

Невротизация роговицы как патогенетически направленный метод лечения нейротрофического кератита у пациентов с лицевым параличом

© Я.О. ГРУША^{1,2}, М.Л. НОВИКОВ³, С.С. ДАНИЛОВ¹, Е.И. ФЕТЦЕР^{1,2}, А.С. КАРАПЕТЯН³

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней», Москва, Россия;

²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия;

³ГАУЗ ЯО «Клиническая больница скорой медицинской помощи им. Н.В. Соловьева», Центр хирургии нервов и параличей, Ярославль, Россия

РЕЗЮМЕ

Сочетанное поражение лицевого и тройничного черепных нервов нередко наблюдается после нейрохирургических операций. Нарушение иннервации круговой мышцы глаза приводит к невозможности смыкания век, а денервация роговицы часто проявляется длительно текущим нейротрофическим кератитом, носящим рецидивирующий характер. Восстановление иннервации роговицы является патогенетически направленным методом лечения данной патологии. С этой целью применяют методику ее невротизации с использованием в качестве нерва-донора одной из конечных ветвей *n. ophthalmicus* здоровой стороны. На примере клинического случая нами представлены результаты, выполненной впервые в России невротизации роговицы у пациента с сочетанным поражением лицевого и тройничного нерва.

Ключевые слова: лагофтальм, нейротрофический кератит, язва роговицы, невротизация роговицы, лицевой паралич, чувствительность роговицы, конфокальная микроскопия.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Груша Я.О. — <https://orcid.org/0000-0002-6461-8243>; e-mail: grusha-y@mail.ru

Новиков М.Л. — <https://orcid.org/0000-0001-9591-3336>

Данилов С.С. — <https://orcid.org/0000-0003-1591-5417>

Фетцер Е.И. — <https://orcid.org/0000-0002-3729-7480>

Карапетян А.С. — <https://orcid.org/0000-0002-6010-6144>

Автор, ответственный за переписку: Груша Я.О. — e-mail: grusha-y@mail.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Груша Я.О., Новиков М.Л., Данилов С.С., Фетцер Е.И., Карапетян А.С. Невротизация роговицы как патогенетически направленный метод лечения нейротрофического кератита у пациентов с лицевым параличом. *Вестник офтальмологии*. 2020;136(5):52–57. <https://doi.org/10.17116/oftalma202013605152>

Neurotization of the cornea as pathogenetically targeted method of treating neurotrophic keratitis in patients with facial paralysis

© Y.O. GRUSHA^{1,2}, M.L. NOVIKOV³, S.S. DANILOV¹, E.I. FETTSEY^{1,2}, A.S. KARAPETYAN³

¹Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia;

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia;

³Clinical emergency hospital named after N.V. Solovyov, Nerve and Paralysis Surgery Center, Yaroslavl, Russia

ABSTRACT

Combined lesions of the facial and trigeminal cranial nerves are typical after neurosurgical treatment. Violation of the innervation of orbicularis muscle leads to inability to completely close the eyelids, while denervation of the cornea is often manifested as a long-term ongoing and recurring neurotrophic keratitis. The restoration of corneal innervation is a pathogenetically targeted treatment for this pathology. For this purpose, neurotrophic keratitis could be reversed via the method of corneal neurotization using contralateral *n. ophthalmicus*. The presented clinical case demonstrates the results of the first operation of neurotization of the cornea in a patient with combined lesions of the facial and trigeminal nerves.

