

DOI: <https://doi.org/10.17816/OV643574>

EDN: IWBIYN



Расширенный алгоритм обследования пациента с нейротрофической кератопатией: клинический случай

В.С. Прокопчук¹, В.В. Потемкин^{2,3}, С.Ю. Астахов³, А.Р. Потемкина²,
Н.Ю. Гаврилова^{1,4}, Д.А. Андреев⁵

¹ Клиника высоких медицинских технологий им. И.П. Пирогова, Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия;

² Городская многопрофильная больница № 2, Санкт-Петербург, Россия;

³ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия;

⁴ Гатчинская клиническая межрайонная больница, Гатчина, Санкт-Петербург, Россия;

⁵ Технический университет Гамбурга, Гамбург, Германия

АННОТАЦИЯ

Нейротрофическая кератопатия (НТК) представляет собой редкое дегенеративное заболевание роговицы, обусловленное нарушением ее иннервации и характеризующееся снижением чувствительности и развитием трофических нарушений, что могут приводить к возникновению и персистенции дефектов. Разнообразие этиологических факторов, отсутствие выраженного роговичного синдрома и сходство ранних проявлений с другими заболеваниями глазной поверхности нередко приводят к поздней диагностике и затрудняют выбор лечебной тактики. В связи с этим актуальным остается применение комплексного подхода к обследованию пациентов с НТК, позволяющего объективизировать степень поражения и отслеживать динамику патологического процесса на фоне проводимого лечения. Представлен клинический случай пациентки Ц., 69 лет, с персистирующей в течение четырех месяцев постгерпетической эрозией роговицы правого глаза, резистентной к проводимой консервативной терапии. Пациентка предъявляла жалобы на снижение зрения и чувство инородного тела. Максимально скорректированная острота зрения составляла 0,08. При биомикроскопии выявлен дефект эпителия роговицы площадью 7,6 %, сопровождавшийся перифокальным отеком и отеком стромы. Чувствительность роговицы отсутствовала во всех девяти исследуемых точках. По данным оптической когерентной томографии минимальная толщина роговицы составила 609 мкм. Конфокальная биомикроскопия выявила выраженное обеднение суббазального нервного сплетения: плотность нервных волокон составляла 4 волокна/мм², плотность их ветвей — 3 ветви/мм², длина нервных волокон — 662 мм/мм². Для комплексной оценки состояния глазной поверхности и последующего мониторинга был применен расширенный диагностический алгоритм, включающий клинические, функциональные и инструментальные методы исследования. После выполнения сублимбального перемещения орбитальной клетчатки, включающего перемещение нижнего медиального пакета орбитальной клетчатки под склеральный лоскут к лимбу, была достигнута полная эпителизация роговицы, а в течение 12 месяцев наблюдения рецидивов деэпителизации не отмечено. Представленный клинический случай демонстрирует практическую значимость расширенного алгоритма обследования пациентов с НТК. Комплексная оценка состояния глазной поверхности позволяет своевременно верифицировать диагноз, объективизировать выраженность патологических изменений, обосновать выбор лечебной тактики и осуществлять мониторинг эффективности проводимого лечения.

Ключевые слова: нейротрофическая кератопатия; нейротрофический кератит; алгоритм обследования; конфокальная биомикроскопия; язва роговицы; витальные красители; оптическая когерентная томография; клинический случай.

Как цитировать:

Прокопчук В.С., Потемкин В.В., Астахов С.Ю., Потемкина А.Р., Гаврилова Н.Ю., Андреев Д.А. Расширенный алгоритм обследования пациента с нейротрофической кератопатией: клинический случай // Офтальмологические ведомости. 2026. Т. 19, № 2. С. 95–104. DOI: 10.17816/OV643574 EDN: IWBIYN

DOI: <https://doi.org/10.17816/OV643574>

EDN: IWBIYN

Extended Algorithm for Examination of a Patient With Neurotrophic Keratopathy: Case Report

Vera S. Prokopchuk¹, Vitaliy V. Potemkin^{2,3}, Sergey Yu. Astakhov³, Albina R. Potemkina², Natalia Yu. Gavrilova^{1,4}, Denis A. Andreev⁵

¹ Pirogov's Clinic of High Medical Technologies of Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia;

² City Multidisciplinary Hospital No. 2, Saint Petersburg, Russia;

³ Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia;

⁴ Gatchina Clinical Interdistrict Hospital, Gatchina, Saint Petersburg, Russia;

⁵ Technical University of Hamburg, Hamburg, Germany

ABSTRACT

Neurotrophic keratopathy is a rare degenerative corneal disease caused by impaired corneal innervation and characterized by reduced corneal sensitivity and trophic changes that may lead to the development and persistence of corneal defects. The diversity of etiological factors, the absence of pronounced corneal syndrome, and the similarity of early manifestations to other ocular surface disorders frequently result in delayed diagnosis and complicate treatment selection. Therefore, a comprehensive approach to the examination of patients with neurotrophic keratopathy remains highly relevant, as it allows objective assessment of disease severity and monitoring of pathological changes during treatment. Report the case of a 69-year-old woman with a persistent postherpetic corneal erosion of the right eye lasting for four months and refractory to conservative treatment. The patient complained of decreased vision and a foreign body sensation. Best-corrected visual acuity was 0.08. Slit-lamp examination revealed an epithelial defect involving 7.6% of the corneal surface, accompanied by perifocal and stromal edema. Corneal sensitivity was absent at all nine examined points. Anterior segment optical coherence tomography demonstrated a minimum corneal thickness of 609 μm . In vivo confocal microscopy revealed marked depletion of the subbasal nerve plexus, with a corneal nerve fiber density of 4 fibers/ mm^2 , a corneal nerve branch density of 3 branches/ mm^2 , and a corneal nerve fiber length of 662 mm/mm^2 . An extended diagnostic algorithm incorporating clinical, functional, and instrumental examinations was used for comprehensive assessment of the ocular surface and subsequent follow-up. Following sublimbal orbital fat transposition (S-LOFT), involving transposition of the inferomedial orbital fat pad beneath a scleral flap to the limbal area, complete corneal epithelialization was achieved, with no recurrence of epithelial defects during the 12-month follow-up post-S-LOFT period. This clinical case demonstrates the practical value of an extended diagnostic algorithm for patients with neurotrophic keratopathy. Comprehensive evaluation of the ocular surface enables timely diagnosis, objective assessment of pathological changes, rational selection of treatment strategy, and monitoring of therapeutic outcomes.

