

Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов передней глубокой послойной и сквозной кератопластики по поводу кератоконуса

Б.Э. Малюгин, С.Б. Измайлова, Э.Э. Айба, И.В. Дроздов, А.Н. Паштаев

ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Оценить результаты оперативного лечения пациентов с кератоконусом методами передней глубокой послойной кератопластики (ПГПК), выполненной методом аэро-вискозосепарации Десметовой мембраны (ДМ) в сравнительном аспекте со сквозной кератопластикой (СКП).

Материал и методы. В исследуемую группу вошли 100 пациентов (107 глаз) с кератоконусом III-IV стадии, из которых у 70 (76 глаз) выполнили ПГПК (основная группа) и у 30 (31 глаз) – СКП (контрольная группа). В до- и послеоперационном периоде применяли общепринятые и специализированные (кератотопография, кератопакхиметрия, оптическая когерентная томография переднего отрезка глазного яблока, иммерсионная конфокальная микроскопия) методы обследования. Срок наблюдения за оперированными пациентами составил 2 года.

Результаты. В основной группе специфическим операционным осложнением была перфорация ДМ (10,5%), однако

переход на СКП потребовался лишь в 2,6% случаев. Потеря эндотелиальных клеток через 2 года после операции в группе ПГПК составила 13,6%, в группе СКП – 30,8% ($p < 0,05$). Прозрачное приживание трансплантата к исходу 24 мес. после операции в группе ПГПК достигнуто в 100%, в группе СКП – в 93,5% случаев. Через 2 года поле операции острота зрения с коррекцией составила $0,74 \pm 0,1$ (основная группа) и $0,56 \pm 0,2$ (контрольная) ($p < 0,05$).

Выводы. ПГПК, выполненная методом аэро-вискозосепарации ДМ, характеризуется более полноценной зрительной реабилитацией пациентов на фоне существенно меньшей альтерации эндотелиального слоя роговицы, что обосновывает ее клинические преимущества по сравнению с СКП.

Ключевые слова: кератоконус, кератопластика сквозная, кератопластика послойная, плотность эндотелиальных клеток, острота зрения, астигматизм. ■

Офтальмохирургия. – 2013. – № 4. – С. 44-49.

ABSTRACT

Comparative analysis of clinical and functional outcomes of deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty for keratoconus patients

B.E. Malyugin, S.B. Izmailova, E.E. Aiba, I.V. Drozdov, A.N. Pashtaev

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia

Purpose. To evaluate outcomes of surgical treatment of patients with keratoconus using the technique of deep anterior lamellar keratoplasty (DALK) by the aero-visco-separation of Descemet's membrane method in a comparative aspect to results of penetrating keratoplasty (PKP).

Material and methods. The investigated group included 100 patients (107 eyes) with keratoconus III-IV using the DALK (76 eyes of 70 patients) and the PKP (31 eyes of 30 patients). Pre- and post-operatively the standard and special diagnostic methods were used (keratotopography, keratopachymetry, anterior segment optical coherence tomography, confocal microscope). The follow-up period was 2 years.

Results. Perforation of Descemet's membrane was a specific intra-operative complication in the main group (10.5%), but

converting surgical technique to PKP was required only in 2.6% of cases. Endothelial cell loss 2 years after surgery was 13.6% in the DALK group and 30.8% – in the PKP group ($p < 0.05$). A clear graft retention was observed in 100% of cases in the DALK group and in 93.5% of cases in the PKP group 24 months after surgery and the best corrected visual acuity (BCVA) was 0.74 ± 0.1 (the main group) and 0.56 ± 0.2 (the control group) ($p < 0.05$).

Conclusions. The DALK with the aero-visco-separation of Descemet's membrane shows better results of visual rehabilitation of patients and a significantly lower alteration of endothelial cell layer, what substantiates its clinical advantages compared to the PKP.

Key words: keratoconus, penetrating keratoplasty, lamellar keratoplasty, endothelial cell density, visual acuity, astigmatism. ■

Ophthalmosurgery. – 2013. – No. 4. – P. 44-49.

