

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДНЕЙ ГЛУБОКОЙ КЕРАТОПЛАСТИКИ В ЛЕЧЕНИИ КЕРАТОКОНУСА

И. В. Лев — ФГАУ «НМИЦ «МНТК 'Микрохирургия глаза' им. акад. С. Н. Федорова» Минздрава России, Тамбовский филиал, заведующая 1-м офтальмологическим отделением; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», Медицинский институт, доцент кафедры офтальмологии, кандидат медицинских наук; **О. Л. Фабрикантов** — ФГАУ «НМИЦ «МНТК 'Микрохирургия глаза' им. акад. С. Н. Федорова» Минздрава России, директор Тамбовского филиала; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», Медицинский институт, заведующий кафедрой офтальмологии, профессор, доктор медицинских наук.

DEEP ANTERIOR KERATOPLASTY IN THE TREATMENT OF KERATOCONUS

I. V. Lev — S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch, Head of the 1st Ophthalmological Department; Derzhavin Tambov State University, Medical Institute, Associate Professor of the Ophthalmological Department, PhD; **O. L. Fabrikantov** — S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Director of Tambov branch; Derzhavin Tambov State University, Medical Institute, Head of the Ophthalmological Department, Professor, DSc.

Дата поступления — 10.04.2020 г.

Дата принятия в печать — 04.06.2020 г.

Лев И. В., Фабрикантов О. Л. Применение передней глубокой кератопластики в лечении кератоконуса. Саратовский научно-медицинский журнал 2020; 16 (2): 619–623.

Цель: оценить результаты передней глубокой послойной кератопластики (ПГПК) в лечении кератоконуса с 2016 по 2020 г. по данным Тамбовского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК 'Микрохирургия глаза' им. акад. С. Н. Федорова» Минздрава России. **Материал и методы.** В основную группу вошли 26 пациентов (28 глаз) с диагнозом «Кератоконус III–IV стадий с ПГПК». В контрольную группу вошли 11 пациентов (12 глаз) со сквозной кератопластикой (СКП). Всем пациентам до и после хирургического лечения проводилось офтальмологическое обследование, включающее рутинные и специализированные (кератотопография, кератопачиметрия, эндотелиальная биомикроскопия) методы исследования. **Результаты.** Частота встречаемости кератоконуса в Тамбовской области составляет 0,59%, причем у мужчин он наблюдается в 2 раза чаще, чем у женщин. Прозрачное приживление роговичного трансплантата удалось получить в 100% случаев ПГПК и только в 84% случаев СКП. В группе пациентов с СКП все изменения корригированной остроты зрения (КОЗ) были статистически незначимыми, в то время как в группе пациентов с ПГПК они были достоверны на всех этапах исследования. К 1-му году после операции КОЗ составила 0,64±0,23 и 0,57±0,27 в основной и контрольной группах соответственно ($p<0,05$). Потеря эндотелиальных клеток к 1-му году после операции составила 10,5 и 5,1% после СКП и ПГПК соответственно ($p<0,05$). **Заключение.** На основании анализа результатов ПГПК и СКП у пациентов с кератоконусом установлено, что ПГПК характеризуется более коротким периодом реабилитации, отсутствием реакции отторжения, стабильным восстановлением зрения и более низким процентом потери эндотелиальных клеток.

Ключевые слова: кератоконус, передняя глубокая послойная кератопластика, сквозная кератопластика, острота зрения, плотность эндотелиальных клеток.

Lev IV, Fabrikantov OL. Deep anterior keratoplasty in the treatment of keratoconus. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2020; 16 (2): 619–623.

The purpose of the study is to estimate the results of deep anterior keratoplasty in the treatment of keratoconus during the period of time from 2016 to 2020 based on Tambov branch data. **Material and Methods.** The main group included 26 patients (28 eyes) diagnosed with III–IV degree keratoconus and undergone deep anterior lamellar keratoplasty (DALK). The control group included 11 patients (12 eyes) with penetrating keratoplasty (PK). All patients underwent ophthalmologic examination before and after surgery, including routine and special (keratotopography, keratopachymetry, endothelial biomicroscopy) methods of examination. **Results.** The prevalence of keratoconus in Tambov region is 0.59%, moreover keratoconus occurs in men 2 times more often than in women. Transparent engraftment of the transparent cornea was obtained in 100% of DALKs and only in 84% of PKs. In the group of patients with PK all changes in corrected visual acuity were statistically insignificant, while in the group of patients with DALK they were significant at all stages of examination. One year after surgery the corrected visual acuity was 0.64±0.23 and 0.57±0.27 in the main and control groups correspondingly ($p<0.05$). The endothelial cell loss one year after surgery was 10.5 and 5.1% following DALR and PK correspondingly ($p<0.05$). **Conclusion.** The analysis of DALK and PK outcomes in patients with keratoconus shows that DALK is characterized by shorter period of rehabilitation, absence of rejection reaction, stable visual acuity restoration, and lower rate of endothelial cell loss.

