

УДК [617.741–004.1:617.753.3]–089.853

DOI: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.2.9–14

Применение лимбальных послабляющих разрезов с целью устранения исходного роговичного астигматизма при хирургическом лечении катаракты

П.В. Шелленберг¹, Г.А. Федяшев^{1,2}

¹ Тихоокеанский государственный медицинский университет (690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, 2),

² Приморский центр микрохирургии глаза (690080, г. Владивосток, ул. Борисенко, 100е)

В статье подробно освещена проблема коррекции роговичного астигматизма с помощью лимбальных послабляющих разрезов во время операций по поводу катаракты. Сделаны исторический обзор, сравнение с другими технологиями, описаны особенности предоперационной подготовки и техники выполнения манипуляции. Рассмотрены операционные и послеоперационные осложнения, а также возможные ошибки при проведении манипуляции.

Ключевые слова: катаракта, коррекция астигматизма, торические линзы, лимбальные послабляющие разрезы

В связи с совершенствованием медицинских технологий к зрительным функциям в хирургии катаракты предъявляются очень высокие требования. Одной из основных причин низкой остроты зрения в послеоперационном периоде служит роговичный астигматизм. По оценкам исследований, примерно 50 % населения старше 60 лет имеют роговичный астигматизм силой более 1 дптр, и примерно у 22 % пациентов она превышает 1,5 дптр [13, 23]. Послеоперационный астигматизм может приводить к снижению некоррегированной остроты зрения, зрительному дискомфорту, появлению бликов, двоению, астигматизму и искажению прямых линий. Даже при использовании очковой коррекции зрительный дискомфорт у таких пациентов сохраняется [72]. Существуют различные хирургические методы коррекции астигматизма – роговичные послабляющие разрезы, лимбальные послабляющие разрезы (ЛПР), эксимер-лазерная коррекция и имплантация торических линз [17, 39, 46].

Роговичные послабляющие разрезы широко использовались в 1980-х годах, как отечественными, так и зарубежными хирургами, для коррекции астигматизма во время или после операций по поводу катаракты. Эти дугообразные надрезы определенной глубины наносились специальным кератотомическим ножом на роговице параллельно лимбу [1, 4, 15, 55]. Однако эффективность данного метода вызывала большие сомнения в связи с частыми рефракционными ошибками, малой предсказуемостью эффекта, перфорациями роговицы и последующими осложнениями, а также долгими сроками заживления и возможностью разрыва рубцов вследствие травмы даже спустя многие годы [4, 10, 24, 54]. Расположение разрезов в пяти миллиметрах и менее от оптической оси глаза приводило к тому, что пациенты часто жаловались на блики, особенно в яркую солнечную погоду или при взгляде на источник света [15, 24].

Современный метод одномоментной коррекции астигматизма и афакии – имплантация торических

линз. Данный вид интраокулярных линз включает как сферический, так и цилиндрический компоненты. Этот метод сегодня считается безусловным лидером в коррекции астигматизма [2, 35, 39, 46]. Однако он имеет и ряд недостатков: увеличение стоимости операции по сравнению с имплантацией простых сферических линз, необходимость специальной подготовки хирурга [3, 42, 51]. К тому же ротация торической линзы даже на 10° относительно расчетного положения снижает оптическое влияние ее цилиндра на 33–35 % [6, 18].

Самым эффективным и точным методом лечения исходного роговичного астигматизма можно назвать эксимер-лазерное воздействие. Оно позволяет исправить все возможные рефракционные аномалии и добиться максимальной остроты зрения без дополнительной коррекции [27, 49]. Однако многие пациенты не соглашались на такое вмешательство в связи с дополнительными затратами и нежеланием подвергаться повторной операции. Эта технология требует увеличения сроков зрительной и социальной реабилитации до трех и более месяцев в связи с необходимостью восстановления после первого этапа лечения [39, 46].

История создания ЛПР

ЛПР используются для изменения формы роговицы и, как следствие, уменьшения цилиндрической силы астигматизма за счет нанесения дугообразных разрезов в области лимба [22, 54]. Первая подобная операция после вмешательства по поводу катаракты была выполнена норвежским офтальмологом Н. Schiøtz в 1885 г. [62]. Он использовал нож Graefe для создания перфорирующего разреза у лимба в крутом меридиане длиной 3,5 мм. Чуть позже итальянский хирург Luccio-la применил данный метод без перфорации лимба [17]. В 1940-х годах Т. Sato при исследовании спонтанных разрывов в десцеметовой оболочке при кератоконусе обнаружил, что они приводили к уменьшению кривизны роговицы и степени близорукости. На основании этого он пришел к выводу, что поперечные разрезы

могут сглаживать, как сильный, так и слабый меридианы роговицы [59, 60]. В 1970-х гг. в Советском Союзе С.Н. Федоров и В.В. Дурнев, основываясь на исследованиях и методиках Sato, ввели понятия радиальной кератотомии [1, 4]. Они разработали многофакторную формулу с учетом рефракционных данных и хирургических переменных для улучшения предсказуемости эффекта, а также предложили пути решения проблемы миопического астигматизма посредством передней кератотомии [1, 4, 70]. В дальнейшем, в Национальном офтальмологическом институте (США) были проведены масштабные исследования, в ходе которых разработаны номограммы [10, 15, 21, 22, 55]. С введением в хирургическую практику торических интраокулярных линз и повсеместным появлением эксимер-лазерных технологий этот метод стал использоваться значительно реже [54, 69, 70].