Сквозная кератопластика является наиболее распространенным методом хирургического лечения пациентов с развитыми и далеко зашедшими стадиями кератоконуса [1, 2]. При этом, несмотря на постоянное совершенствование техники операции, существенными факторами риска были и остаются риски инфекции, отторжение пересаженной роговицы, существенная потеря эндотелия роговицы, достигающая к году после операции значений в 30-50%, и связанный с этим конечный срок жизни прозрачного трансплантата, который, как правило, не превышает 15-20 лет [6].

Вышеизложенные аргументы явились основанием к разработке и совершенствованию послойных методов пересадки роговицы. Селективный подход к кератопластике у больных с кератоконусом, основанный на удалении исключительно слоев роговицы, непосредственно вовлеченных в патологический процесс, при сохранении интактным собственного эндотелия роговицы, является патогенетически обоснованным и клинически целесообразным.

В долгосрочной перспективе сохранность барьерной функции собственного эндотелия и Десцеметовой мембраны (ДМ) обеспечивают более редкие случаи реакции отторжения роговичного трансплантата, эффективно купируемые современными методами консервативной терапии, и умеренную динамику ежегодной потери эндотелия, сравнимую с физиологической, что в совокупности способно обеспечить длительный срок жизни трансплантата (вплоть до 40-50 лет) [4]. Следует при

этом подчеркнуть, что наиболее высокие функциональные результаты достигаются лишь при полноценном удалении поверхностных и глубоких слоев собственной роговицы, вплоть до Десцеметовой мембраны реципиента, т.е. при использовании хирургом техники передней глубокой послойной кератопластики (ППК).

Наибольшая техническая сложность операции ППК заключается в этапе сепарации слоев роговицы, который может быть осуществлен при помощи воздуха, вискоэластика либо механическим путем [6-11]. Разрывы и перфорации ДМ на данном этапе даже у опытных хирургов могут достигать 39%, что обуславливает переход к технике сквозной кератопластики (СКП), вплоть до 18% случаев [4-8, 10]. Исходя из вышеизложенного следует, что дальнейший поиск в направлении оптимизации технологии ППК представляет собой существенный научный и практический интерес.

ЦЕЛЬ

Анализ ближайших и отдаленных клинико-функциональных результатов разработанной авторами оригинальной технологии выполнения передней глубокой послойной кератопластики методом аэро-виско-сепарации в сравнении со сквозной кератопластикой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 100 пациентов (107 глаз) с III-IV ста-

диями кератоконуса, согласно классификации М. Amsler (1961). Из них 70 пациентов (76 глаз) прооперированы методом ППК с использованием аэро-виско-сепарации стромы роговицы, остальные 30 пациентов (31 глаз) служили контролем, им выполняли СКП.

В таблице 1 представлена характеристика пациентов опытной и контрольной групп. Обследования до и в различные сроки после оперативного вмешательства (1 сут., 1 нед., 1, 3, 6, 12, 18 и 24 мес.) проводили с использованием общепринятых и специализированных методов, включая кератотопографию (Tomey TMS-4, Япония), ОКТ переднего сегмента глаза (Visante OCT; CarlZeiss, Германия); иммерсионную конфокальную микроскопию роговицы (Confoscan-4; Nidek, Япония).

Техника оперативных вмешательств: сквозную кератопластику проводили по стандартной методике, принятой в системе клиник МНТК «Микрохирургия глаза». После наложения векорасширителя, паралимбально к эписклере подшивали фиксирующее кольцо (диаметром 17-18 мм), роговицу реципиента трепанировали одноразовым вакуумным трепаном Barron (Katena, США) нужного диаметра (от 7,5 до 8,5 мм), дорезание глубоких слоев осуществляли алмазным лезвием и роговичными ножницами. Предварительно выкроенный из донорской роговицы (заготовленный и хранящийся в растворе для консервации роговицы Борзенка-Мороз) диск соответствующего диаметра укладывали в подготовленное операционное ложе реципиента эндотелием книзу. Переднюю камеру частично восполняли раствором вискоэластика (1%-ный гиалуронат натрия), трансплантат фиксировали к ложу сначала четырьмя временными швами (шелк 8-0), а затем непрерывным швом (нейлон 10-0). После чего переднюю камеру заполняли физиологическим раствором, проверяли состоятельность и герметичность шва, под конъюнктиву вводили растворы антибиотика и кортикостероида. ППК выполняли по авторской оригинальной методике* [9].