Keywords: neurotrophic keratopathy; neurotrophic keratitis; examination algorithm; confocal microscopy; corneal ulcer; vital dyes; optical coherence tomography; case report.

To cite this article:

Prokopchuk VS, Potemkin VV, Astakhov SYu, Potemkina AR, Gavrilova NYu, Andreev DA. Extended Algorithm for Examination of a Patient With Neurotrophic Keratopathy: Case Report. *Ophthalmology Reports*. 2026;19(2):95–104. DOI: 10.17816/OV643574 EDN: IWBIYN

Submitted: 02.01.2025

Accepted: 26.01.2026

Published online: 30.06.2026

ОБОСНОВАНИЕ

Нейротрофическая кератопатия (НТК) — дегенеративное заболевание, обусловленное нарушением иннервации роговицы тройничным нервом, характеризующееся снижением чувствительности и трофическими расстройствами [1].

Этиология развития НТК включает глазные и экстраокулярные факторы, которые могут вызывать повреждение тройничного нерва на различных уровнях — от ядра до нервных окончаний. Наиболее распространёнными причинами являются герпетический кератит, сахарный диабет, химические или хирургические повреждения роговицы, а также нейрохирургические процедуры [2]. Во многих случаях устранение этиологического фактора затруднено.

В свою очередь, выбор тактики ведения пациентов с данной патологией варьирует в зависимости от стадии заболевания [3].

Классическая картина роговичного синдрома в условиях выраженного или полного отсутствия чувствительности, как правило, нехарактерна. Пациенты чаще предъявляют следующие жалобы:

- чувство инородного тела в глазу;
- ухудшение зрения;
- покраснение глаза [3].

Это делает диагностику НТК сложной задачей, поскольку пациенты могут обращаться за медицинской помощью через месяцы или годы после начала заболевания [4].

Характерным является уменьшение частоты мигательных движений. В частности, младенцы и маленькие дети с нарушенной чувствительностью роговицы могут моргать только в ответ на имитирующие угрозу жесты, а также наносить себе травмы роговицы [5].

На начальных стадиях заболевания симптомы сходны с классическими проявлениями кератоконъюнктивального ксероза, включающими нарушение стабильности слёзной плёнки, уменьшение высоты слёзных менисков, развитие кератопатии и патологической эпителизации [3]. В случае более тяжёлого течения наблюдают образование дефектов роговицы, которые вследствие гипестезии могут не вызывать у пациента выраженного дискомфорта.

Однако отсутствие или снижение чувствительности может быть ограничено только участком дезэпителизации и/или изъязвления. В таком случае могут возникать проявления нейропатической боли [6].

В статье представлен клинический случай НТК, демонстрирующий возможности применения расширенного алгоритма обследования при выборе тактики лечения и мониторинге состояния глазной поверхности.

ОПИСАНИЕ СЛУЧАЯ

О пациенте

Пациентка Ц., 69 лет, поступила в стационар с персистирующей в течение 4 мес. эрозией роговицы правого глаза. Пациентка получала терапию в виде инстилляций лубрикантов, репарантов и антибиотиков. Кроме того, применение бандажной мягкой контактной линзы не привело к значимому клиническому эффекту. Пациентка предъявляла жалобы на снижение зрения, чувство инородного тела правого глаза.

Анамнез заболевания. Из анамнеза известно, что возникновению НТК предшествовал перенесённый герпетический кератит 2 года назад. В течение двух лет после перенесённого заболевания каждые полгода у пациентки выявляли появление дефектов роговицы, которые, в отличие от настоящего эпизода, эпителизировались на фоне проводимой терапии.

Результаты обследования

Максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) правого глаза — 0,08. При проведении биомикроскопии переднего отрезка визуализировали умеренную смешанную инъекцию глазного яблока. В оптической области роговицы определяли дефект бобовидной формы эпителия площадью 7,6%. Кроме того, отмечали перифокальный отёк, а также отёчность всей стромы (рис. 1, а).

При проведении оценки чувствительности анестезия по 9 точкам. Окрашивание конъюнктивы лиссаминовым зелёным соответствовало мелкоточечному прокрашиванию (см. рис. 1, б).

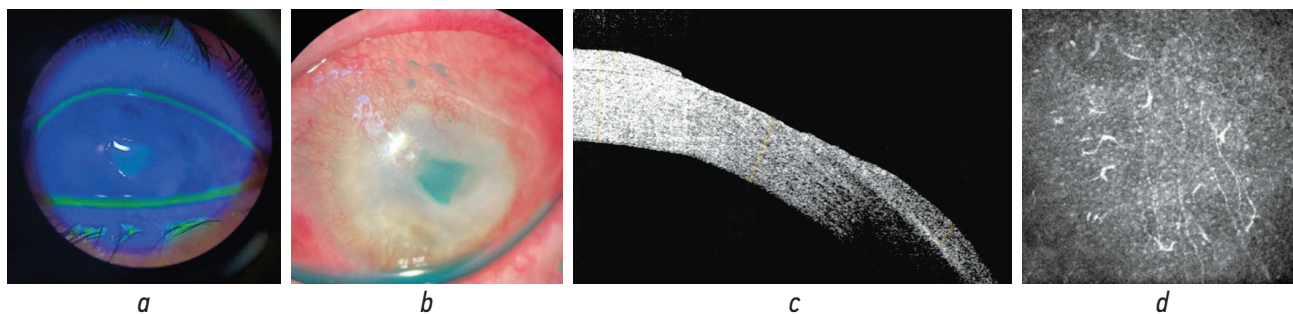


Рис. 1. Результаты обследования пациентки Ц. при поступлении: а — фотография переднего отрезка глазного яблока в кобальтовом свете с применением флуоресцеина, б — в жёлтом свете с применением лиссаминового зелёного; с — оптическая когерентная томография роговицы в области эпителиального дефекта; д — конфокальная биомикроскопия роговицы на уровне суббазального нервного сплетения.

Fig. 1. Examination results of the female patient Z. at admission: a, an anterior segment photograph with cobalt blue lighting following fluorescein instillation; b, with yellow lighting following lissamine green instillation; c, corneal optical coherence tomography of the epithelial defect; d, confocal microscopy of the sub-basal corneal nerve plexus.