Преимущества ЛПП

Существует ряд исследований, доказывающих высокую эффективность ЛПП по сравнению с роговичными разрезами:

- намного проще предсказать эффект [24, 52];
- возможность использовать их в комплексе с тоннельным разрезом, при этом тоннельный разрез может заменять один из послабляющих разрезов [11];
- в случае перфорации или излишней длины разреза роговицы очень просто наложить швы, которые не приведут к изменениям рефракции и появлению индуцированного астигматизма [38];
- возможность увеличения разреза в случае остаточного астигматизма в позднем послеоперационном периоде [52, 69];
- в случае гиперкоррекции она легко устраняется путем добавочных разрезов на сильном индуцированном меридиане [22];
- редко вызывают «синдром сухого глаза»;
- быстрое заживление ввиду расположения рядом с лимбом в области обильной васкуляризации [11, 52];
- врастание эпителия роговицы в область разреза не приводит к отрицательным последствиям [38].

Планирование операции

Для проведения ЛПП необходим тщательный отбор пациентов, так как от этого зависит эффективность вмешательства [43]. Противопоказания к ЛПП:

- гиперметропический астигматизм средней и высокой степени вследствие плоской формы роговицы [14, 43];
- астигматизм силой более 3,5 дптр [61];
- иррегулярный астигматизм [43, 50, 61, 65];
- наследственные, дистрофические или дегенеративные заболевания роговицы, приводящие к ее помутнению и стойким изменениям структуры [38, 64, 65, 71];
- отказ пациента от процедуры [38];
- предшествующая радиальная кератотомия с количеством насечек больше шести [65].

Все предоперационные расчеты проводятся на основе предварительных кератотопографии и пахиметрии

[13, 41, 72]. Выполнение процедур стандартными рефрактометрами малоинформативно ввиду того, что астигматизм измеряется только в 3-миллиметровой зоне [40], а задняя кривизна роговицы и диаметр зрачка могут влиять на показатели астигматизма [5, 31, 67]. Эти исследования необходимы для понимания вида астигматизма, степени, выявления сильного и слабого меридианов, а также измерения толщины роговицы [45, 48]. Также рекомендуется исследование на анализаторе волнового фронта – aberометре типа OPD-Scan – для исключения других причин возникновения астигматизма.

После оценки полученных данных необходимо определиться с методом проведения ЛПП и выбрать номограмму (таблицу расчетов длины, количества и глубины разрезов) [46, 47, 54].

Методики выполнения ЛПП

Выбор техники ЛПП напрямую зависит от опыта хирурга и целей обеспечения удобства последующего рефракционного вмешательства [33, 72].

Использование тоннельного разреза вместо одного из двух ЛПП. Расположение тоннельного разреза может варьироваться в зависимости от локализации крутого меридиана (тем самым имитируя ЛПП). Для достижения положенного эффекта разрез расширяют, как это делается при имплантации линзы. Послабляющий разрез наносится на противоположной стороне лимба. При данном подходе рекомендуется наносить лимбальный разрез до тоннельного. Недостатком данной методики считается необходимость расширения тоннеля, что увеличивает риск внутриглазного инфицирования [12, 38, 52].

Использование тоннельного разреза вместе с ЛПП. Тоннельный разрез размещают на расстоянии менее 45° от одного из послабляющих разрезов. Однако при расчете длины лимбального разреза следует учитывать индуцированный астигматизм тоннельного разреза [38, 45].

Использование ЛПП без тоннельного разреза. Эта методика применяется для исправления астигматизма на факичном глазу или спустя некоторое время после операции по поводу катаракты [38, 45].

Номограммы

В настоящее время существует множество различных номограмм для определения длины и количества разрезов, однако можно выделить ряд самых часто используемых и наиболее эффективных [38, 46, 54].

NAPA (Nichamin Age and Pachymetry-Adjusted – Nichamin L.). Принцип номограммы состоит в том, что длина разреза уменьшается с увеличением возраста и нарастает с прибыванием силы астигматизма. Возможна коррекция астигматизма от 0,75 до 3 дптр, максимальная длина разреза – 90°. Уникальность методики заключается в том, что ЛПП и тоннельный разрез перекрываются. Сначала наносятся послабляющие разрезы, затем тоннельный [12, 38, 46, 47].