Ее основные этапы заключались в следующем: после несквозной трепанации одноразовым трепаном по

Для корреспонденции:

Малюгин Борис Эдуардович, докт. мед. наук, профессор, зам. ген. директора по научной работе;

Измайлова Светлана Борисовна, канд. мед. наук, врач-офтальмолог;

Айба Эльвира Эдуардовна, врач-офтальмолог, аспирант отдела трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глаза;

Дроздов Иван Владимирович, врач-офтальмолог, аспирант отдела трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глаза;

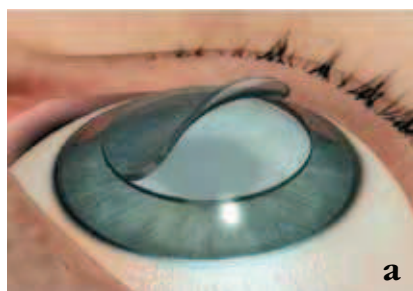
Паштаев Алексей Николаевич, врач-офтальмолог, аспирант отдела трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глаза

ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России

Адрес: 127486, Москва, Бескудниковский бульвар, 59а

Тел.: (499) 488-8437, (499) 488-8468

E-mail: info@mntk.ru



Barron (Katena, США) на $\frac{2}{3}$ толщины проводили расслаивание стромы металлическим одноразовым диссектором (Mani, Япония) и удаляли поверхностные слои стромы (рис. 1а). Затем выполняли несквозной разрез металлическим лезвием в периферической части оставшихся слоев роговицы на глубину примерно 50-70 мкм, шпателем тупо формировали тоннель по направлению к центру роговицы, в который вводили канюлю 27G (BeaverVisitec, США), соединенную со шприцом, содержащим 2,0 мл стерильного воздуха, надавливая на поршень шприца, в строму роговицы нагнетали воздух в объеме 1,0-1,5 мл до образования отслойки ДМ (т.н. «большой пузырь», рис. 1б). В области лимба на 9 часов выполняли парацентез с целью снижения ВГД, и в него вводили небольшое количество стерильного воздуха (0,1-0,2 мл), расположение которого по периферии передней камеры свидетельствовало о наличии в центре отслойки ДМ и формировании «большого пузыря» (рис. 1в). В свою очередь, смещение пузырька к центру роговицы свидетельствовало об отсутствии «большого пузыря» и требовало дополнительных инъекций воздуха в ее строму (рис. 1г). При сформированной пузыревидной отслойке ДМ, в ее центр острой иглой (27G), проведенной через центральную часть остаточных слоев стромы, вводили вискоэластик (1%-ный раствор гиалуроната натрия) в объеме 0,1-0,2 мл (рис. 1д). Затем перфорировали и крестообразно вскрывали глубокие слои роговицы, образованные при этом четыре 3-угольных лоскута удаляли при помощи ножниц. Остатки вискоэластика вымывали струей сбалансированного солевого раствора, на оголенную ДМ накладывали диск донорской роговицы с предварительно удаленной ДМ



Рис. 1. Техника операции ПГПК методом аэро-вискозосепарации: а) этап выполнения передней кератэктомии роговицы после циркулярной трепанации роговицы на $\frac{2}{3}$ глубины её стромы; б) этап введения стерильного воздуха в глубокие (преддесцеметовые) слои стромы роговицы; в) этап контроля отслойки ДМ – пузырьки введенного в переднюю камеру воздуха распределились по периферии, «большой пузырь» сформирован; г) этап контроля отслойки ДМ – перемещение пузырьков воздуха к центру роговицы говорит об отсутствии «большого пузыря»; д) этап введения вискоадаптивного вискоэластика в сформированный между ДМ и задней стромой воздушный «большой пузырь»