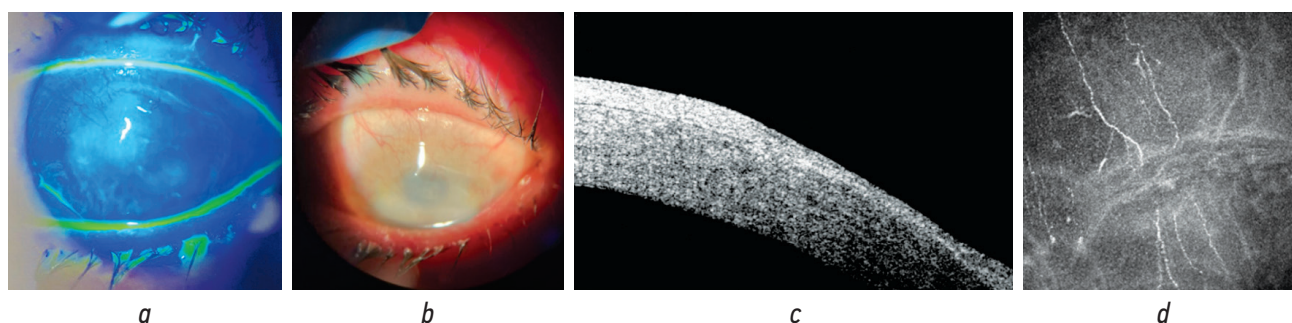


Рис. 2. Результаты обследования пациентки Ц. через 12 мес. после операции: *a* — фотография переднего отрезка глазного яблока в кобальтовом свете с применением флуоресцеина; *b* — в жёлтом свете с применением лиссаминового зелёного; *c* — оптическая когерентная томография роговицы в области эпителиального дефекта; *d* — конфокальная биомикроскопия роговицы на уровне суббазального нервного сплетения.

Fig. 2. Examination results of the female patient Z. at postoperative month 12: *a*, an anterior segment photograph with cobalt blue lighting following fluorescein instillation; *b*, with yellow lighting following lissamine green instillation; *c*, corneal optical coherence tomography of the epithelial defect; *d*, confocal microscopy of the sub-basal corneal nerve plexus.

По данным оптической когерентной томографии (ОКТ) роговицы выявлен эпителиальный дефект, минимальная толщина роговицы 609 мкм, строма гиперрефлективно неоднородна, что соответствует отёку (см. рис. 1, *c*).

Выполнена конфокальная биомикроскопия роговицы (см. рис. 1, *d*), результаты которой продемонстрировали истончение суббазального нервного сплетения. Плотность нервных волокон — 4 волокна/мм², плотность ветвей нервных волокон — 3 ветви/мм², длина нервного волокна — 662 мм/мм². Кроме того, количество дендритных клеток оценили как «++++», количество гиперрефлективных межклеточных микровключений — «++++», а количество гранулоподобных структур суббазальных нервных волокон — «++».

Лечение

В связи с неэффективностью терапии пациентке выполнили сублимбальное перемещение орбитальной клетчатки. В послеоперационном периоде пациентка в течение двух недель инстиллировала глазные капли левофлоксацин 0,5%, а также продолжила использовать препарат искусственной слезы без консерванта на основе гиалуроновой кислоты 0,4%.

Динамика и исходы

Полная эпителизация дефекта роговицы достигнута через 3 нед. после оперативного вмешательства. Пациентка находилась под наблюдением в течение 12 мес.; за этот период рецидивов дезэпителизации не отмечено.

Пациентку при каждом контрольном посещении осматривали с использованием расширенного диагностического алгоритма.

При проведении последнего обследования получены следующие данные. Среди жалоб сохранялось только снижение остроты зрения. По данным визометрии МКОЗ составила 0,2.

При проведении биомикроскопии переднего отрезка правого глаза с применением флуоресцеина (рис. 2, *a*) отмечена нестабильность слезной плёнки, однако

дефекты, окрашиваемые витальным красителем, отсутствуют. При использовании лиссаминового зелёного окрашивание конъюнктивы также не выявлено (см. рис. 2, *b*).

При оценке чувствительности роговицы по 9 точкам выявлена гипестезия в верхних трёх точках, в остальных зонах сохранялась анестезия.

По данным ОКТ роговицы отмечена полная эпителизация роговицы, при этом её минимальная толщина составила 580 мкм, что обусловлено уменьшением отёка стромы, однако эпителий был утолщённым (см. рис. 2, *c*).

Выполнена конфокальная биомикроскопия роговицы (см. рис. 2, *d*), по результатам которой выявлено истончение суббазального нервного сплетения. Плотность нервных волокон составила 6 волокон/мм², плотность ветвей нервных волокон — 4 ветви/мм², длина нервного волокна — 2099 мм/мм². Кроме того, количество дендритных клеток соответствовало «+», количество гиперрефлективных межклеточных микровключений — «—», а количество гранулоподобных структур суббазальных нервных волокон — «+».

ОБСУЖДЕНИЕ

Представленный клинический случай демонстрирует необходимость комплексной оценки состояния глазной поверхности, что обуславливает актуальность применения диагностического алгоритма, используемого для обследования пациентов с НТК, определения тактики лечения и отслеживания динамики заболевания.

Биомикроскопию переднего отрезка глазного яблока применяют не только для верификации диагноза, но и для оценки динамики патологического процесса на фоне лечения. В частности, предложено несколько классификаций изменений при НТК, однако общепринятой остаётся классификация I. Maskie и соавт. с дополнениями H.S. Dua и соавт. [7].