DONO (Doctor Donnenfeld E.). Данный метод основывается только на том, что при увеличении силы астигматизма увеличивается длина разрезов. Возможна коррекция астигматизма силой от 0,5 до 3 дптр, максимальная длина разреза – 90°. ЛПП не должен перекрываться с тоннельным разрезом или парацентезами (при перекрытии снижается эффективность манипуляции). Расстояние между разрезами и основным тоннелем должна быть не менее 10° (предполагается, что тоннельный разрез – 30°) [29, 45].

Gills LRI (Doctor Gills J.). Номограмма определяет количество разрезов и их длину в зависимости от силы астигматизма [5, 33, 34].

Wallace LRI (Doctor Wallace R. III). Этот метод учитывает зависимость между количеством ЛПП, их длиной, а также увеличением или уменьшением при изменении параметров возраста и величины астигматизма [68].

CLAIRE. Номограмма для проведения фемтолазерных разрезов. В основе методики лежат 6–7-миллиметровые разрезы на глубину от 85 до 90% от толщины роговицы и длиной от 60 до 90°. Возможно исправления астигматизма до 15 дптр [16].

Многие специалисты создают свои номограммы исходя из личного опыта и ретроспективного анализа результатов операций. Существуют современные бесплатные онлайн-калькуляторы, которые проводят расчет за хирурга. Требуется только ввести данные о враче и пациенте, выбрать номограмму, глаз, сильный меридиан, определить силу сильного и слабого меридианов в диоптриях, ввести данные о расположении тоннельного разреза и, в случае необходимости, – силу индуцированного астигматизма [58].

Необходимо помнить, что на глазах, где выполнялась радиальная кератотомия, размер послабляющего разреза уменьшается в два раза [14]. Исследования С. Kaufmann et al. [29] показали, что очень важно учитывать взаимоположение тоннельного и послабляющего разрезов, так как они могут вызывать усиление эффекта, располагаясь на одной оси, или его ослабление при расположении более чем на 45° относительно друг друга. J. Lever и E. Dahan [36] установили, что при использовании методики одного послабляющего разреза и тоннеля происходит ухудшение герметизации основного разреза, и она менее эффективно корректирует астигматизм, чем методика двух послабляющих разрезов. Также здесь происходит ослабление противоположного края меридиана глаза [12, 50].

Хирургическая техника

Для начала необходимо сделать предоперационную разметку роговицы для последующих манипуляций специальными разметчиками [30]. Для этих целей используют несколько вариантов нанесения меток в зависимости от применяемой техники: помечается сильная ось или вертикальный меридиан. Все манипуляции необходимо проводить при положении пациента сидя, желательнее за щелевой лампой, так как в положении лежа происходит циклоторсия (ротация глаза до 15°) [12, 30]. Возможно выполнение операции

и без предварительной разметки. Современные кератоскопы, такие как Maloney (Bausch and Lomb), позволяют динамически определять силу астигматизма и сильную слабую ось во время операции, заметно упрощая работу хирурга [19, 30]. Кератоскоп Nichamin (Mastel Precision) дает возможность визуализировать сильный меридиан и определить размер разреза прямо в окулярах микроскопа [19, 53].

Одной из наиболее современных считается навигационная система Verion (Alcon), которая помогает не только рассчитать и позиционировать интраокулярные линзы, но и визуализирует положение и длину разрезов в окулярах микроскопа, позволяя динамически изменять их длину и расположение. Диагностический модуль производит расчеты, учитывая индивидуальный индуцированный астигматизм основного тоннельного разреза хирурга на основании биометрических данных его предыдущих операций, позволяет совмещать ЛПП с имплантацией торических линз, что значительно повышает эффективность операции, и достигать коррекции астигматизма высоких степеней. Помимо этого, Verion может работать в паре с фемтолазером, передавая на него данные, что доводит технику вмешательства до автоматизма [72].

Для фиксации глаза рекомендуется использовать кольцо Nichamin [47]. После выбора метода маркировки намечаются разрезы (если не выбран метод с применением кератоскопа или навигационной системы). Для этого необходимо кольцо Mendez, на котором есть шкала в градусах. Кольцо совмещается с предварительно нанесенными отметками на вертикальном меридиане, и с помощью специального маркера выполняются отметки в области расположения ЛПП с учетом сильного меридиана и длины разрезов. В случае, если была помечена сильная ось, прибегают к кольцу Jarvi/Olson [12, 45, 50, 52].

Некоторые хирурги предпочитают выполнять ЛПП в конце операции, так как в результате вмешательства может произойти расширение основного тоннельного разреза, что приведет к изменению индуцированного астигматизма и, как следствие, – к необходимости изменения длины разрезов [50]. Если проводить ЛПП в начале операции, это повлечет за собой меньшую травму эпителия, снижение частоты жалоб на дискомфорт в послеоперационном периоде и снижение фототоксического эффекта, так как данный подход требует меньшего времени [52]. Послабляющие разрезы должны располагаться в прозрачной части лимба, где не выражена сосудистая сеть (интралимбально). Смещение разреза в сторону склеры снижает эффект от манипуляции.