и фиксировали ее к ложу 4-мя провизорными узловыми (шелк 8-0), а затем – непрерывным (нейлон 10-0) швами. Операцию завершали введением под конъюнктиву растворов антибиотика и кортикостероида.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В 10,5% случаев (8 из 76 глаз) в ходе операции была диагностирована перфорация глубоких слоев



Рис. 2. Биомикроскопическая картина переднего отрезка глаза на 5 сутки после ПГПК: трансплантат прозрачен, зона интерфейса «донор-реципиент» не определяется

роговицы, что потребовало перехода на мануальную технику выделения ДМ при помощи роговичного расслаивателя. При наличии точечных дефектов ДМ это позволило удалить глубокие слои стромы и завершить кератопластику по заранее намеченному послойному методу. Однако при щелевидных дефектах ДМ, в особенности при их локализации в центральной зоне роговицы, удаление глубоких слоев стромы было технически невозможным, в связи с чем оперативное вмешательство завершали переходом на СКП. Последнее было выполнено у 2 из 76 (2,6%) пациентов. Таким образом, ПГПК выполнили в 74 из 76 случаев (97,4%).

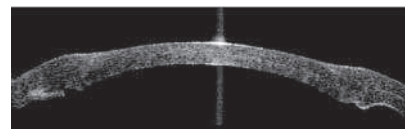


Рис. 3. Оптическая когерентная томография роговицы через 1 сутки после ПГПК: зона интерфейса «донор-реципиент» не визуализируется, отмечаются единичные складки ДМ и отечность в зоне кольцевидного рубца (интерфейс «донор-реципиент»)

Ранний послеоперационный период ПГПК в подавляющем большинстве случаев протекал благоприятно. При биомикроскопии на первые сутки трансплантат был умеренно отечен, адаптирован к ложу реципиента, обвивной шов создавал валик компрессии по границе «донор-реципиент» (рис. 2). В 18,9% (14 из 74) случаях выявляли характерные линейные складки ДМ, связанные с апланацией растянутой ДМ. Складки, как правило, были расположены на периферии и не затрагивали оптической зоны. Оптическая когерентная томография подтверждала полное прилегание ДМ к донорскому трансплантату, умеренную отечность и увеличение толщины роговицы в центре (рис. 3).

У пациентов после СКП также выявляли умеренный диффузный отек стромы роговицы и связанную с этим складчатость ДМ. Влага передней камеры была прозрачна, либо выявляли феномен Тиндаля 1-2 степени, который постепенно резорбировался к 5-7 суткам.

Полную эпителизацию роговичного трансплантата в обеих группах выявляли, как правило, на 5-7 сутки послеоперационного периода. Ее наличие на фоне клинического успокоения глазного яблока служило основанием для выписки пациента из стационара под дальнейшее амбулаторное наблюдение.

Реакций отторжения трансплантата в группе пациентов с ПГПК не наблюдали. У пациентов после СКП частота данного осложнения составила 9,6% (3 глаза), что привело к помутнению трансплантата. В целом, прозрачное приживление

Данные обследований пациентов опытной и контрольной групп до операции

	ОЗБК	ОЗК	Аст.(КТ)	СЭР	А-метод	ВГД
ПГПК	0,02±0,03	0,07±0,03	9,1±4,4	-10,9±5,8	24,5±1,6	10,8±2,3
СКП	0,01±0,03	0,03±0,05	9,4±3,0	-11,1±6,9	24,7±1,1	9,8±1,8

Примечание: $p>0,05$.

трансплантата в группе ПГПК было достигнуто на всех глазах, в группе СКП – на 93,5% глаз.