- Стадия I характеризуется слабовыраженными изменениями роговицы, такими как точечная кератопатия, отёчность эпителия и стромы, может наблюдаться

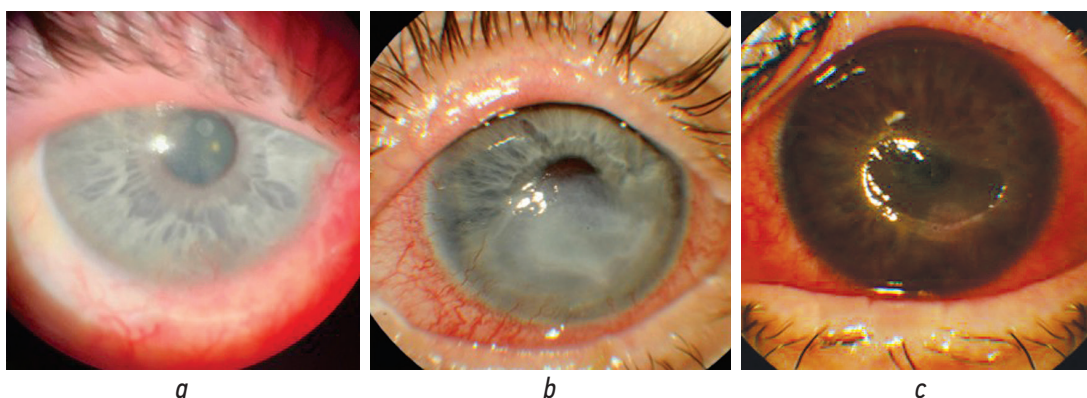


Рис. 3. Фотографии переднего отрезка глазного яблока в жёлтом свете пациентов с нейротрофической кератопатией: *a* — стадия I; *b* — стадия II; *c* — стадия III.

Fig. 3. Yellow lighting photographs of the anterior segment of patients with neurotrophic keratopathy: *a*, stage I; *b*, stage II; *c*, stage III.

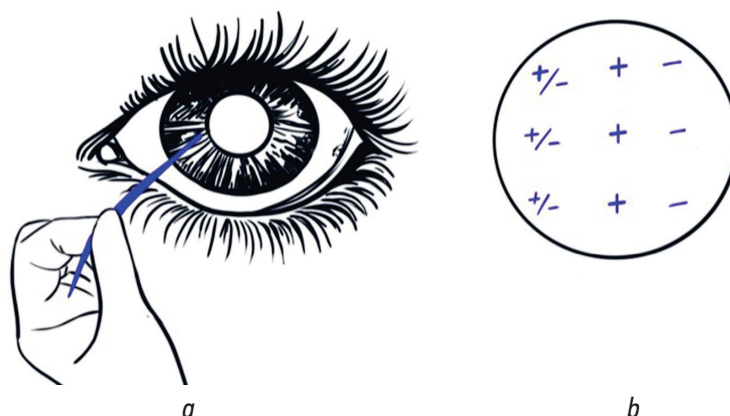


Рис. 4. Определение чувствительности роговицы: *a* — методика; *b* — схема отображения результатов.

Fig. 4. Corneal sensitivity test: *a*, technique; *b*, result scheme.

гиперплазия эпителия и его неровность. При окрашивании флюоресцеином возможно точечное прокрашивание. Кроме того, отмечают повышение вязкости слезы и уменьшение времени разрыва слёзной плёнки. В случаях длительного течения при отсутствии лечения может развиваться поверхностная васкуляризация (рис. 3, *a*).

- Стадия II характеризуется рецидивирующим или постоянным эпителиальным дефектом, обычно расположенным парацентрально. Эпителиальный дефект часто ограничен гладкими, скрученными и рыхлыми краями отёчного эпителия. Возможно наблюдать отёк стромы, складки десцеметовой мембраны, а иногда и воспалительный процесс в передней камере глаза (см. рис. 3, *b*).

- Стадия III характеризуется возникновением язв роговицы. Лизис стромы может как персистировать, так и прогрессировать вплоть до перфорации (см. рис. 3, *c*).

Снижение МКОЗ при НТК развивается вследствие различных причин, начиная от нарушений слёзной плёнки до язвенных дефектов и даже перфораций. Степень выраженности зачастую коррелирует со стадией заболевания,

однако не всегда, поскольку в процессе регенерации язв роговицы формируется рубцовая ткань, способная снижать МКОЗ. Характерным признаком НТК является снижение или отсутствие чувствительности роговицы.

В международной практике для оценки чувствительности роговицы используют эстеziометры по типу CochetBonnet, которые содержат специальный держатель нейлоновой нити, обеспечивающий дозированное механическое воздействие на роговицу за счёт изменения длины нити [8]. Однако в отсутствие официальной регистрации в Российской Федерации, а также с учётом высокой стоимости, оправдано применение традиционного ориентировочного метода определения чувствительности с помощью марлевого волокна.

По нашему мнению, для пациентов с нарушениями иннервации роговицы целесообразно определять чувствительность по 9 точкам. Участки анестезии оценивают как 1 балл, участки гипестезии — 0,5 балла. Полученные значения суммируют. Итоговое значение обратно пропорционально чувствительности (рис. 4).

При диагностике НТК важную роль также играет окрашивание роговицы, позволяющее оценивать состояние её

эпителия. В офтальмологической практике получили распространение три основных витальных красителя:

- флюоресцеин, применяемый для оценки дефектов эпителия роговицы;
- лиссаминовый зелёный, позволяющий визуализировать нежизнеспособные клетки;
- бенгальский розовый, который также окрашивает повреждённую ткань, однако ввиду высокой токсичности его применяют редко [9].

Наибольшее значение в диагностике НТК имеют флюоресцеин и лиссаминовый зелёный. Так, флюоресцеин используют для оценки дефектов эпителия и стромы роговицы. При стадии I возможно определять точечную кератопатию (рис. 5, *с*). В свою очередь, при стадии II (см. рис. 5, *б*) и III (см. рис. 5, *а*), когда происходят дезэпителизация и лизис стромы соответственно, флюоресцеин позволяет достоверно оценить площадь дефекта.

Кроме того, при стадии I возможно проведение пробы Норна с целью определения времени разрыва слёзной плёнки. При стадии II–III исследование малоинформативно в связи с обширными зонами прокрашивания.

Следует отметить, что избытки флюоресцеина могут накапливаться в углублениях и неровностях глазной поверхности, что приводит к завышению видимой площади дезэпителизации. В связи с этим мы рекомендуем удалить их с помощью инстилляций антисептика.

В сочетании с окрашиванием эрозий и язв роговицы мы рекомендуем фотофиксацию для отслеживания динамики на фоне лечения.