Key words: keratoconus, deep anterior lamellar keratoplasty, penetrating keratoplasty, visual acuity, endothelial cell density.

Введение. Кератоконус относится к первичным видам эктазий роговицы, которые характеризуются асимметричным двусторонним, невоспалительным, прогрессирующим течением. Кератоконус манифестирует, как правило, в подростковом или молодом возрасте, поражает оба глаза, приводит к тяжелому морально-психическому состоянию, невозможности продолжать учебу и работу, инвалидизации в трудоспособном возрасте [1]. В настоящее время все больше работ подчеркивают роль генетики в патогенезе кератоконуса. Предполагается аутосомно-доминантный тип наследования [2]. Заболеваемость кератоконусом неравномерна и зависит от географической зоны, однако неуклонно увеличивается, что,

вероятно, связано с усовершенствованием возможностей диагностического оборудования и появлением пациентов со вторичными ятрогенными эктазиями. Чаще всего в литературе упоминается частота 1:2000 (0,05%) в общей популяции [1–3].

Долгие годы доминирующим методом лечения при кератоконусе оставалась сквозная кератопластика. В настоящее время селективные кератопластики по праву заняли лидирующее место в лечении различных заболеваний роговицы [4]. Они имеют патогенетическую ориентированность и подразумевают изолированную замену патологически измененных слоев роговицы с сохранением здоровых. Для хирургического лечения продвинутых стадий кератоконуса (III–IV стадия по Амслеру) в современном мире используется передняя глубокая послойная кератопластика (ПГПК), которая пришла на смену

Ответственный автор — Лев Инна Валерьевна
Тел.: +7 (4752) 559833
E-mail: naukatmb@mail.ru

сквозной кератопластике (СКП). Это предпочтение связано с тем, что факторами риска при СКП остаются: реакция отторжения пересаженной роговицы; ощутимая потеря эндотелиальных клеток, которая может достигать 40–50% к 1-му году после операции; конечный срок прозрачности трансплантата, не превышающий 17 лет [5, 6].

С 2016 г. в Тамбовском филиале ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России функционирует глазной банк — медицинский отдел, занимающийся поиском, заготовкой, хранением и распределением тканей глазных яблок, изъятых у доноров-трупов, для трансплантации. Создание глазного банка в филиале в разы увеличило пропускную способность хирургии роговицы и облегчило работу офтальмохирургов, испытывающих дефицит пластического материала, который еще и отличается высокой ценой. Организация данного отдела позволила оказывать своевременную медицинскую помощь населению нашей области и прилегающих территорий в большем объеме по квотам.

Цель: оценить результаты передней глубокой послойной кератопластики в лечении кератоконуса с 2016 по 2020 г. по данным Тамбовского филиала.

Материал и методы. В Тамбовском филиале ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России за 4 года обследовано 96748 человек. У 570 пациентов выявлен кератоконус (0,59%). Среди пациентов с кератоконусом мужчин было 394 (69%), женщин 176 (31%). Возраст пациентов составил от 14 до 72 лет.

Исследование выполнено в соответствии со стандартами Надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен этическими комитетами всех участвующих клинических центров. До включения в исследование у всех участников получено письменное информированное согласие.

Материал клинических исследований состоял из двух групп пациентов с кератоконусом III–IV стадий. Для распределения пациентов по стадиям использовали классификацию М. Амслера (1951), которая базируется на данных биомикроскопии, офтальмометрии и визометрии [7].