Keywords: lagophthalmos, neurotrophic keratitis, corneal ulcer, corneal neurotization, facial palsy, corneal sensation, confocal microscopy.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Grusha Y.O. — <https://orcid.org/0000-0002-6461-8243>; e-mail: grusha-y@mail.ru

Novikov M.L. — <https://orcid.org/0000-0001-9591-3336>; e-mail: novik6923@gmail.com

Danilov S.S. — <https://orcid.org/0000-0003-1591-5417>

Fettser E.I. — <https://orcid.org/0000-0002-3729-7480>

Karapetyan A.S. — <https://orcid.org/0000-0002-6010-6144>

Corresponding author: Grusha Y.O. — e-mail: grusha-y@mail.ru

TO CITE THIS ARTICLE:

Grusha YO, Novikov ML, Danilov SS, Fettser EI, Karapetyan A.S. Neurotization of the cornea as pathogenically targeted method of treating neurotrophic keratitis in patients with facial paralysis. *The Russian Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2020;136(5):52–57. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/oftalma202013605152>

В клинической практике повреждение лицевого нерва в ходе нейрохирургических операций нередко сочетается с повреждением тройничного нерва. Нарушение иннервации круговой мышцы глаза приводит к невозможности смыкания век, увеличению открытой глазной поверхности и нарушению прекорнеальной слезной пленки, адекватное восстановление которой невозможно из-за отсутствия полноценных мигательных движений [1, 2]. Поражение тройничного нерва проявляется снижением или отсутствием чувствительности в соответствующей части лица. Денервация роговицы сопровождается ее гипо- или анестезией, нейротрофическими расстройствами, что вызывает длительно текущий нейротрофический кератит рецидивирующего характера [3]. Существенное снижение регенераторных функций роговицы обусловлено отсутствием высвобождения нейропептидов из нервных окончаний, которые в норме способствуют пролиферации клеток эпителия, их дифференциации, миграции и адгезии [4–7].

С точки зрения лечения и прогноза нейротрофический кератит является одним из наиболее тяжелых заболеваний. Патологические изменения при нейротрофическом кератите могут существенно варьировать: от персистирующих эпителиальных дефектов до язв роговицы разной степени выраженности, плохо поддающихся лечению [4–7]. В результате даже при благоприятном исходе практически во всех случаях происходит формирование грубых помутнений, в том числе и в оптической области, с существенным снижением остроты зрения [1].

Для пациентов с подобным сочетанным поражением тройничного и лицевого нервов характерна поздняя обращаемость, что обусловлено гипо- или анестезией роговицы. Подчас у пациентов, жалобы которых ограничиваются снижением зрения, покраснением глаза и внешним видом, при осмотре выявляется серьезное вовлечение в патологический процесс роговицы, что усугубляется ксерозом глазной поверхности ввиду отсутствия полноценных мигательных движений и смыкания век [1, 2].

Таким образом, перечисленные факторы обуславливают необходимость этапного подхода к лечению этой категории пациентов, позволяющего воздействовать на те звенья патогенеза, которые приводят к развитию нейротрофического кератита.

В настоящее время лечение нейротрофического кератита включает проведение физиотерапевтичес-

ких процедур и медикаментозную терапию с использованием корнеопротекторов, контактных линз, витаминов, препаратов, стимулирующих эпителизацию роговицы, по показаниям — антибактериальных средств, а также инстилляцию аутологичной сыворотки крови [4–8]. В случае отсутствия эффекта от проводимого консервативного лечения используют различные покрытия роговицы (амниотическая мембрана, конъюнктивальный или роговично-склеральный лоскуты), а при ее перфорации выполняют лечебную кератопластику [1]. Однако, несмотря на проводимое лечение, сохраняется высокая вероятность развития нейротрофического кератита, в том числе и на трансплантате, что в части случаев ведет к повторным неудачным трансплантациям [3]. При этом прогноз сохранения зрения пациента весьма пессимистичен.

Необходимым этапом в лечении пациентов с сочетанием нейротрофического кератита и лагофтальма является тарзорафия. Современный уровень развития микрохирургической техники позволяет успешно выполнять операции, направленные на восстановление функций лицевого нерва и мышц лица [9, 10], однако достижение высоких функциональных результатов в средней и нижней трети лица и полного смыкания век во время зажмуривания при напряжении других мимических мышц не позволяет купировать нейротрофический кератит и полноценно защищать роговицу. Данное обстоятельство обусловлено отсутствием восстановления произвольных мигательных движений и, соответственно, возможности адекватного восстановления прекорнеальной слезной пленки. Поэтому в случаях персистирующего эпителиального дефекта роговицы в сочетании с лагофтальмом выполнение тарзорафии является приоритетным методом лечения, позволяющим за счет сужения глазной щели создать благоприятные условия для восстановления роговицы [2, 7, 11, 12].