В своей практике мы используем специально разработанную программу (Defcor, свидетельство о регистрации программы № 2026661220), позволяющую рассчитать площадь дефекта по отношению к площади поверхности роговицы (рис. 6). Таким образом, данная методика

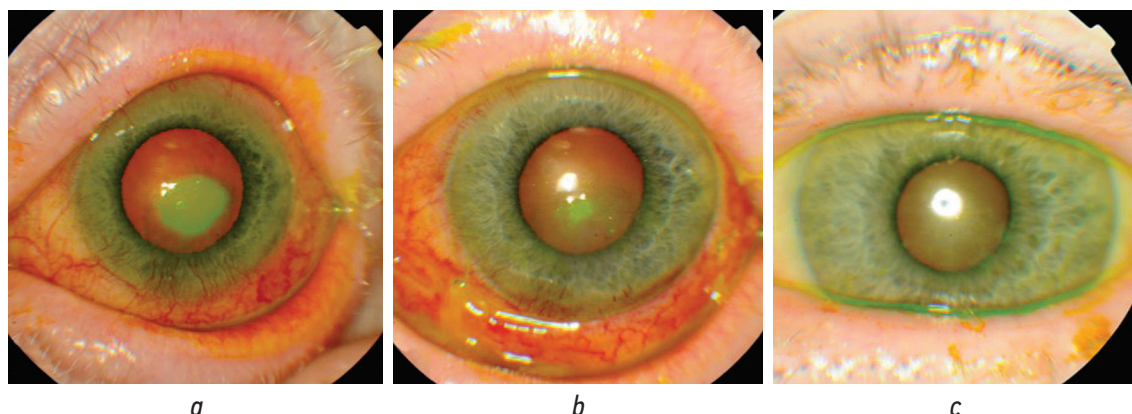


Рис. 5. Положительная динамика при окрашивании флюоресцеиновым витальным красителем после сублимбального перемещения орбитальной клетчатки: *а* — III стадия; *б* — II стадия; *с* — I стадия.

Fig. 5. Positive changes demonstrated by fluorescein staining after sub-limbal orbital fat transposition: *a*, stage III; *b*, stage II; *c*, stage I.

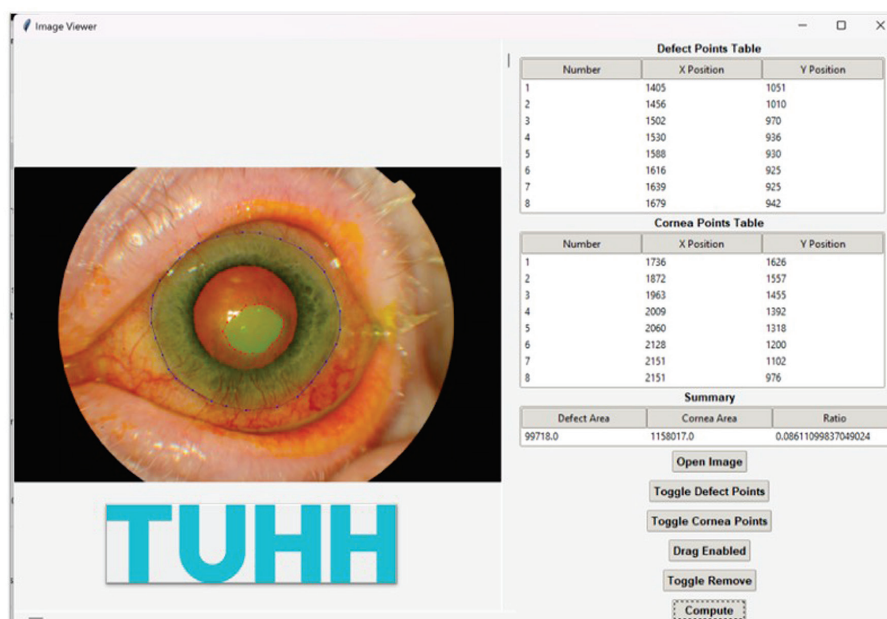


Рис. 6. Программное обеспечение для расчёта площади дефектов роговицы. Синим маркером отмечен лимб, красным — зона прокрашивания.

Fig. 6. Software for calculating the area of corneal defects. The limbus is indicated by blue, and the staining area is marked in red.

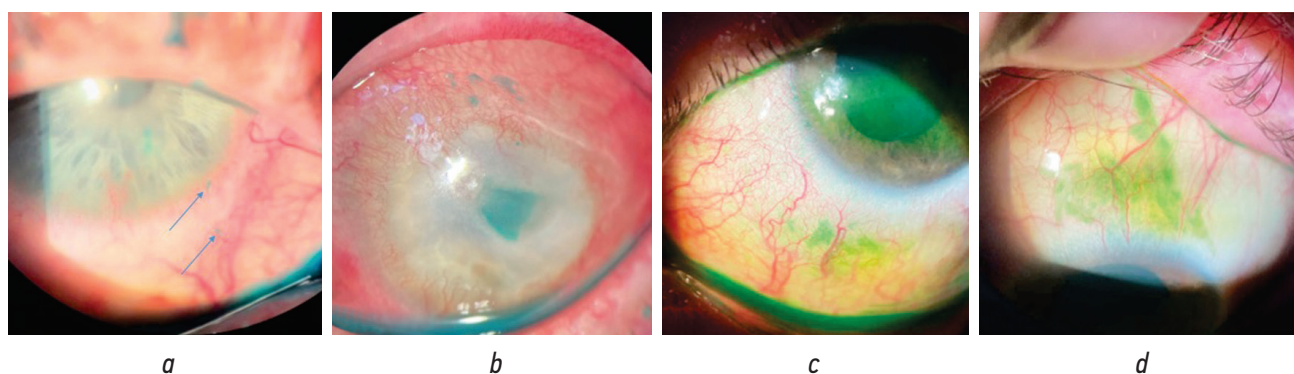


Рис. 7. Окрашивание бульбарной конъюнктивы лиссаминовым зелёным: *a* — мелкоточечное (отмечено синими стрелками); *b* — мелкопятнистое; *c* — крупнопятнистое; *d* — сливное.

Fig. 7. Bulbar conjunctiva staining with lissamine green: *a*, small dots (blue arrows); *b*, small stains; *c*, large stains; *d*, confluent staining.

учитывает индивидуальный диаметр роговицы, а также даёт возможность более точно оценить изменения в относительных процентных значениях.