Динамика некорригированной (НКОЗ) и корригированной (КОЗ) остроты зрения в послеоперационном периоде у пациентов обеих групп представлена на графиках (рис. 4, 5). В послеоперационном периоде имело место постепенное увеличение остроты зрения, и к сроку наблюдения 1 год средние показатели НКОЗ и КОЗ в группе ПГПК составили $0,33\pm0,2$ и $0,57\pm0,2$ соответственно, 2 года – $0,31\pm0,2$ и $0,74\pm0,1$. Максимальная КОЗ, равная 1,0, была получена на 6 из 76 глаз. В контрольной группе к сроку наблюдения через 1 год после операции показатели НКОЗ и КОЗ были равны $0,2\pm0,2$ и $0,42\pm0,2$ соответственно, через 2 года – $0,21\pm0,2$ и $0,56\pm0,2$ соответственно.

Динамика астигматизма по данным кератотопографии, а также сферического эквивалента рефракции (СЭР) представлена в табл. 2. Наиболее существенное изменение величины астигматизма п/о было связано со снятием роговичного шва, которое в группе ПГПК выполняли в

среднем через 9 мес., а в группе СКП – через 12 мес. В общей сложности результатом ПГПК к 24 мес. послеоперационного периода стало уменьшение цилиндра с $9,1\pm4,4$ до $4,8\pm1,9$ дптр, СКП – с $9,4\pm3,0$ до $5,6\pm2,6$ дптр.

В основной группе значение оптической пахиметрии роговицы по данным ОКТ в центре до операции составило $397,4\pm46,3$ мкм, а через год после операции – $522,2\pm60,4$ мкм. В группе больных после СКП – $376,8\pm108,4$ и $486,6\pm24$ мкм соответственно.

Послеоперационный период у пациентов обеих групп характеризовался постепенным снижением плотности эндотелиального пласта роговицы (табл. 3). Так, уже к 6 мес. разница в потере эндотелиальных клеток между группами была статистически достоверна, составив после ПГПК 4,6%, а в группе СКП – 15,5% ($p<0,05$). Указанная закономерность прослеживалась и в дальнейшем при исследовании через 12 и 24 мес. после операции.

По данным конфокальной микроскопии, восстановление citoархитектоники эпителия, поверхностных и средних слоёв стромы, а также ин-

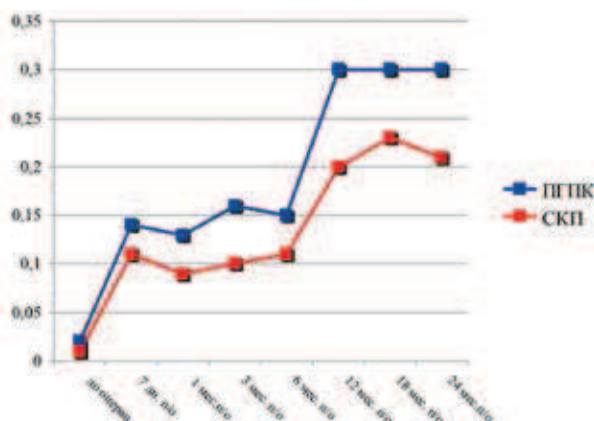


Рис. 4. Динамика изменения некорригированной остроты зрения в группах пациентов с ПГПК и СКП

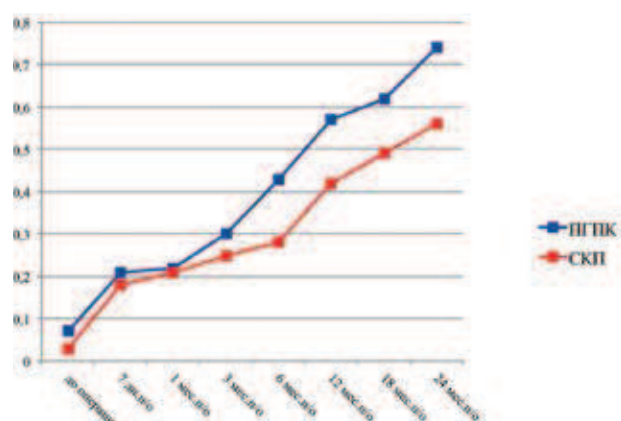


Рис. 5. Динамика изменения корригированной остроты зрения в группах пациентов с ПГПК и СКП

нервации после ПГПК происходило значительно раньше и более полно ($9,6 \pm 1,5$ против $11,3 \pm 1,1$ мес.). Формирование кольцевидного рубца к сроку 6 мес. после операции в группе ПГПК было достигнуто в 80,3% случаев (61 из 76 глаз), а в группе СКП – в 61,3% (19 из 31 глаз). Данный факт позволил обосновать более ранние сроки снятия обвивного роговично-го шва в группе ПГПК.