Следует отметить, что ни один из вышеперечисленных методов не направлен непосредственно на устранение причины нейротрофического кератита.

Восстановление иннервации роговицы является, по сути, единственным патогенетически направленным методом лечения данной категории пациентов. С этой целью в мировой практике с недавнего времени начали применять методику реиннервации роговицы. В литературе представлено несколько подходов к выполнению подобных операций с исполь-

зованием большого ушного или тройничного нерва [13–22]. Первые успешные попытки невротизации роговицы включали прямой перенос дистальных ветвей *n. supraorbitalis* или *n. supratrochlearis* к лимбу пораженного глаза [20]. Однако восстановление чувствительности роговицы на стороне поражения тройничного нерва при данной технике требовало довольно широкого хирургического доступа и осложнялось денервацией области лба и волосистой части головы на стороне нервов-доноров.

В настоящее время для проведения реиннервации роговицы стали применять минимально инвазивные техники, в том числе эндоскопические [3, 14, 18, 19]. С целью создания связей со здоровой стороной используют *n. suralis* пациента, который способом «конец в бок» или «конец в конец» вшивают в одну из конечных ветвей *n. ophthalmicus* (*n. supraorbitalis* или *n. supratrochlearis*) [3, 15, 22]. *N. suralis* через сформированный подкожный туннель проводят на пораженную сторону и размещают субконъюнктивально. Расщепленные волокна *n. suralis* фиксируют швами перилимбально в 4 квадрантах [3, 15, 22].

С течением времени происходит врастание нервных волокон в строму роговицы, что подтверждается данными клинических исследований [13, 16, 21].

Чувствительность роговицы, по данным ряда авторов, начинает появляться через 6 мес после операции и постепенно нарастает к 12-му месяцу с момента операции [1, 3]. Проведенные исследования показывают, что восстановление иннервации роговицы после операции позволяет существенно улучшить состояние ее эпителия, предотвратить в дальнейшем рецидивы нейротрофического кератита, сохранить остроту зрения пациентов и избежать проведения лечебной кератопластики. В случаях выраженных помутнений роговицы в оптической области реиннервация дает возможность выполнять пересадку роговицы с оптической целью с большей долей вероятности успеха сохранения прозрачности трансплантата.

Приводим описание клинического наблюдения — лечения нейротрофического кератита с применением техники невротизации роговицы у пациента с сочетанным повреждением лицевого и тройничного нервов.

Пациент Г. 33 лет обратился в ФГБНУ «НИИ глазных болезней» в ноябре 2016 г. с жалобами на покраснение левого глаза и снижение зрения в течение последних 2 мес. Из анамнеза известно, что в августе 2016 г. ему было проведено удаление объемного образования в области левого мостомозжечкового угла. В послеоперационном периоде, по данным выписного эпикриза, отмечались дислокация стволовых структур, вестибулоатактический синдром, отек головного мозга, дислокационный синдром, парез III, VI, VII, VIII пар черепных нервов слева, существенное снижение чувствительности на левой стороне лица. Покраснение левого глаза было отмечено у па-

циента практически сразу же после операции. Данное состояние было расценено как развитие бактериального конъюнктивита, в связи с чем проводилось лечение растворами антисептиков. После выписки из неврологического стационара пациент за офтальмологической помощью не обращался.

При осмотре в ФГБНУ «НИИ глазных болезней» максимально корригируемая острота зрения OS составила 0,01, дефектов полей зрения при кинетической периметрии выявлено не было, наблюдались ротационный нистагм, прозопарез мягких тканей левой половины лица, ретракция верхнего и нижнего века, лагофтальм 9,0 мм, положительный симптом Белла, выраженная гиперемия конъюнктивы, незначительное количество слизистого отделяемого, отек эпителия роговицы, в центральной области — язва с кальцинатом (рис. 1).