Лиссаминовый зелёный применяют для визуализации повреждённых и некротизированных клеток, наиболее часто его используют для оценки повреждения тканей конъюнктивы (рис. 7) [10]. Мы предлагаем применять для качественной оценки прокрашивания конъюнктивы аналог Оксфордской шкалы:

- 1 балл — мелкоточечное прокрашивание (см. рис. 7, *a*);
- 2 балла — мелкопятнистое прокрашивание (см. рис. 7, *b*);
- 3 балла — крупнопятнистое прокрашивание (см. рис. 7, *c*);
- 4 балла — сливное прокрашивание (см. рис. 7, *d*).

Тест Ширмера — технически простой метод определения слезопродукции, имеющий вариации. В частности, тест Ширмера I выполняют без применения анестетика и его наиболее часто используют в клинических условиях. Отсутствие анестезии позволяет оценивать стимулированную слезопродукцию, возникающую вследствие раздражения глазной поверхности фильтровальной бумагой [11]. В свою очередь, тест Ширмера II проводят в условиях местной эпibuльбарной анестезии, что даёт возможность определить базальную секрецию слезы [12].

Независимо от варианта исследования методика выполнения теста в целом схожа. Полоску Ширмера извлекают из упаковки и складывают в 5 мм от закруглённого внутреннего конца. Затем сложенный конец полоски осторожно помещают в нижний свод на пересечении средней и латеральной трети нижнего века каждого глаза (рис. 8), избегая соприкосновения с ресницами и роговицей. Оба глаза можно тестировать одновременно. Таймер запускают сразу после установки обеих полосок, после чего пациента просят держать глаза закрытыми. Исследование проводят 5 мин., определяют длину увлажнённого участка фильтровальной бумаги [12, 13].

ОКТ целесообразно применять при возникновении дефектов роговицы. По нашему мнению, показательно измерение следующих параметров (рис. 9):

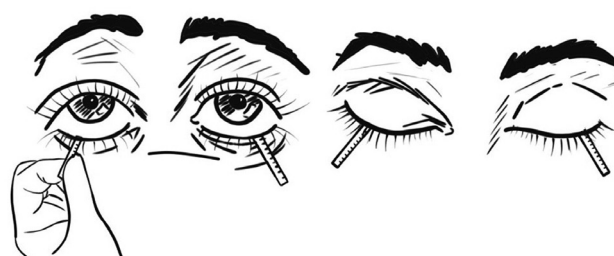


Рис. 8. Методика проведения теста Ширмера.

Fig. 8. Schirmer test technique.

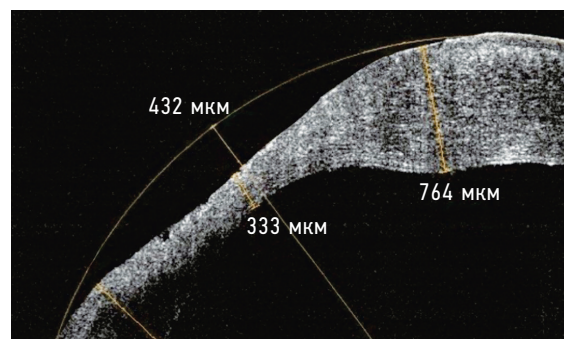


Рис. 9. Оптическая когерентная томография роговицы. Минимальная толщина роговицы 333 мкм, толщина перифокальной области 764 мкм, глубина язвенного дефекта 432 мкм.

Fig. 9. Corneal optical coherence tomography. Minimum corneal thickness is 333 μm , perifocal thickness is 764 μm , and ulcer depth is 432 μm .

- минимальной толщины роговицы (мкм) определяют в зоне наибольшего истончения;
- максимальной толщины в перифокальной области (мкм) — определяют вне зоны дефекта с целью оценки динамики разрешения отёка;
- глубины дефекта (мкм) — показатель, требующий дополнительных построений. Для этого роговицу рассматривают как сферу, которая в любом срезе будет образовывать окружность. По контуру неизменённого эпителия достраивают окружность, из центра которой проводят линию до окружности в области максимального истончения. Далее измеряется длина этой линии от окружности до дна язвы.