Для нанесения разреза применяют специальный нож, такой как Nichamin Classic 600 Present, рекомендуемый при использовании номограммы NAPA, с максимальной глубиной разреза 600 мкм [12, 47]. Он имеет возможность регулировать глубину лимбального дефекта путем изменения выступа алмазного лезвия. Необходимо помнить, что глубина разреза должна быть не более 90% от минимального значения

толщины роговицы, определенного при пахиметрии [50]. Разрез проводится перпендикулярно лимбу, одним движением без отрыва инструмента [45, 47]. Рекомендуется орошение водой области манипуляции для смягчения травмы эпителия, однако, это может осложнить диагностику перфорации. Кровотечение из сосудов лимба можно игнорировать, в большинстве случаев оно прекращается спонтанно.

При использовании фемтолазерных технологий данная манипуляция выполняется одновременно с тоннельным разрезом, капсулорексисом и разделением ядра на фрагменты [26, 34, 66].

Частые ошибки при выполнении манипуляции:

1. Разметка в положении лежа, без учета циклоторсии [12, 52].
2. Смывание меток во время операции и последующее выполнение послабляющих разрезов без повторной разметки [50].
3. Принятие слабой оси за сильную [50].
4. Расположение разрезов в толще лимба в зоне васкуляризации (это ведет к уменьшению рубца, сокращению раны и снижению эффекта) [12].

Послеоперационное ведение пациентов стандартное, такое же, как и при хирургии катаракты: антибиотиками, нестероидными противовоспалительными средствами и стероидами [3].

Расчет эффективности вмешательства

Отмечается, что ЛПР прекрасно исправляют астигматизм величиной до 1,5–2 дптр [64–66]. Результаты хирургического лечения этого заболевания с использованием ЛПР можно оценить путем векторного анализа. Так, по методу Alphin хирургически индуцированный астигматизм (*SIA*) определяется как разность векторов между измерениями предоперационного (C_{pre}) и послеоперационного (C_{post}) цилиндров: $SIA = C_{pre} - C_{post}$. Целевой индуцированный астигматизм (*TIA*) выражается в цилиндрических диоптриях. На основе индекса коррекции (*CI*) оценивается достигнутый эффект мощности против целевой мощности:

$$CI = SIA / TIA.$$

Идеальное значение будет равно единице, $CI > 1,0$ указывает на гиперкоррекцию, $CI < 1,0$ – на недокоррекцию [7–9].

В случае гиперкоррекции рекомендуется обильное увлажнение поверхности глаза (что ведет к повышению скорости восстановления), либо наложение швов в области разреза, либо докоррекция в послеоперационном периоде с помощью эксимер-лазерной операции, либо нанесение ЛПР в индуцированном сильном меридиане [32]. При недостаточной коррекции рекомендуется расширить длину послабляющего разреза, однако это лучше осуществлять в позднем послеоперационном периоде, когда достигается полное заживление, и все данные рефрактометрии становятся постоянными [49].

Снижение эффективности ЛПР зависит от степени их смещения. Смещение разреза на 15° от предпо-

лагаемого места приводит к уменьшению эффекта от лечения на 13,4%, а при 30° – на 50%. При смещении на 45° эффект от хирургического лечения астигматизма методом ЛПР исчезает [36, 49].

Осложнения ЛПР

Перфорации – это одно из самых частых осложнений при хирургических вмешательствах на роговице. В отличие от роговичных послабляющих разрезов ЛПР не могут самогерметизироваться. Хирург при подозрении на перфорацию должен быстро определить, что жидкость внутриглазная, а не с поверхности глаза, и прекратить манипуляцию. В случае перфорации необходимо закончить манипуляцию и приступить к наложению швов. Также надо определить причину этого осложнения: либо тонкость тканей в месте вмешательства, либо дефект механизма выдвижения лезвия (что привело к нарушению настройки глубины разреза), либо дегидратация роговицы с уменьшением толщины зоны интереса при увеличении времени операции. Основным признаком перфорации – изменение глубины передней камеры глаза. Хирург должен осмотреть радужку и другие структуры на предмет наличия дефектов. В случае возникновения данного осложнения необходимо увеличить время применения антибиотиков в инстилляциях до двух недель [25, 56].

Инфекционные осложнения случаются очень редко, так как для прикрытия хватает назначения антибактериальных препаратов до операции и после нее. Причинами инфицирования могут стать плохо стерилизованный хирургический инструмент, ношение повязок или контаминация извне, сопутствующая патология, иммунодефицитные состояния и в редких случаях – отсутствие инстилляций препаратов. В случае возникновения инфекционного процесса – кератита или инфильтрации краев раны – следует взять мазок на микрофлору и сменить препарат на более сильный [20, 37].