По данным эстезиометрии левого глаза в пяти секторах чувствительность роговицы отсутствовала (0 по шкале эстезиометра Cochet & Bonnet, Luneau SA, Франция).

Пациенту в день обращения была выполнена шовная тарзорафия левого глаза двумя П-образными швами на подкладках, а в течение недели — перманентная тарзорафия в центральном отделе. При остаточной высоте глазной щели 1,5 мм и соответствующем медикаментозном режиме нейротрофическая язва роговицы в течение 2 нед очистилась и поверхность роговицы полностью эпителизировалась.

В рамках проводимой комплексной реабилитации пациенту в марте 2017 г. выполнена невротизация лицевого нерва подъязычным нервом слева. В качестве первого этапа микрохирургической реанимации лица осуществлялась перекрестная невротизация левой половины лица ветвями правого лицевого нерва через аутонервные трансплантаты.



Рис. 1. Фотография левого глаза пациента Г. 33 лет.

Нейротрофическая язва роговицы с кальцинатом в исходе поражения тройничного нерва и лагофтальма.

Fig. 1. Photo of the left eye of patient G., 33 years old.

Neurotrophic corneal ulcer with calcification as the outcome of trigeminal nerve damage and lagophthalmos.

В связи с сохранением анестезии роговицы, персистирующей кератопатией и высоким риском рецидива нейротрофической язвы роговицы на стороне поражения лицевого и тройничного черепных нервов, неудовлетворительным косметическим результатом в марте 2018 г. в больнице им. Н.В. Соловьева Ярославля была произведена невротизация роговицы левого глаза из надблокового нерва справа через аутонервный трансплантат.

Операцию выполняли в положении больного на спине, двумя бригадами. Бригадой реконструктивных микрохирургов через складку верхнего века справа осуществлен доступ к *n. supratrochlearis*, который идентифицирован и взят на держалку. С использованием эндоскопической техники из двух поперечных разрезов в средней и верхней трети левой голени была взята большеберцовая порция *n. suralis*, из которой был сформирован трансплантат. Офтальмологической бригадой создан подкожный тоннель, по которому аутонервный трансплантат был «перекинут» с правой половины лица на левую. Дистальная часть трансплантата под микроскопом была разделена продольно на четыре пучка и выведена в область верхнего конъюнктивального свода, откуда каждый из сформированных пучков был проведен в тоннеле бульбарной конъюнктивы к соответствующему сектору роговицы. Дистальную часть каждого пучка нерва проводили через корнеосклеральный тоннель и размещали интрастромально.

С использованием микрохирургической техники и шовного материала (10/0) бригадой реконструктивных микрохирургов выполнен шов «конец в конец» между проксимальным концом аутонервного трансплантата и проксимальной культей пересеченного *n. supratrochlearis* справа (рис. 2). Раны промыты антисептиками, послойно зашиты. Завершающим этапом операции было выполнение шовной тарзорафии. Послеоперационный период протекал без осложнений. В дальнейшем пациенту была выполнена замковая тарзорафия.

Через 6 мес отмечено появление чувствительности роговицы в верхненааружном и верхневнутреннем секторах (2 и 3 соответственно по шкале эстезиометра Cochet & Bonnet).

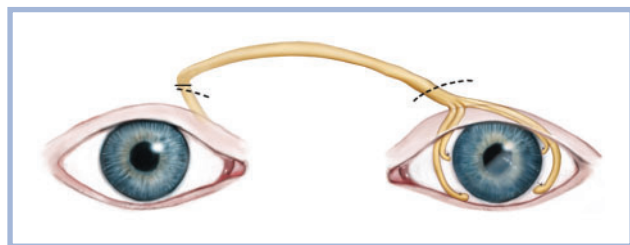


Рис. 2. Схема операции (модификация, по L.F. Domeshek и соавт. [23]).

Fig. 2. Scheme of the surgery (modification by L.F. Domeshek et al. [23]).