ОБСУЖДЕНИЕ

Использование у пациентов с кератоконусом ПГПК по разработанному нами оригинальному методу аэро-вискозосепарации стромы роговицы позволило существенно снизить количество операционных и послеоперационных осложнений. Полноценное отделение ДМ от роговичной стромы было достигнуто в 86,8% случаев, что обеспечило завершение оперативного пособия по послойной технологии у 97,4% пациентов. Это практически вдвое превышает результативность других вариантов техники ПГПК, опубликованных в литературе [11, 12].

Следует подчеркнуть, что техническая невозможность сепарации

стромы от ДМ у практически каждого десятого пациента с кератоконусом, по нашему мнению, обусловлена теми патологическими изменениями, которые имеют место в строме роговицы и ДМ при данном заболевании. Прежде всего, при кератоконусе изменяется нормальная ориентация фибрилл и образуются не свойственные роговице белки [12]. Кроме того, в строме роговицы при кератоконусе уменьшается диаметр коллагеновых фибрилл, извитость, и отмечается их разволокнение [2, 13].

Известно, что ранее применявшиеся техники послойной кератопластики не обеспечивали полноценного восстановления зрительных функций даже с коррекцией [10]. Общепризнанным является мнение, что данный факт связан с низким оптическим качеством плоскостного интерфейса «донор-реципиент». В связи с этим выполнение ПГПК, в ходе которой формируется новый оптически более полноценный интерфейс между стромой донора и ДМ реципиента, представляется оптимальным и обеспечивает полноценное восстановление зрительных функций. Именно поэтому столь важными для нас были результаты наблюдения за корригированной остро-

той зрения, позволившие определить более полное восстановление зрительных функций у пациентов после ПГПК по методу аэро-вискозосепарации по сравнению с СКП.

Вторым, не менее важным наблюдением, стало сравнение состояния эндотелиального слоя в различные сроки послеоперационного периода в опытной и контрольной группах. Ведь именно это обеспечивает прозрачность трансплантата в отдаленном периоде и, соответственно, стойкость достигнутого результата. Оценка ПЭК выявила, что после ПГПК её потеря через 2 года после операции в 2,3 раза меньше, чем после СКП.

Отсутствие реакции отторжения трансплантата, высокая частота приживления и низкий уровень потери плотности эндотелиальных клеток в течение 24 мес. после операции, уровень зрительных функций и стабильность рефракции свидетельствуют о несомненных преимуществах разработанного метода ПГПК по сравнению с СКП и позволяют рекомендовать его к широкому клиническому применению у пациентов с 3-4 стадиями кератоконуса при отсутствии дефектов и рубцовых изменений ДМ.

Таблица 2

Динамика астигматизма по данным кератопографии, а также сферического эквивалента рефракции (СЭР) после ПГПК и СКП

	Астигматизм			СЭР		
	до операц.	12 мес. п/о	24 мес. п/о	до операц.	12 мес. п/о	24 мес. п/о
ПГПК	$9,1 \pm 4,4^{**}$	$4,8 \pm 1,9^{*}$	$4,0 \pm 1,4^{*}$	$-10,9 \pm 5,8^{**}$	$-1,1 \pm 2,5^{**}$	$-1,0 \pm 2,2^{**}$
СКП	$9,4 \pm 3,0^{**}$	$5,6 \pm 2,6^{*}$	$4,6 \pm 2,2^{*}$	$-11,1 \pm 6,9^{**}$	$-1,2 \pm 3,7^{**}$	$-1,2 \pm 2,9^{**}$

Примечание: * $p < 0,05$, ** $p > 0,05$.