Эндофтальмит – крайне редкое и самое грозное осложнение ЛПР. Он может возникать вследствие перфорации или осложненного кератита. Действия по его устранению необходимо предпринимать сразу, иначе возможна полная потеря зрения и глаза как органа [25, 68].

К послеоперационным осложнениям относят изменения рефракции (в течение месяца после вмешательства), а также боли, дискомфорт и синдром «сухого глаза». К последним может приводить большой эпителиальный дефект. Рекомендуется назначать увлажняющие капли, однако их частое использование может привести к повышению скорости репарации роговицы и нивелированию эффекта от операции. Для снижения частоты развития синдрома «сухого глаза» рекомендуют уменьшение количества инстилляций стероидных препаратов [44, 57].

Заключение

Как показывает практика, ЛПР можно считать эффективным методом коррекции астигматизма, не требующим дополнительных затрат, простым в исполнении

и практически безопасным. К сожалению, эффективность данного метода снижается при попытке скорректировать астигматизм силой более 2,5 дптр, однако фемтолазерные технологии позволяют нивелировать искажения силой до 15 дптр, но требуют специальной аппаратуры и подготовки врача [26, 34, 66]. Эффективность метода зависит от опыта хирурга, его умения проводить предоперационные расчеты, а также навыка использования номограмм. Безусловным плюсом ЛПР можно назвать одномоментное проведение всех манипуляций, что позволяет значительно уменьшить время зрительной реабилитации пациента [28, 43, 46, 47]. К преимуществам ЛПР относится и возможность использовать их для докоррекции при ротации торической интраокулярной линзы, а также одномоментно с ее имплантацией при астигматизме высокой степени [4, 28, 42, 43, 51, 63]. Применение этого метода дает возможность при желании пациента с роговичным астигматизмом установить мультифокальную интраокулярную линзу, позволяя получить высокие показатели остроты зрения в раннем послеоперационном периоде, а также исключает многомесячное ожидание эксимер-лазерного вмешательства после операции по поводу катаракты.