При биомикроскопии прослеживается ход нервных волокон в направлении лимба (рис. 3—5). По данным конфокальной микроскопии (Confoscan-4, Nidek, Япония) в базальном слое эпителия в верхних отделах роговицы прослеживался ход нервных волокон, соответствующий области интрастромальной фиксации пучка нервных волокон *n. suralis*.

Через год после операции невротизации роговицы отмечено восстановление чувствительности во всех пяти секторах роговицы (в верхненааружном и верхневнутреннем — 5, в нижненааружном, нижневнутреннем и центральном — 4 по шкале эстезиометра Cochet & Bonnet).

Через 23 мес после операции реиннервации роговицы левого глаза максимально корригируемая острота зрения составила 0,25, что обусловлено полупрозрачным васкуляризированным помутнением в оптической части роговицы, которое сформировалось как исход нейротрофической язвы роговицы (рис. 6). Режим использования смазок включал



Рис. 3. Нижнемедиальная ножка нервного трансплантата (указана стрелкой).

Fig. 3. Inferior medial bundle of the nerve transplant (marked with arrow).

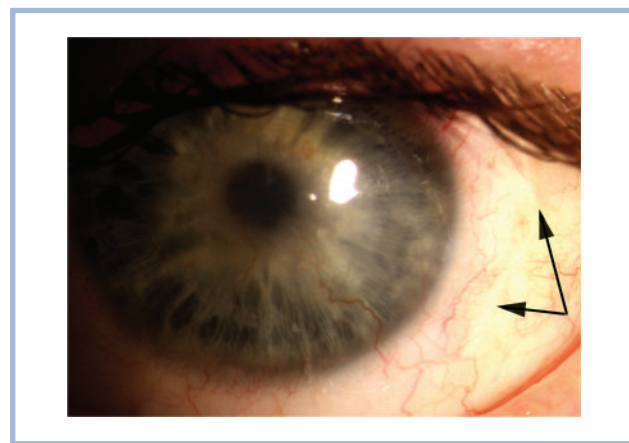


Рис. 4. Нижнелатеральная ножка нервного трансплантата (указана стрелками).

Fig. 4. Inferior lateral bundle of the nerve transplant (marked with arrows).



Рис. 5. Верхнелатеральная ножка нервного трансплантата (указана стрелкой).

Пояснения в тексте.

Fig. 5. Superior lateral bundle of the nerve transplant (marked with arrow).

Explained in the text.

однократное применение мази на ночь и 2—4-кратное применение препаратов раствора гиалуроновой кислоты 0,2% ввиду сохраняющегося лагофталма 3,0 мм.

Обсуждение

До сравнительно недавнего времени единственным методом лечения нейротрофического кератита у пациентов с повреждением лицевого и тройничного черепных нервов являлось использование симптоматических средств в сочетании с тарзорафией на большом протяжении (в некоторых случаях — субтотальной) [4—7]. Данная тактика во всех случаях приводит к существенной асимметрии глазных щелей, ограничению поля зрения или же полному выключению глаза из акта зрения [2, 11]. Однако даже столь агрессивная лечебная стратегия не всегда позволяет предотвратить рецидивы нейротрофического кератита, каждый из которых, даже после успешного лечения, приводит к формированию все более грубых помутнений, а в некоторых тяжелых случаях может вызвать перфорацию роговицы.

С патогенетической точки зрения необходимым звеном в лечении подобных случаев является восстановление чувствительной иннервации и нейротрофики роговицы. Техника невротизации роговицы впервые была описана J.K. Terzis и соавторами в 2009 г. [20]. В нашей практике описанная выше методика реиннервации роговицы у пациента с поражением лицевого и тройничного черепных нервов была использована впервые. Можно полагать, что представленный клинический случай является первой операцией невротизации роговицы, выполненной в Российской Федерации. Динамическое наблюдение и отдаленные результаты (около 2 лет) оперативного лечения с использованием над-



Рис. 6. Глазная щель после рассечения центрального анкилоблефарона. Васкуляризированное помутнение роговицы.