В основную группу вошли 26 пациентов (28 глаз) с диагнозом «Кератоконус III–IV стадий с отсутствием дефектов и рубцовых изменений десцеметовой мембраны», которым выполнена передняя глубокая послойная кератопластика методом «большой пузыря» по классической технологии, предложенной М. Anwar и К. Teichman (2002) [8]. Техника операции состояла в следующем: после несквозного (на две трети) трепанирования роговицы реципиента одноразовым трепаном Ваггоп производили расслаивание стромы металлическим одноразовым диссектором и удаляли поверхностные слои стромы, затем с помощью изогнутой иглы 25G, повернутой срезом в сторону передней камеры, вводили воздух в объеме 1,0–1,5 мл, создавая «большой пузырь» между стромой и десцеметовой оболочкой. После этого производили вскрытие зоны расслоения и удаляли глубокие слои стромы, а в подготовленное ложе помещали сквозной донорский трансплантат роговицы с предварительно удаленной с его задней поверхности десцеметовой оболочкой и эндотелием и фиксировали швами «край в край». Средний возраст в группе составил $35,3 \pm 12,1$ года.

В контрольную группу вошли 11 пациентов (12 глаз), которым выполнена сквозная кератопластика

по стандартной методике: роговицу реципиента трепанировали одноразовым вакуумным трепаном Ваггоп диаметром 7,5–9,0 мм, дорезали глубоких слоев производили роговичными ножницами с формированием «ступеньки» в 0,5 мм. Предварительно выкроенный из донорской роговицы диск соответствующего диаметра укладывали в операционное ложе реципиента эндотелием вниз. Трансплантат фиксировали к ложу непрерывным швом. Средний возраст пациентов в группе $39,6 \pm 11,6$ года.

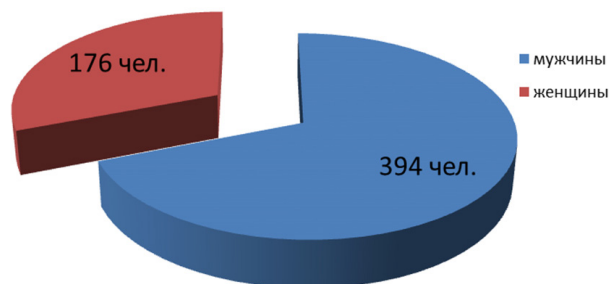
Пациентам обеих групп в оперированный глаз назначали инстилляции антибактериальных капель и кортикостероидов в течение 14 дней, затем антибиотики отменяли, а кортикостероиды инстиллировали в течение 12 месяцев, постепенно уменьшая кратность.

Срок наблюдения за пациентами обеих групп составил 1 год. Всем пациентам до хирургического вмешательства и после него через 1, 3, 6, 12 месяцев проводилось офтальмологическое обследование, включающее рутинные методы (визометрию, авторефрактометрию, тонометрию, биомикроскопию, ультразвуковое А- и В-сканирование, офтальмоскопию глазного яблока) и специализированные дополнительные, с использованием приборов (анализатора переднего отрезка Pentacam; кератотопографа TMS-4, Tomey; эндотелиального микроскопа SP3000P, Topcon).

Для кератопластики использовали донорскую роговицу, которую готовили и хранили в глазном банке Тамбовского филиала. Донорская роговица имела следующие данные: стерильность, диаметр роговично-склерального кольца 16–18 мм, сохранность эндотелиального слоя не менее 2500 кл/мм², срок хранения изделия до 14 суток при температуре от +2 до +8°C.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью программы Statistica 10.0 (Dell Inc., США). Проверка на нормальность распределения признаков (с помощью критерия Шапиро–Уилка) показала, что большинство признаков имеют распределение, близкое к нормальному, в связи с этим для анализа количественных значений использовались параметрические статистические методы. Данные представлены как $M \pm \sigma$ (выборочное среднее \pm среднее квадратичное отклонение). Оценку статистической значимости различий значений между группами осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента, половых различий — критерия Хи-квадрат. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты. Из 96748 обследованных человек 570 лицам (0,59%) поставлен диагноз «Кератоконус». Анализ полового состава исследуемой группы показал, что у мужчин кератоконус встречается более чем в 2 раза чаще, чем у женщин, различия статистически значимы ($\chi^2=166,8$; $p<0,001$) (рисунок).



Половой состав исследуемых пациентов с кератоконусом

Таблица 1

Динамика остроты зрения без коррекции после передней глубокой послойной кератопластики и сквозной кератопластики, М±σ

Вид кератопластики	Время наблюдения			
	До операции	1 мес. п/о	6 мес. п/о	12 мес. п/о
ПГПК (n=28)	0,07±0,07	0,15±0,10D	0,24±0,23D	0,29±0,22D
СКП (n=12)	0,04±0,05	0,14±0,10D	0,30±0,24D	0,36±0,27D

Примечание: ПГПК — передняя глубокая послойная кератопластика; СКП — сквозная кератопластика; п/о — после операции; D — различия с исходным состоянием статистически значимы (p<0,05).