Литература / References

1. Федоров С.Н., Дурнев В. В. Хирургическая коррекция сложного миопического астигматизма методом передней кератотомии // Офтальмологический журнал. 1979. № 4. С. 210–213. Fedorov S.N., Durnev V.V. Surgical correction of complex myopic astigmatism by the method of anterior keratotomy // Ophthalmological Journal. 1979. No. 4. P. 210–213.
2. Федяшев Г.А. Коррекция исходного роговичного астигматизма торическими интраокулярными линзами у пациентов, оперирующихся по поводу катаракты: оценка функциональных результатов и качества жизни // Российский офтальмологический журнал. 2013. Т. 6, № 4. С. 61–63. Fedyashev G.A. Correction of the initial corneal astigmatism with toric intraocular lenses in patients operated on for cataracts: evaluation of functional outcomes and quality of life // Russian Ophthalmological Journal. 2013. T. 6, No. 4. P. 61–63.
3. Федяшев Г.А., Елисеева Е.В. Клинико-экономический анализ антибиотикопрофилактики при хирургическом лечении катаракты // Тихоокеанский мед. журнал. 2016. № 3. С. 62–64. Fedyashev G.A., Eliseeva E.V. Clinico-economic analysis of antibiotic prophylaxis in the surgical treatment of cataracts // Pacific Medical Journal. 2016. No. 3. P. 62–64.
4. Хрипун К. В., Рахманов В. В., Рамазанова А. М. Ошибки при имплантации добавочных торических ИОЛ (Sulcoflex Toric, Rayner) // Офтальмологические ведомости. 2015. Т. VIII, № 1. С. 12–17. Khripun K.V., Rakhmanov V.V., Ramazanova A.M. Errors in implantation of additional toric IOLs (Sulcoflex Toric, Rayner) // Ophthalmological Sheets. 2015. Vol. VIII, No. 1. P. 12–17.
5. A complete guide to astigmatism management / B.A. Henderson, J.P. Gills (eds). Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 2003. 240 p.
6. Alberdi T., Macías-Murelaga B., Bascarán L. [et al.]. Rotational stability and visual quality in eyes with Rayner toric intraocular lens implantation // J. Refract. Surg. 2012. Vol. 28. P. 696–701.
7. Alpíns N.A. A new method of analyzing vectors for changes in astigmatism // J. Cataract Refract. Surg. 1993. Vol. 19, No. 4. P. 524–533.
8. Alpíns N.A. New method of targeting vectors to treat astigmatism // J. Cataract Refract. Surg. 1997. Vol. 23, No. 1. P. 65–75.
9. Alpíns N.A. Vector analysis of astigmatism changes by flattening, steepening, and torque // J. Cataract Refract. Surg. 1997. Vol. 23, No. 10. P. 1503–1514.
10. Binder P.S., Waring Go III. Keratotomy for astigmatism // Refractive keratotomy for myopia and fstrigmatism / Waring Go III (ed.). St. Louis: Mo Mosby-Year Book, 1992. P. 1085–1198.
11. Brick D.C. Risk management lessons from a review 168 cataract surgery claims // Surv. Ophthalmol. 1999. Vol. 43, No. 4. P. 356–360.
12. Budak K., Friedman N.F., Koch D.D. Limbal relaxing incisions with cataract surgery // J. Cataract Refract. Surg. 1998. Vol. 24, No. 4. P. 503–508.
13. Bullimore M.A., Spooner G., Sluyterman G., Dishler J.G. Correction of low levels of astigmatism // J. Cataract Refract. Surg. 2015. Vol. 41, No. 8. P. 1641–1649.
14. Buzard K., Shearing S., Relyea R. Incidence of astigmatism in a cataract practice // J. Refract. Surg. 1988. No. 4. P. 173.
15. Chu R., Hardtem R., Lindstrom R. Concepts in astigmatic keratotomy // Corneal Surgery Theory, Techniques, and Tissue. 3rd ed. St. Louis, MO: Mosby, 1999. P. 650–655.
16. Clair R.M., Sharma A., Huang D. [et al.]. Development of a nomogram for femtosecond laser astigmatic keratotomy for astigmatism after keratoplast // J. Cataract Refract. Surg. 2016. Vol. 42, No. 4. P. 556–562.
17. Faber E. Operative Behandeling van Astigmatisme // Ned Tijdschr Geneesk. 1895. No. 2. P. 495–496.
18. Fedyashev G., Egorova A. The evaluation of rotary stability of Acrysof Toric SA60TT lenses after phacoemulsification of senile cataract // Asia Pacific Academy of Ophthalmology Congress: abstract CD. Sydney, Australia, 2011. OR019.
19. Findu O., Drexler W., Menapace R., [et al.]. High precision biometry of pseudophakic eyes using partial coherence interferometry // J. Cataract Refract. Surg. 1998. Vol. 24, No. 8. P. 1087–1093.
20. Flach A.J. Corneal melts associated with topically applied nonsteroidal anti-inflammatory drugs // Trans. Am. Ophthalmol. Soc. 2001. Vol. 99. P. 205–210.
21. Gills J.P. Corneal relaxing incisions, multifocal corneas, and «omnimetropia» // Corneal Topography: The State of the Art. Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 1995. P. 225–239.
22. Gills J.P. Treating astigmatism at the time of cataract surgery // Curr. Opin. Ophthalmol. 2002. Vol. 13, No. 1. P. 2–6.
23. Giuliano O.F., Joel E. B., Mario J. C. [et al.]. Treatment of astigmatism during phacoemulsification // Arq. Bras. Oftalmol. 2014. Vol. 77, No. 1. P. 40–46.
24. Handten D.R., Lee S. Incisional keratotomy // Duane's Clinical ophthalmology / W. Tasman (ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2012. P. 1–19.
25. Haripriya A., Syeda T. A case of endophthalmitis associated with limbal relaxing incision // Indian J. Ophthalmol. 2012. Vol. 60, No. 3. P. 223–225.
26. Harissi-Dagher M., Azar D.T. Femtosecond laser astigmatic keratotomy for postkeratoplasty astigmatism // Can. J. Ophthalmol. 2008. Vol. 43, No. 3. P. 367–369.
27. Hossein M.-R., Elham M.-R., Goldis E. [et al.]. Three methods for correction of astigmatism during phacoemulsification // J. Ophthalmic Vis. Res. 2016. Vol. 11, No. 2. P. 162–167.
28. Jeihoon L., Hun L., David Y.K. [et al.]. Comparison of toric foldable iris-fixated phakic intraocular lens implantation and limbal relaxing incisions for moderate-to-high myopic astigmatism // Yonsei Med. J. 2016. Vol. 57, No. 6. P. 1475–1481.
29. Kaufmann C., Peter J., Ooi K. [et al.]. Queen Elizabeth Astigmatism study Group. Limbal relaxing incisions versus on-axis incisions to reduce corneal astigmatism at the time of cataract surgery // J. Cataract Refract. Surg. 2005. Vol. 31, No. 12. P. 2261–2265.
30. Kobashi H., Kamiya K., Shimizu K. [et al.]. Effect of axis orientation on visual performance in astigmatic eyes // J. Cataract Refract. Surg. 2012. Vol. 38, No. 8. P. 1352–1359.
31. Koch D.D., Ali S.F., Weikert M.P. [et al.]. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism // J. Cataract Refract. Surg. 2012. Vol. 38, No. 12. P. 2080–2087.
32. Kohlhas M. Corneal sensation cataract and refractive surgery // J. Cataract Refract. Surg. 1998. Vol. 24, No. 10. P. 1399–1409.
33. Kugler L., Cohen I., Haddad W., Wang M.X. Efficacy of laser in situ keratomileusis in correcting anterior and non- anterior corneal astigmatism: comparative study // J. Cataract Refract. Surg. 2010. Vol. 36, No. 10. P. 1745–1752.