Таблица 3

Динамика плотности эндотелиальных клеток по данным конфокальной микроскопии в различные сроки после ПГПК и СКП

	1 мес. п/о	3 мес. п/о	6 мес. п/о	12 мес. п/о	18 мес. п/о	24 мес. п/о
ПГПК	$3,4 \pm 3,2\%$	$3,6 \pm 4,5\%$	$4,6 \pm 3,8\%$	$6,7 \pm 5,4\%$	$8,9 \pm 7,6\%$	$13,6 \pm 10,9\%$
СКП	$4,6 \pm 3,8\%$	$10,7 \pm 9,1\%$	$15,5 \pm 9,2\%$	$19,9 \pm 12,5\%$	$25,5 \pm 24,3\%$	$30,8 \pm 11,5\%$
p.	$p > 0,1$	$p > 0,1$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$

ВЫВОДЫ

Проведенный нами сравнительный анализ ближайших и отдаленных (до 2-х лет) клинико-функциональных результатов глубокой послойной и сквозной кератопластики у пациентов с кератоконусом свидетельствует о том, что предложенный метод характеризуется более полноценными и стойкими клинико-функциональными результатами на фоне существенного понижения риска отторжения и потери прозрачности роговичного трансплантата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивановская Е.В. Оптические и функциональные результаты сквозной кератопластики при кератоконусе // Офтальмол. журн. – 2000. – № 4. – С. 17-20.
2. Севастьянов Е.Н. Особенности патогенеза, современная диагностика и

консервативное лечение кератоконуса: Дис... д-ра мед. наук. – Самара, 2003.

3. Anwar M., Teichmann K. Deep Lamellar Keratoplasty: surgical techniques for anterior lamellar keratoplasty with and without baring of Descemet's membrane // Cornea. – 2002. – Vol. 21, № 4. – P. 374-383.
4. Balestrazzi E., Balestrazzi A., Mosca L., Balestrazzi A. Deep lamellar keratoplasty with trypan blue intrastromal staining // J. Cataract Refract. Surg. – 2002. – Vol. 28, № 6. – P. 929-931.
5. Borderie V., Sandali O., Bullet J. et al. Long-term Results of Deep Anterior Lamellar versus Penetrating Keratoplasty // Ophthalmology. – 2011. – Vol. 119, № 2. – P. 249-255.
6. 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. – Vol. 143, № 1. – P. 117-124.
7. Han D., Mehta J., Por Y. et al. Comparison of outcomes of lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty in keratoconus // Am. J. Ophthalmol. – 2009. – Vol. 148. – P. 744-751.

8. Kubaloglu A., Sari E., Unal M. et al. Long-term results of deep anterior lamellar keratoplasty for the treatment of keratoconus // Am. J. Ophthalmol. – 2011. – Vol. 151. – P. 760-767.
9. Malyugin B. Deep Anterior Lamellar keratoplasty in Keratoconus // Surgical Techniques in Ophthalmology (Corneal Surgery) / Garg A., Alio J. (Eds). – Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd., New Delhi, India, 2010. – P. 247-258.
10. Melles Gr., Lander F., Rietveld F. et al. A new surgical technique for deep stromal, anterior lamellar keratoplasty // Br. J. Ophthalmol. – 1999. – Vol. 83, № 3. – P. 327-333.
11. Price F. Air lamellar keratoplasty // Refract Corneal Surg. – 1989. – Vol. 5, № 5. – P. 240-353.
12. Wylegala E., Tarnawska D., Dobrowolski D. et al. Results of posterior lamellar keratoplasty // KlinOczna. – 2006. – Vol. 108 (4-6). – P. 195-198.
13. Zhou L., Sawaguchi S., Twining S. et al. Expression of degradative enzymes and protease inhibitors in corneas with keratoconus // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 1998. – Vol. 39, № 7. – P. 1117-1124.

Поступила 27.11.2013