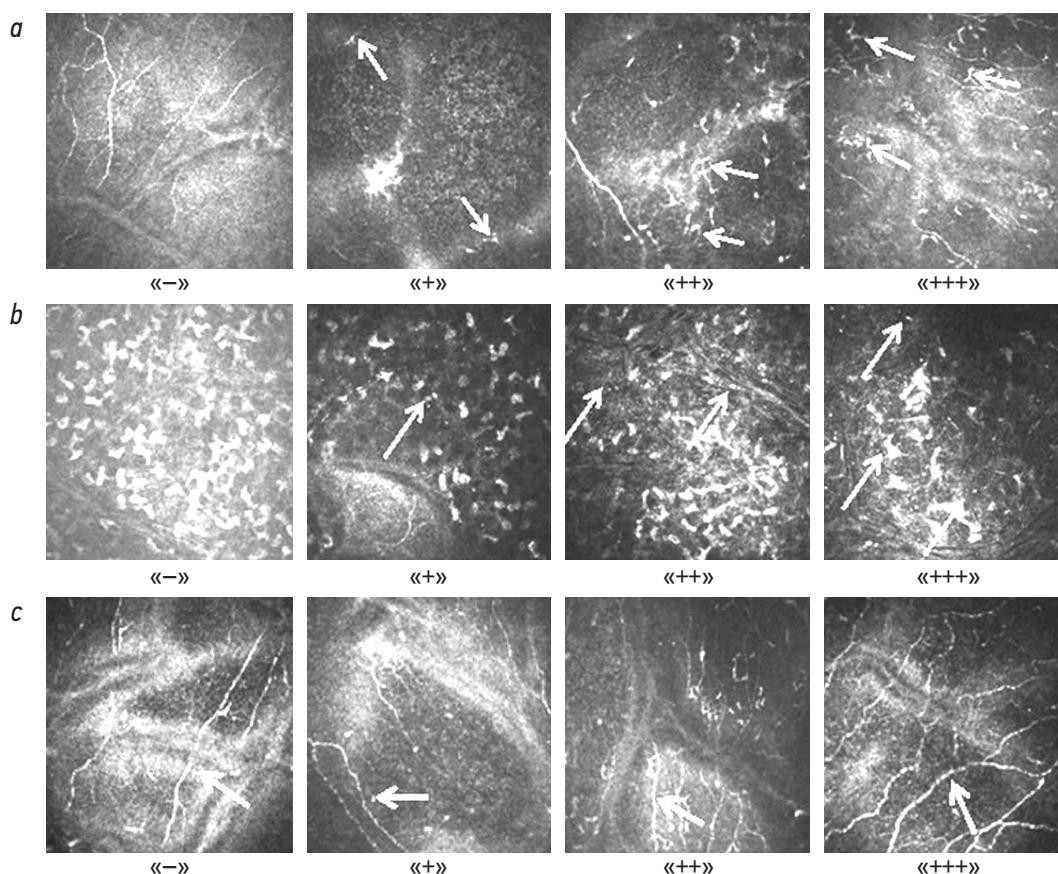


Рис. 10. Балльная оценка: *a* — количества дендритных клеток (Лангерганса); *b* — количества гиперрефлективных межклеточных микровключений; *c* — количества гранулоподобных структур суббазальных нервных волокон. Изображения заимствованы и адаптированы из [15]. © Потемкин В.В. и соавт., 2017. Распространяется на условиях лицензии CC-BY 4.0.

Fig. 10. Scores: *a*, the number of dendritic cells (Langerhans cells); *b*, the number of hyper-reflective intercellular microfoci; *c*, the number of granular sub-basal nerve fibers. Source borrowed from [15]. © Potemkin VV at al, 2017. Distributed under CC-BY 4.0 license.

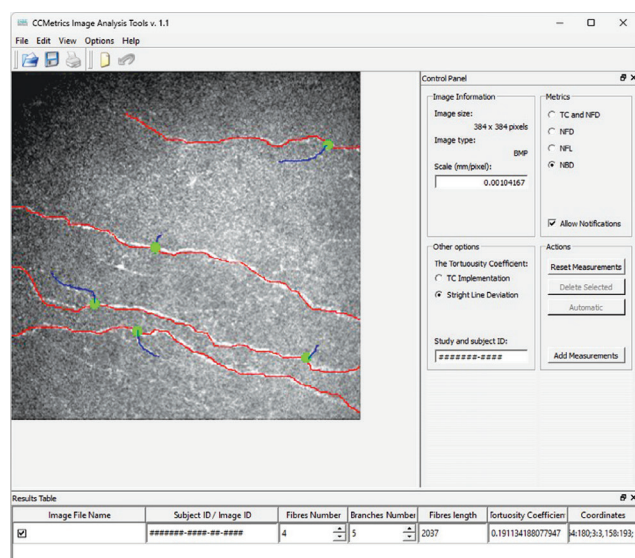


Рис. 11. Интерфейс CCMetrics. Конфокальная биомикроскопия пациента с нейротрофической кератопатией лёгкой степени. Красными линиями отмечены нервные стволы, зелёными точками — места отхождения ветвей, синими линиями — ветви нервных стволов.

Fig. 11. CCMetrics interface. Confocal microscopy of a patient with mild neurotrophic keratopathy. The red lines represent the nerve trunks, the green dots denote branching, and the blue lines indicate the nerve trunk branches.

Проведение конфокальной биомикроскопии *in vivo* позволяет визуализировать суббазальное нервное сплетение и дать ему количественную оценку. Известно, что существует прямо пропорциональная зависимость между состоянием суббазального нервного сплетения и тяжестью нейротрофического процесса [14]. Для НТК характерно обеднение нервного рисунка вплоть до его полного отсутствия. Кроме того, косвенным признаком может выступать нарушенная морфология эпителия, а также его дефекты. Также часто наблюдают отёк стромы роговицы и гиперрефлективные клетки [15].

Конфокальная биомикроскопия позволяет отследить изменение активности воспалительного процесса. Ранее В.В. Потемкин и соавт. [16] предложили интерпретацию данных на основе визуальной оценки количества дендритных клеток (рис. 10, *a*), гиперрефлективных межклеточных микровключений (см. рис. 10, *b*), гранулоподобных структур суббазальных нервных волокон (см. рис. 10, *c*).

Для объективной оценки нервных волокон применяют вспомогательные программы, в частности CCMetrics (проф. R.A. Malik, Катар) (рис. 11), которые позволяют дать оценку следующим показателям:

- плотность нервных волокон (волокна/мм²);
- плотность ветвей нервных волокон (ветви/мм²);
- длина нервного волокна (мм/мм²).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный клинический случай длительно персистирующей постгерпетической нейротрофической эрозии роговицы демонстрирует эффективность и практическую значимость расширенного диагностического алгоритм с целью обследования, выбора тактики лечения и отслеживания динамики у пациентов с НТК.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. В.С. Прокопчук — определение концепции, работа с данными, написание черновика и редактирование текста рукописи; В.В. Потемкин — определение концепции, визуализация, пересмотр и редактирование текста рукописи; С.Ю. Астахов — пересмотр и редактирование текста рукописи; А.Р. Потемкина — сбор данных; Н.Ю. Гаврилова — сбор данных; Д.А. Андреев — сбор и обработка данных. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируют надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Этическая экспертиза. Неприменимо.

Согласие на публикацию. Авторы получили письменное информированное добровольное согласие пациента на публикацию персональных данных, в том числе фотографий, в научном журнале, включая его электронную версию (дата подписания 29.04.2024). Объем публикуемых данных с пациентом согласован.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы использованы изображения (балльная оценка количества дендритных клеток (Лангерганса), гиперрефлективных межклеточных микровключений, гранулоподобных структур суббазальных нервных волокон на рис. 10), заимствованные и адаптированные из работы Потемкина В.В. и соавт. [15] (распространяется на условиях лицензии CC-BY 4.0).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовались.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFO

Author contributions: V.S. Prokopchuk: conceptualization, data curation, writing—original draft, writing—review & editing, V.V. Potemkin: conceptualization, validation, visualization, writing—review & editing; S.Yu. Astakhov: validation, writing—review & editing; A.R. Potemkina, N.Yu. Gavrilova: investigation; D.A. Andreev: methodology. All the authors approved the version of the manuscript to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Ethics approval: Not applicable.

