный случай показал, что специфичность проявления электрохимического и термического повреждающего действия электрического тока в водной среде обусловлена не только глубиной самого коагуляционного некроза, но и поражением окружающих тканей, для которого характерно глубокое распространение некроза в мягких тканях, что, безусловно, не должно оставаться без внимания при оказании медицинской помощи пострадавшим с несмертельной электротравмой.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Nazarov G.N., Nikolenko L.P. (1992). *Forensic Examination of Electrical Injury*. Moscow: Folium. P. 6–78. (In Russ.)
2. Sokolov V.A., Stepanenko A.A., Petrachkov S.A., Admakin A.L. Epidemiology of electric shock: electrical injury and electrical burns (review of foreign publications). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2014;(4):26-33. DOI: 10.25016/2541-7487-2014-0-4-26-33. (In Russ.)
3. Luz D.P., Millan L.S., Alessi M.S. et al. Electrical burns: a retrospective analysis across a 5-year period. *Burns*. 2009;35(7):1015-1019.
4. Ahmad I., Akhtar S., Rashidi E. et al. Electrical burns in children: an experience. *Indian J. Burns*. 2012;20(1):30-35. DOI: 10.4103/0971-653X.111778.
5. Opara K.O., Chukwuanukwu T.O.G., Ogbonnaya I.S., Nwadinigwe C.U. Pattern of severe electrical injuries in a Nigerian regional burn centre. *Niger. J. Clin. Pract.* 2006;9(2):124-127.
6. Spiridonova T.G., Zhirkova E.A., Sachkov A.V. et al. Electrical injury: characteristic of victims, methods of surgical treatment, microflora of wounds. *Medical Alphabet*. 2018;3(28):59-62. (In Russ.)
7. Sidorov A.I. On the statistics on electrical injuries. XXI century. *Technosphere Safety*. 2021;6(2):180-188. DOI: 10.21285/2500-1582-2021-2-180-188. (In Russ.)
8. Pigolkin Yu.I., Skovorodnikov S.V., Dubrovina I.A. Forensic-medical diagnostics of an electrical mark resulting from the injury inflicted by technical electricity in the aqueous environment. *Forensic Medical Expertise*. 2014;57(3):19-21. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS

Zlata V. Davydova – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Pathological Anatomy with a course

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Давыдова Злата Вячеславовна – канд. мед. наук, доцент кафедры патологической анатомии с курсом судебной медицины ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0002-6673-8230.

Калинина Елена Юрьевна – канд. мед. наук, доцент кафедры патологической анатомии с курсом судебной медицины ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0001-7077-3584.

Аничков Николай Мильевич – д-р мед. наук, профессор, чл.-кор. РАН, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры патологической анатомии с курсом судебной медицины ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0003-1834-7881.

Лазарев Павел Эдуардович – студент 6-го курса ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0002-4731-8572.

Смирнов Матвей Константинович – студент 6-го курса ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. ORCID 0000-0002-6245-7968.

Лебеденко Евгений Александрович – студент 6-го курса ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0002-6054-200X.

Насыров Руслан Абдуллаевич – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой патологической анатомии с курсом судебной медицины ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0001-8120-2816.

of Forensic Medicine, St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0002-6673-8230.

Elena Yu. Kalinina – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Pathological Anatomy with a course of Forensic Medicine, St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0001-7077-3584.

Nikolay M. Anichkov – Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponded Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor, Department of Pathological Anatomy with a course of Forensic Medicine, St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0003-1834-7881.

Pavel E. Lazarev – 6-year Student, St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0002-4731-8572.

Matvey K. Smirnov – 6-year Student, St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia. ORCID 0000-0002-6245-7968.

Evgeniy A. Lebedenko – 6-year Student, St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0002-6054-200X.

Ruslan A. Nasyrov – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head, Department of Pathological Anatomy with a course of Forensic Medicine, St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0001-8120-2816.