34. Kymionis G.D., Yoo S.H., Ide Culbertson V.V. Femtosecond-assisted astigmatic keratotomy for post-keratoplasty astigmatism // *J. Cataract Refract. Surg.* 2009. Vol. 35, No. 1. P. 11–13.
35. Lam D.K., Chow V.W., Ye C. [et al.]. Comparative evaluation of aspheric toric intraocular lens implantation and limbal relaxing incisions in eyes with cataracts and ≤ 3 dioptres of astigmatism // *Br. J. Ophthalmol.* 2016. Vol. 100, No. 2. P. 258–262.
36. Lever J., Dahan E. Opposite clear corneal incisions to correct preexisting astigmatism in cataract surgery // *J. Cataract Refract. Surg.* 2000. Vol. 26, No. 6. P. 803–805.
37. Lin J.C., Rapuano C.J., Laibson P.R. [et al.]. Corneal melting associated with use of topical nonsteroidal antiinflammatory drugs after ocular surgery // *Arch. Ophthalmol.* 2000. Vol. 118, No. 8. P. 1129–1132.
38. Lyle W.A., Jin G. Prospective evaluation of early visual and refractive effects with small clear corneal incisions for cataract surgery // *J. Cataract Refract. Surg.* 1996. Vol. 22, No. 10. P. 1456–1460.
39. Mamalis N. Correction of astigmatism during cataract surgery // *J. Cataract Refract. Surg.* 2009. Vol. 35, No. 3. P. 403–404.
40. Masket S., Tennen D.G. Astigmatic stabilization of 3.0 mm temporal clear corneal cataract incisions // *J. Cataract Refract. Surg.* 1996. Vol. 22, No. 10. P. 1451–1455.
41. Mayank A., Marizol D., Shruti M. [et al.]. Peripheral corneal relaxing incisions based on anterior keratometry from Scheimpflug tomography versus Placido topography during standard cataract surgery // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2016. No. 254. P. 297–305.
42. Mingo-Botin D., Munoz-Negrete F.I., Won Kim H.R. [et al.]. Comparison of toric intraocular lenses and peripheral corneal relaxing incisions to treat astigmatism during cataract surgery // *J. Cataract Refract. Surg.* 2010. Vol. 36, No. 10. P. 1700–1708.
43. Monaco G., Scialdone A. Long-term outcomes of limbal relaxing incisions during cataract surgery: aberrometric analysis // *Clinical Ophthalmology.* 2015. No. 9. P. 1581–1587.
44. Moon S.W., Yeom D.J., Chung S.H. Neurotrophic corneal ulcer development following cataract surgery with a limbal relaxing incision // *Korean J. Ophthalmol.* 2011. Vol. 25, No. 3. P. 210–213.
45. Müller-Jensen K., Fischer P., Siepe U. Limbal relaxing incisions to correct astigmatism surgery // *J. Refract. Surg.* 1999. Vol. 15, No. 5. P. 585–589.
46. Nachamin L.D. Treating astigmatism at the time of cataract surgery // *Curr. Opin. Ophthalmol.* 2013. Vol. 14, No. 1. P. 35–38.
47. Nichamin L.D. Astigmatism management for modern phaco-surgery // *Int. Ophthalmol. Clin.* 2003. Vol. 43, No. 3. P. 53–63.
48. Nichamin L.D. Bioptics for the pseudophakic patient // *A Complete Guide to Astigmatism Management: An Ophthalmic Manifesto* / J.P. Gills (ed.). Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 2003. P. 37–39.
49. Nichamin L.D. Combined technique: AK and LASIK // *J. Cataract Refract. Surg.* 2001. Vol. 27, No. 5. P. 648–650.
50. Nichamin L.D. Opposite clear corneal incisions // *J. Cataract Refract. Surg.* 2001. Vol. 27, No. 1. P. 7–8.
51. Novis C. Astigmatism and toric intraocular lenses // *Curr. Opin. Ophthalmol.* 2000. Vol. 11, No. 1. P. 47–50.
52. Osher R.H. Transverse astigmatic keratotomy combined with cataract surgery // *Contemporary Refractive Surgery-Ophthalmic Clinics of North America.* Philadelphia, PA: W.B. Saunders Co., 1992. P. 717–725.
53. Packer M. Effect of intraoperative aberrometry on the rate of enhancement: retrospective study // *J. Cataract Refract. Surg.* 2010. Vol. 36, No. 5. P. 747–755.
54. Price F.V., Grene R.B., Marks R.G., Gonzales J.S. Astigmatism reduction clinical trial: a multicenter prospective evaluation of the predictability of arcuate keratotomy. Evaluation of surgical nomogram predictability. ARC-T Study Group // *Arch. Ophthalmol.* 1995. Vol. 113, No. 3. P. 277–282.