Consent for publication: Written informed consent was obtained from all patients and/or their legal representatives for the publication of personal data, including photographs (with faces obscured), in a scientific journal and its online version (signed on 29 April, 2024). The scope of the published data was approved by the patient.

Funding sources: No funding.

Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously obtained or published material (text, images, or data) was used in this study or article.

Data availability statement: All data obtained in this study are available in this article.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

Provenance and peer-review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved one external reviewer, a member of the Editorial Board, and the in-house science editor.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Lambiasi A, Sacchetti M. Diagnosis and management of neurotrophic keratitis. *Clinical Ophthalmology*. 2014;2014(8):571–579. doi: 10.2147/OPTH.S45921
2. Versura P, Giannaccare G, Pellegrini M, et al. Neurotrophic keratitis: current challenges and future prospects. *Eye and Brain*. 2018;2018(10):37–45. doi: 10.2147/EB.S117261
3. Brzheshkiy VV, Popov VYu, Efimova EL, Golubev SYu. Modern capabilities in diagnosis and treatment of neurotrophic keratopathy. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2022;138(6):123–132. doi: 10.17116/oftalma2022138061123 EDN: CWJCNB
4. Kasparova EA, Marchenko NR. Neurotrophic keratitis. Etiology, pathogenesis, clinical manifestations. Review. Part 1. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(1):38–45. doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-38-45 EDN: MMMNAW
5. Wong VA, Cline RA, Dubord PJ, Rees M. Congenital trigeminal anesthesia in two siblings and their long-term follow-up. *American Journal of Ophthalmology*. 2000;129(1):96–98. doi: 10.1016/s0002-9394(99)00290-1
6. Bron AJ, de Paiva CS, Chauhan SK, et al. TFOS DEWS II pathophysiology report. *The Ocular Surface*. 2017;15(3):438–510. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.011 EDN: YCZQHR

7. Dua HS, Said DG, Messmer EM, et al. Neurotrophic keratopathy. *Progress in Retinal and Eye Research*. 2018;66:107–131. doi: 10.1016/j.preteyeres.2018.04.003
8. Terzis JK, Dryer MM, Bodner BI. Corneal Neurotization: a novel solution to neurotrophic keratopathy. *Plastic & Reconstructive Surgery*. 2009;123(1):112–120. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181904d3a
9. Badaro E, Novais EA, Penha FM, et al. Vital dyes in ophthalmology: a chemical perspective. *Current Eye Research*. 2014;39(7):649–658. doi: 10.3109/02713683.2013.865759
10. Rodriguez J, Kerti S, Hamm A, et al. Advantages of lissamine green vital staining as an endpoint in dry eye clinical trials. *Clinical Ophthalmology*. 2024;18:2193–2203. doi: 10.2147/opth.s468457 EDN: GYJBIC
11. Ekici E, Caglar C, Akgümüş E. The repeatability, reproducibility, and correlation of the Schirmer test: a comparison of open versus closed eye. *Korean Journal of Ophthalmology*. 2022;36(4):306–312. doi: 10.3341/kjo.2022.0006 EDN: FDXXFI
12. Li N, Deng XG, He MF. Comparison of the Schirmer I test with and without topical anesthesia for diagnosing dry eye. *International Journal of Ophthalmology*. 2012;5(4):478–481. doi: 10.3980/j.issn.2222-3959.2012.04.14
13. Dartt DA, Willcox MDP. Complexity of the tear film: Importance in homeostasis and dysfunction during disease. *Experimental Eye Research*. 2013;117:1–3. doi: 10.1016/j.exer.2013.10.008
14. Ezugbaya MB, Astakhov SYu, Riks IA, et al. Neurotrophic keratopathy and Wallenberg–Zakharchenko syndrome: a clinical case. *Ophthalmology Reports*. 2021;14(3):83–90. doi: 10.17816/OV79199 EDN: SETSPK
15. Potemkin VV, Varganova TS, Ageeva EV. Confocal microscopy in ocular surface disease. *Ophthalmology Reports*. 2017;10(1):23–30. doi: 10.17816/OV1023-30 EDN: YNAGQZ

ОБ АВТОРАХ

***Прокопчук Вера Сергеевна**, адрес: Россия, 190103, Санкт-Петербург, Набережная реки Фонтанки, д. 154;
ORCID: 0000-0003-3310-6234; eLibrary SPIN: 3654-9049;
e-mail: prokopchuk.vera98@gmail.com

Потемкин Виталий Витальевич, д-р мед. наук доцент;
ORCID: 0000-0001-7807-9036; eLibrary SPIN: 3132-9163;
e-mail: Potem@inbox.ru

Астахов Сергей Юрьевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-0777-4861; eLibrary SPIN: 7732-1150;
e-mail: astakhov73@mail.ru

Потемкина Альбина Рашидовна; ORCID: 0009-0003-0114-943X;
eLibrary SPIN: 9679-2852; e-mail: prinzabiyka@mail.ru

Гаврилова Наталия Юрьевна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-2957-410X; eLibrary SPIN: 1926-0177;
e-mail: fromrussiawithlove_nb@mail.ru

Андреев Денис Александрович; ORCID: 0009-0009-6909-1709;
eLibrary SPIN: 2669-4052; e-mail: den.and.1998@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

AUTHOR INFO

***Vera S. Prokopchuk**, MD; address: 154 Fontanka River emb, Saint Petersburg, Russia, 190103;
ORCID: 0000-0003-3310-6234; eLibrary SPIN: 3654-9049;
e-mail: prokopchuk.vera98@gmail.com

Vitaly V. Potemkin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assistant of Professor;
ORCID: 0000-0001-7807-9036; eLibrary SPIN: 3132-9163;
e-mail: Potem@inbox.ru

Sergey Yu. Astakhov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0003-0777-4861; eLibrary SPIN: 7732-1150;
e-mail: astakhov73@mail.ru

Albina R. Potemkina, MD; ORCID: 0009-0003-0114-943X;
eLibrary SPIN: 9679-2852; e-mail: prinzabiyka@mail.ru

Natalia Yu. Gavrilova, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-2957-410X; eLibrary SPIN: 1926-0177;
e-mail: fromrussiawithlove_nb@mail.ru

Denis A. Andreev; ORCID: 0009-0009-6909-1709;
eLibrary SPIN: 2669-4052; e-mail: den.and.1998@gmail.com