Таблица 2

Динамика остроты зрения с коррекцией после передней глубокой послойной кератопластики и сквозной кератопластики, М±σ

Вид кератопластики	Время наблюдения			
	До операции	1 мес. п/о	6 мес. п/о	12 мес. п/о
ПГПК (n=28)	0,19±0,11	0,46±0,11*D	0,52±0,22D	0,64±0,23D
СКП (n=12)	0,19±0,17	0,23±0,09	0,50±0,31	0,57±0,27

Примечание: ПГПК — передняя глубокая послойная кератопластика; СКП — сквозная кератопластика; п/о — после операции; * — различия между группами статистически значимы (p<0,05); D — различия с исходным состоянием статистически значимы (p<0,05).

Таблица 3

Динамика плотности эпителиальных клеток после передней глубокой послойной кератопластики и сквозной кератопластики, М±σ

Вид кератопластики	Время наблюдения	
	До операции	12 мес. п/о
ПГПК (n=28)	2563,8±229,2*	2433,9±278,4
СКП (n=12)	2096,7±269,1	1876,6±217,4D

Примечание: ПГПК — передняя глубокая послойная кератопластика; СКП — сквозная кератопластика; п/о — после операции; * — различия между группами статистически значимы (p<0,05); D — различия с исходным состоянием статистически значимы (p<0,05).

Оценка эффективности способа лечения проведена с помощью биомикроскопии роговицы, путем сравнения данных Pentacam, эндотелиальной биомикроскопии, динамики остроты зрения, рефракции.

У всех пациентов обеих групп ранний послеоперационный период протекал без осложнений. При биомикроскопии на 1-е сутки после операции у пациентов обеих групп зафиксирован умеренный диффузный отек стромы трансплантата. Он был адаптирован к ложу реципиента, обвивной шов создавал характерный вал компрессии. Полная эпителизация трансплантата роговицы у пациентов с ПГПК наступила на 5–7-е сутки после операции, а у пациентов с СКП на 7–10-е сутки, что служило критерием выписки из стационара на амбулаторное лечение.

У всех пациентов группы с ПГПК наблюдалось прозрачное приживление трансплантата. На 2 глазах (16%) группы пациентов с СКП наблюдалась реакция тканевой несовместимости. На 1 глазу через 6 месяцев после операции зафиксирована хроническая стромальная реакция отторжения роговичного трансплантата в сочетании с эпителиальной реакцией, которые купированы применением стероидов. На 1 глазу у пациента «высокого риска» с кератитом и васкуляризацией роговицы на фоне ревматоидного артрита в анамнезе через 8 месяцев после кератопластики зафиксирована комбинированная стромально-эндотелиальная реакция отторжения трансплантата. Несмотря на интенсивное местное и системное применение стероидов, реакция ткане-

вой несовместимости привела к необратимому помутнению трансплантата у этого пациента.

Анализ параметров некорригированной остроты зрения (НКОЗ) (табл. 1) выявил некоторые различия данных показателей в исходном состоянии: в группе пациентов с ПГПК острота зрения была несколько выше по той причине, что на данный вид операции брали пациентов с менее продвинутой стадией кератоконуса. Однако данные различия были статистически незначимыми.

Динамика исследуемых параметров в обеих группах была однонаправленной, НКОЗ существенно увеличивалась, причем независимо от вида операции статистически значимые изменения групповых значений наблюдались уже с 1-го месяца после ее проведения и сохранялись на всех этапах исследования.

Для параметров корригированной остроты зрения (КОЗ) (табл. 2) различия исходных показателей не выявлено, а их динамика после проведения операций также была однонаправленной. Вместе с тем в группе пациентов с СКП все изменения были статистически незначимыми, в то время как в группе пациентов с ПГПК они были достоверны на всех этапах исследования. Примечательно, что уже на первом этапе после операции (через 1 месяц) параметры группы пациентов с ПГПК значительно отличались от значений группы пациентов с СКП, превышая их в 2 раза. Далее, как и в группе СКП, они продолжали увеличиваться.