Fig. 6. Palpebral fissure after dissection of central ankyloblepharon. Vascularized corneal opacity.

блокового нерва здоровой стороны и аутонервного трансплантата показали, что данная техника дает возможность восстановить чувствительность роговицы на стороне поражения и сохранить эпителий без повреждения с минимальным использованием корнеопротекторов даже при имеющемся лагофталме.

Немаловажным положительным результатом невротизации роговицы служит и тот факт, что была полностью рассечена расположенная центрально тарзорафическая спайка, доставлявшая неудобства как с косметической, так и с функциональной точки зрения. В дальнейшем пациенту планируется выполнение операции с постановкой пальпебрального имплантата для устранения лагофталма и увеличения амплитуды мигательных движений.

Заключение

Обнадёживающие результаты лечения в описанном случае сочетанного поражения лицевого и тройничного нервов позволяют говорить о перспективности этой патогенетически направленной методики. Однако опыт невротизации роговицы даже в мировой практике весьма ограничен, и очевидно, что необходимо проведение дальнейших исследований и совершенствование методики.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: М.Н., Я.Г.

Сбор и обработка материала: Я.Г., М.Н., Е.Ф., С.Д., А.К.

Написание текста: Е.Ф.

Редактирование: Я.Г., М.Н.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.**

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Allevi F, Fogagnolo P, Rossetti L, Biglioli F. Eyelid reanimation, neurotisation, and transplantation of the cornea in a patient with facial palsy. *BMJ Case Rep.* 2014;2014:1-3. <https://doi.org/10.1136/bcr-2014-205372>
- Груша Я.О., Федоров А.А., Фетцер Е.И. *Паралитический лагофтальм*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2019. Grusha YO, Fedorov AA, Fettser EI. *Paralitieskii lagofal'm*. Moscow: GEOTAR-Media; 2019. (In Russ.).
- Bains RD, Elbaz U, Zuker RM. Corneal neurotization from the supratrochlear nerve with sural nerve grafts: a minimally invasive approach. *Plast Reconstr Surg.* 2015;135:397e-400. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000000994>
- Lambiase A, Manni L, Bonini S, Rama P, Micera A, Aloe L. Nerve growth factor promotes corneal healing: structural, biochemical, and molecular analyses of rat and human corneas. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41:1063-1069.
- Tan M, Bryars J, Moore J. Use of nerve growth factor to treat congenital neurotrophic corneal ulceration. *Cornea.* 2006;25:352-355. <https://doi.org/10.1097/01.icc.0000176609.42838.df>
- You L, Kruse FE, Völcker HE. Neurotrophic factors in the human cornea. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41:692-702.
- Каспарова Евг.А., Каспаров А.А., Собкова О.И., Каспарова Ел.А., Розина В.Н. Способ лечения гнойной язвы роговицы, развившейся на глазах с нейротрофическим кератитом и лагофтальмом. *Вестник офтальмологии.* 2019;135(5 ч. 2):220-225. Kasparova EA, Kasparov AA, Sobkova OI, Kasparova EA, Rozinova VN. A method of treating purulent corneal ulcer in the eyes with neuroparalytic keratitis and lagophthalmos. *Vestnik oftal'mologii.* 2019;135(5 Pt. 2):220-225. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/oftalma2019135052220>
- Sacchetti M, Lambiase A. Diagnosis and management of neurotrophic keratitis. *Clin Ophthalmol.* 2014;8:571-579. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S45921>
- Hontanilla B, Marre D, Cabello A. Cross-face nerve grafting for reanimation of incomplete facial paralysis: quantitative outcomes using the FACIAL CLIMA system and patient satisfaction. *J Reconstr Microsurg.* 2014;30(1):25-30. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1349347>