55. Radial keratotomy for myopia // *Ophthalmology.* 1993. Vol. 100, No. 7. P. 1103–1115.
56. Ramsay R.C., Knobloch W.H. Ocular perforation following retrobulbar anesthesia for retinal detachment surgery // *Am. J. Ophthalmol.* 1978. Vol. 86, No. 1. P. 61–64.
57. Robin J.B., Dugel R., Robin S.B. Immunologic disorders of the cornea and conjunctiva // *The Cornea.* Boston, MA: Butterworth-Heinemann, 1998. P. 551–595.
58. Rongxuan L., Edmondo B., Luca I. [et al.]. Long-term stability of keratometric astigmatism after limbal relaxing incisions // *J. Cataract Refract. Surg.* 2014. Vol. 40, No. 10. P. 1676–1681.
59. Sato T. Posterior incision of cornea: surgical treatment for conical and astigmatism // *Am. J. Ophthalmol.* 1950. Vol. 33, No. 6. P. 943–948.
60. Sato T. Treatment of conical cornea by incision of Descemet's membrane // *Acta Soc. Ophthalmol. Jpn.* 1939. Vol. 43. P. 541.
61. Savage H., Rothstein M., Davuluri G. [et al.]. Myopic astigmatism and presbyopia trial // *Am. J. Ophthalmol.* 2003. Vol. 135, No. 5. P. 628–632.
62. Schiötz H. Ein Fall von hochgradigem Hornhautastigmatismus nach Staarextraction. Besserung auf operativem Wege // *Archiv Augenheilkunde.* 1885. Vol. 15. P. 178–181.
63. Sun X.Y., Vicary D., Montgomery P., Griffiths M. Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes // *Ophthalmology.* 2000. Vol. 107, No. 9. P. 1776–1781.
64. Swami A.U., Steinert R.F., Osborne W.E., White A.A. Rotational malposition during laser in situ keratomileusis // *Am. J. Ophthalmol.* 2002. Vol. 133, No. 4. P. 561–562.
65. Trindade F., Oliveira A., Frasson M. Benefit of against-the-rule astigmatism to uncorrected near acuity // *J. Cataract Refract. Surg.* 1997. Vol. 23, No. 1. P. 82–85.
66. Uy H.S., Edwards K., Curtis N. Femtosecond phacoemulsification: the business and the medicine // *Curr. Opin. Ophthalmol.* 2012. Vol. 23, No. 2. P. 33–39.
67. Visser N., Bauer N.J., Ruijts R.M. Residual astigmatism following toric intraocular lens implantation related to pupil size // *J. Refract. Surg.* 2012. Vol. 28, No. 10. P. 729–732.
68. Wallin T., Parker J., Jin Y. [et al.]. Cohort study of 27 cases of endophthalmitis at a single institute // *J. Cataract Refract. Surg.* 2005. Vol. 31, No. 4. P. 735–741.
69. Waring Go III, Lynn M.I., Nizam A. [et al.]. Results of the Prospective Evaluation of Radial Keratotomy (PERK). Study five years after surgery // *Ophthalmology.* 1991. Vol. 98, No. 8. P. 1164–1176.
70. Waring Go. History of radial keratotomy // *Refractive Corneal Surgery* / D. Sanders, R.D. Hofmann, J. Salz (eds). Thorofare, NE: SLACK Incorporated, 1986. P. 3–14.
71. Zaldivar R., Davidorf J.M., Oserow S. [et al.]. Combined posterior chamber phakic intraocular lens and laser in situ keratomileusis: bioptics for extreme myopia // *J. Refract. Surg.* 1999. Vol. 15, No. 3. P. 299–308.
72. Zhen Li, Yu Han, Budan Hu [et al.]. Effect of limbal relaxing incisions during implantable collamer lens surgery // *BMC Ophthalmology.* 2017. Vol. 17. P. 63–70.

Поступила в редакцию 22.03.2018.

THE USE OF LIMBAL RELAXING INCISIONS TO MANAGE INITIAL CORNEAL ASTIGMATISM IN SURGICAL TREATMENT OF CATARACT

P.V. Shellenberg¹, G.A. Fedyashev^{1,2}

¹ Pacific State Medical University (2 Ostryakova Ave. Vladivostok 690002 Russian Federation), ² Primorskiy Center of Eye Microsurgery (100e Borisenko St. Vladivostok 690080 Russian Federation)

Summary. The article covers the problem of the correction of corneal astigmatism with the use of limbal relaxing incisions during cataract operations. The case overview, comparison with other technologies, the features of pre-surgery preparation and procedures performing techniques were carried out. We reviewed operation and post-operation complications as well as possible mistakes during procedures performing.

Keywords: cataract, correction of astigmatism, toric lens, limbal relaxing incisions

Pacific Medical Journal, 2018, No. 2, p. 9–14.