Характеристики плотности эпителиальных клеток (ПЭК) у пациентов обеих групп (табл. 3) изменя-

Динамика Pentacam после передней глубокой послойной кератопластики и сквозной кератопластики, M±σ

Вид кератопластики	Время наблюдения	
	До операции	12 мес. п/о
ПГПК (n=28)	393,82±70,91	512,00±48,20*D
СКП (n=12)	370,67±55,21	401,7±63,3

Примечание: ПГПК — передняя глубокая послойная кератопластика; СКП — сквозная кератопластика; п/о — после операции; * — различия между группами статистически значимы (p<0,05); D — различия с исходным состоянием статистически значимы (p<0,05).

лись однонаправленно, через 12 месяцев после СКП и ПГПК их значения снижались на 10,5 и 5,1% соответственно. Однако если в группе пациентов с ПГПК это снижение имело лишь характер тенденции, то в группе пациентов с СКП было более выраженным и являлось статистически значимым. При этом исходные значения также различались: в группе пациентов с СКП уже в исходном состоянии отмечались значительно большие потери клеток эпителия роговицы.

Толщина роговицы по данным Pentacam (табл. 4) указывает на ее истончение в обеих группах, однако различия между ними были незначительными. После операций толщина роговицы увеличивается, причем также в обеих группах, однако прирост в группе пациентов с ПГПК был гораздо более выражен и имел статистическую значимость. В итоге различия между группами после операции также стали существенными.

Обсуждение. По нашим данным, частота встречаемости кератоконуса в Тамбовской области составляет 0,59%, что несколько выше, чем данные авторов [1–3]. Возможно, это связано с наличием в филиале современной диагностической аппаратуры, которая позволяет поставить диагноз еще на ранней доклинической стадии.

Анализ результатов проведенных операций показал, что прозрачное приживление роговичного трансплантата удалось получить в 100% случаев ПГПК и только в 84% случаев СКП, что согласуется с данными других авторов [9]. Иммуная реакция тканевой несовместимости была и остается одной из самых распространенных причин неудовлетворительного результата сквозной кератопластики [6]. Отсутствие реакции отторжения при ПГПК по сравнению с СКП является одним из главных преимуществ данной операции. Кроме того, обращает на себя внимание более ранняя эпителизация трансплантата роговицы у пациентов с ПГПК по сравнению с группой пациентов с СКП, что позволило сократить сроки пребывания в стационаре.

Анализ остроты зрения как при НКОЗ, так и при КОЗ выявил улучшение зрения в обеих группах. Примечательно, что значимые изменения НКОЗ получены в обеих группах. Однако изменения КОЗ в группе пациентов с СКП были статистически незначимыми, а в группе пациентов с ПГПК они были достоверны на всех этапах исследования, начиная с 1-го месяца после операции, сохранялись весь период исследования, превышая данные группы с СКП в 2 раза. Эти данные свидетельствуют о более высоком визуальном эффекте ПГПК по сравнению с СКП, что также согласуется с данными других авторов [9].

При анализе плотности эпителиальных клеток интерес вызвал тот факт, что через 1 год после СКП ее потеря в 2 раза больше, чем при ПГПК, а ведь именно от состояния эндотелиального слоя рогови-

цы в отдаленном послеоперационном периоде и зависит ее прозрачное приживление [6, 9].

Одним из перспективных направлений, в которых в современном мире развивается кератопластика, является использование фемтосекундных (ФС) [10–12] лазеров для трепанации и выкраивания трансплантата роговицы. ФС-лазеры обеспечивают высочайший уровень точности и предсказуемости. Они позволяют формировать краевые разрезы со сложным профилем, обеспечивающим наилучшее сопоставление тканей донора и реципиента, формировать плоскостные срезы высокого качества в глубоких слоях роговицы на точно заданном расстоянии от передней поверхности без влияния на количество и морфологию эндотелиальных клеток [13]. Таким образом, с помощью ФС-лазеров можно частично стандартизировать процедуру ПГПК и СКП, что, безусловно, отразится на функциональных результатах в лучшую сторону. В Тамбовском филиале для фемтосопровождения хирургии роговицы используется лазер Zeiss VisuMax. На настоящий момент сделано 4 кератопластики с фемтосопровождением; Для формулирования полноценных выводов о результатах требуется дальнейший набор клинического материала и длительное наблюдение.