- Lee EI, Hurvitz KA, Evans GR, et al. Cross-facial nerve graft: past and present. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2008;61:250-256. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2007.05.016>
- Агафонова Е.И., Груша Я.О. Хирургические способы лечения паралитического лагофтальма. *Вестник офтальмологии.* 2010;126(5):48-52. Agafonova EI, Grusha IaO. Surgical treatment options for paralytic lagophthalmos. *Vestnik oftal'mologii.* 2010;126(5):48-52. (In Russ.).
- Груша Я.О., Федоров А.А., Иванченко Ю.Ф. Экспериментальная оценка различных способов наружной тарзорафии. *Вестник офтальмологии.* 2010;126(3):15-18.
- Grusha YO, Fedorov AA, Ivanchenko YuF. Experimental assessment of various external tarsorrhaphy techniques. *Vestnik oftal'mologii.* 2010;126(3):15-18. (In Russ.).
- Benkhatar H, Levy O, Goemaere I. Corneal neurotization with a great auricular nerve graft: effective reinnervation demonstrated by in vivo confocal microscopy. *Cornea.* 2018;37:647-650. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000001549>
- Catapano J, Fung SSM, Halliday W, Jobst C, Cheyne D, Ho ES, Zuker RM, Borschel GH, Ali A. Treatment of neurotrophic keratopathy with minimally invasive corneal neurotisation: long-term clinical outcomes and evidence of corneal reinnervation. *Br J Ophthalmol.* 2019;0:1-8. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313042>
- Elbaz U, Bains R, Zuker RM, Borschel GH, Ali A. Restoration of corneal sensation with regional nerve transfers and nerve grafts: a new approach to a difficult problem. *JAMA Ophthalmol.* 2014;132:1289-1295. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2014.2316>
- Fung SS, Catapano J, Elbaz U, Zuker RM, Borschel GH, Ali A. In vivo confocal microscopy reveals corneal reinnervation following treatment of neurotrophic keratopathy with corneal neurotization. *Cornea.* 2018;37:109-112. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000001315>
- Jacinto F, Espana E, Padilla M, Ahmad A, Leyngold I. Ipsilateral supraorbital nerve transfer in a case of recalcitrant neurotrophic keratopathy with an intact ipsilateral frontal nerve: a novel surgical technique. *Am J Ophthalmol Case Rep.* 2016;4:14-17. <https://doi.org/10.1016/j.ajoc.2016.07.001>
- Leyngold IM, Weller C, Leyngold M, Tabor M. Endoscopic corneal neurotization: technique and initial experience. *Ophthalm Plast Reconstr Surg.* 2018;34(1):82-85. <https://doi.org/10.1097/IOP.0000000000001023>
- Leyngold IM, Yen MT, Tian J, et al. Minimally invasive corneal neurotization with acellular nerve allograft: Surgical Technique and Clinical Outcomes. *Ophthalm Plast Reconstr Surg.* 2019;35(2):133-140. <https://doi.org/10.1097/IOP.0000000000001181>
- Terzis JK, Dryer MM, Bodner BI. Corneal neurotization: a novel solution to neurotrophic keratopathy. *Plast Reconstr Surg.* 2009;123(1):112-120. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181904d3a>
- Ting DSJ, Figueiredo GS, Henein C, et al. Corneal neurotization for neurotrophic keratopathy: clinical outcomes and in vivo confocal microscopic and histopathological findings. *Cornea.* 2018;37:641-646. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000001522>
- Weis E, Rubinov A, Al-Ghoul AR, Yau FM. Sural nerve graft for neurotrophic keratitis: early results. *Can J Ophthalmol.* 2018;53(1):24-29. <https://doi.org/10.1016/j.jcjo.2017.10.044>
- Domeshek LF, Hunter DA, Santosa K, Couch SM, Ali A, Borschel GH, Zuker RM, Snyder-Warwick AK. Anatomic characteristics of supraorbital and supratrochlear nerves relevant to their use in corneal neurotization. *Eye (Lond).* 2019;33(3):398-403. <https://doi.org/10.1038/s41433-018-0222-0>

Поступила 30.03.2020

Received 30.03.2020

Принята к печати 15.05.2020

Accepted 15.05.2020