Заключение. На основании проведенного сравнительного анализа клинико-функциональных результатов ПГПК и СКП у пациентов с кератоконусом установлено, что ПГПК характеризуется более коротким периодом реабилитации, отсутствием реакции отторжения, стабильным восстановлением зрения и более низким процентом потери эндотелиальных клеток.

Конфликт интересов не заявляется.

References (Литература)

1. Bikbov MM, Bikbova GM. Corneal ectasia. Moscow: Ophthalmology, 2011, 164 p. Russian (Бикбов М.М., Бикбова Г.М. Эктазии роговицы. М.: Офтальмология, 2011; 164 с.).
2. Rabinowitz YS. Keratoconus. Surv Ophthalmol 1998; 42 (4): 297–319.
3. Shchuko AG, Balzhirova EM-Zh, Yuryeva TN, et al. Modern conceptions of etiopathogenesis and treatment mechanisms of primary and secondary keratectasias. Practical Medicine 2017; 110 (9): 267–71. Russian (Щуко А.Г., Бальжирова Э.М.-Ж., Юрьева Т.Н. и др. Современные представления об этиологии, патогенезе и механизмах лечения первичных и вторичных кератэктазий. Практическая медицина 2017; 110 (9): 267–71).
4. Solodkova EG, Remesnikov IA. Modern approaches in the treatment progressive keratectasia. Practical Medicine 2012; 59 (4): 75–79. Russian (Солодкова Е.Г., Ремесников И.А. Современные подходы в лечении прогрессирующей кератэктазии. Практическая медицина 2012; 59 (4): 75–9).
5. Fontana L, Parente G, Tassinari G. Clinical outcomes after deep anterior lamellar keratoplasty using the big-bubble technique in patients with keratoconus. Am J Ophthalmol 2007; 143 (1): 117–24.

6. Trufanov SV, Subbot AM, Malozhen SA, et al. Corneal graft rejection after keratoplasty. *Ophthalmology in Russia* 2017; 14 (3): 180–7. Russian (Труфанов С. В., Суббот А. М., Маложен С. А. и др. Реакция тканевой несовместимости после трансплантации роговицы. *Офтальмология* 2017; 14 (3): 180–7).

7. Amsler M. La notion du k eratoc one. *Bull Soc Franc Ophthalmol* 1951; 64: 272–5.

8. Anwar M, Teichmann K. Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty. *J Cataract Refrac Surg* 2002; 28 (3): 398–403.

9. Malyugin BE, Izmailova SB, Aiba EE, et al. Comparative analysis of clinical and functional outcomes of deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty for keratoconus patients. *Ophthalmosurgery* 2013; (4): 44–9. Russian (Малюгин Б. Э., Измайлова С. Б., Айба Э. Э. и др. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов передней глубокой послойной и сквозной кератопластики по поводу кератоконуса. *Офтальмохирургия* 2013; (4): 44–9).

10. Gundorova RA, Chentsova EV, Khodjabekyan NV, et al. Potentials of anterior layerwise femtolasers keratoplasty. *Rus J Ophthalmol* 2012; 2: 24–8. Russian (Гундорова Р. А., Ченцова Е. В., Ходжабекян Н. В. и др. Возможности передней по-

слойной фемтолазерной кератопластики. *Русский офтальмологический журнал* 2012; 2: 24–8).

11. Malyugin BE, Pashtaev AN, Elacov UN, et al. Deep anterior lamellar keratoplasty assisted by the femtosecond laser IntraLase 60 kHz: the first experience. *Practical Medicine* 2012; 59 (4): 100–3. Russian (Малюгин Б. Э., Паштаев А. Н., Елаков Ю. Н. и др. Глубокая передняя послойная кератопластика с использованием фемтосекундного лазера IntraLase 60 kHz: первый опыт. *Практическая медицина* 2012; 59 (4): 100–3).

12. Beloedova AV, Antonova OP, Malyugin BE. Femto-assisted deep anterior lamellar keratoplasty with intrastromal tunnels for «big bubble» technique in patients with keratoconus. First clinical-functional results. *Practical Medicine* 2018; 16 (4): 13–7. Russian (Белоедова А. В., Антонова О. П., Малюгин Б. Э. Передняя глубокая послойная кератопластика с фемтосопровождением и созданием интрастромальных туннелей для формирования «большого пузыря» у пациентов с кератоконусом: первые клинико-функциональные результаты. *Практическая медицина* 2018; 16 (4): 13–7).

13. Suk-Kyue C, Jin-Hyoung K, Doh L. The Effect of Femtosecond Laser Lamellar Dissection at Various Depths on Corneal Endothelium in the Recipient Bed of the Porcine Eye. *Ophthalmic Surgery, Lasers & Imaging* 2010; 41 (2): 255–60.

УДК 616.089.844

Оригинальная статья

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РЕИННЕРВАЦИЯ МЫШЦ АЛЛОГЕННЫМ БИОМАТЕРИАЛОМ КАК ПРИМЕР ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕЖУРОВНЕВЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В ОРГАНИЗМЕ

Л. А. Мусина — ФГБУ «Всероссийский центр глазной и пластической хирургии» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отдела морфологии, доктор биологических наук; **О. Р. Шангина** — ФГБУ «Всероссийский центр глазной и пластической хирургии» Минздрава России, заместитель генерального директора, заведующий лабораторией консервации тканей, ведущий научный сотрудник, профессор, доктор биологических наук; **Р. Т. Нигматуллин** — ФГБУ «Всероссийский центр глазной и пластической хирургии» Минздрава России, научный консультант, профессор, доктор медицинских наук; **С. А. Муслимов** — ФГБУ «Всероссийский центр глазной и пластической хирургии» Минздрава России, заведующий отделом морфологии, ведущий научный сотрудник, доктор медицинских наук.

EXPERIMENTAL MUSCLE REINNERVATION BY ALLOGENEIC BIOMATERIALS AS AN EXAMPLE OF INTERLEVEL RELATIONSHIP RESTORATION IN THE SYSTEM

L. A. Musina — All-Russian Center for Eye and Plastic Surgery, Leading Researcher of the Morphological Department, DSc; **O. R. Shangina** — All-Russian Center for Eye and Plastic Surgery, Deputy General Director, Head of the Laboratory of Tissue Preservation, Leading Researcher, Professor, DSc; **R. T. Nigmatullin** — All-Russian Center for Eye and Plastic Surgery, Scientific Consultant, Professor, DSc; **S. A. Muslimov** — All-Russian Center for Eye and Plastic Surgery, Head of the Morphology Department, Leading Researcher, DSc.

Дата поступления — 10.04.2020 г.

Дата принятия в печать — 04.06.2020 г.

Мусина Л. А., Шангина О. Р., Нигматуллин Р. Т., Муслимов С. А. Экспериментальная реиннервация мышц аллогенным биоматериалом как пример восстановления межуровневых взаимоотношений в организме. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2020; 16 (2): 623–627.

Цель: на экспериментальной модели реиннервации мимической мускулатуры раскрыть динамику морфо-функциональных взаимодействий аллотрансплантатов и нервной системы реципиента. **Материал и методы.** Эксперименты выполнены на кроликах породы Шиншилла (n=36). У всех животных проводилась перерезка лицевого нерва. В контрольной группе (n=9) другие манипуляции не выполнялись; в 1-й опытной группе (n=12) к денервированной щечной мышце подшивался фрагмент аутоотрансплантата жевательной мышцы с нервно-сосудистым пучком. Во 2-й опытной группе (n=15) между указанными мышцами вводился комплекс аллогенных биоматериалов «Стимулятор регенерации» и «Стимулятор васкулогенеза». Животные выводились из опыта на 10, 30, 60 и 180-е сутки. Кусочки тканей из зоны операции исследовали с использованием метода трансмиссионной электронной микроскопии. **Результаты.** Установлено, что компенсаторно-восстановительные процессы в контрольной и 1-й опытной группах заканчиваются рубцеванием пограничной зоны и контрактурой мимических мышц. Во 2-й опытной группе выявлены: реваккуляризация мимической мускулатуры, прорастание аксонов к щечной мышце и восстановление нервно-мышечных синапсов. **Заключение.** Трансплантация аллогенного биоматериала создает адекватные условия для восстановления органного сосудистого русла и иннервационного аппарата денервированных мимических мышц. Полученные результаты эксперимента можно рассматривать как один из примеров восстановления межуровневых взаимоотношений в организме после применения аллогенных биоматериалов.

Ключевые слова: реиннервация мышц, биоматериалы, аллотрансплантация.

Musina LA, Shangina OR, Nigmatullin RT, Muslimov SA. Experimental muscle reinnervation by allogeneic biomaterials as an example of interlevel relationship restoration in the system. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2020; 16 (2): 623–627.