

Обзор
УДК 617.713
doi: 10.25276/0235-4160-2021-4-64-69

Сравнительный анализ ультразвуковой и фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации у пациентов с первичной эндотелиальной дистрофией роговицы Фукса

Б.Э. Малюгин^{1, 2}, О.П. Антонова¹, Г.А. Умбеталиева¹, З.Р. Эбзеева¹

¹НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва

²Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Осветить сравнительные результаты хирургического лечения пациентов с первичной эндотелиальной дистрофией роговицы Фукса (ДФ) методами классической ультразвуковой факоэмульсификации и фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты. **Материал и методы.** Для выполнения обзора был осуществлен поиск источников литературы по реферативным базам PubMed и Scopus за период до 2021 г. включительно с использованием ключевых слов «endothelial Fuchs corneal dystrophy», «femtolasers-assisted phacoemulsification», «classical ultrasonic phacoemulsification». Всего было отобрано 23 статьи, относящихся к теме обзора. **Обсуждение.** По мнению ряда исследователей, име-

ют место значимые преимущества фемтокатарактальной хирургии у пациентов с ДФ. Однако проведенный анализ опубликованных результатов не позволяет однозначно утверждать, что фемтолазерное сопровождение хирургии катаракты у пациентов с ДФ обеспечивает наилучший результат. Очевидно, что вариабельность полученных результатов связана со многими факторами. **Заключение.** Выполненный анализ литературы позволяет утверждать, что данные исследований, опубликованных к настоящему моменту, противоречивы. В связи с чем можно заключить, что данный вопрос требует дальнейшего углубленного изучения.

Ключевые слова: первичная эндотелиальная дистрофия роговицы Фукса, фемтолазер-ассистированная факоэмульсификация катаракты, ультразвуковая факоэмульсификация катаракты ■

Для цитирования: Малюгин Б.Э., Антонова О.П., Умбеталиева Г.А., Эбзеева З.Р. Сравнительный анализ ультразвуковой и фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации у пациентов с первичной эндотелиальной дистрофией роговицы Фукса. Офтальмохирургия. 2021;4: 64–69. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2021-4-64-69>

Автор, ответственный за переписку: Зухра Рашитовна Эбзеева, ebzeeva.zuhra@mail.ru

ABSTRACT

Review

Comparative analysis of ultrasound and femtolasers-assisted phacoemulsification in patients with primary endothelial Fuchs corneal dystrophy

B.E. Malyugin^{1, 2}, O.P. Antonova¹, G.A. Umbetaliyeva¹, Z.R. Ebzeeva¹

¹Fyodorov Eye Microsurgery Complex Federal State Institution, Moscow, Russian Federation

²Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

Purpose. To highlight the comparative results of surgical treatment of patients with primary Fuchs' endothelial corneal dystrophy (FECD) using the methods of classical ultrasonic phacoemulsification and femtolasers-assisted phacoemulsification of cataract. **Material and methods.** To perform the review, literature sources were searched through the PubMed

and Scopus abstract databases for the period up to 2021 inclusively using the keywords «endothelial Fuchs corneal dystrophy», «femtolasers-assisted phacoemulsification», «classical ultrasonic phacoemulsification». In total, 23 articles related to the topic of the review were selected. **Results.** According to a number of researchers, there are significant advantages

of femtosecond laser-assisted cataract surgery (FLACS) in patients with FECD. However, the analysis of the published results does not allow us to unequivocally state that femtosecond laser-assisted cataract surgery in patients with FECD provides the best result. Obviously, the variability of the results obtained is associated with many factors. **Conclusion.** The

performed analysis of the literature allows us to assert that the data of studies published to date are contradictory, in this connection, we can conclude that this issue requires further research.

Key words: *Fuchs' endothelial corneal dystrophy, femtosecond laser-assisted phacoemulsification of cataract, classical ultrasonic phacoemulsification* ■

For citation: Malyugin B.E., Antonova O.P., Umbetaliyeva G.A., Ebzeeva Z.R. Comparative analysis of ultrasound and femtosecond laser-assisted phacoemulsification in patients with primary endothelial Fuchs corneal dystrophy. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2021;4: 64–69. (In Russ.). <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2021-4-64-69>

Corresponding author: Zuhra R. Ebzeeva, ebzeeva.zuhra@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Первичная эндотелиальная дистрофия роговицы Фукса (ДФ) – двустороннее медленно прогрессирующее генетическое заболевание, характеризующееся патогномичными признаками в виде утолщения роговицы, появления дополнительных слоев десцеметовой мембраны (ДМ) и ее характерных выпячиваний в переднюю камеру в виде гутт (*cornea guttata* – англ.). По мере прогрессирования болезни происходит распространение гутт по площади роговицы, их слияние, сопровождающееся снижением плотности эндотелиальных клеток, угнетением функций эндотелия, что приводит к гипергидратации роговичной стромы и последующему снижению оптических свойств роговицы. В терминальных стадиях заболевания роговица мутнеет из-за развития процессов фиброобразования и неоваскуляризации. Актуальность проблемы хирургии катаракты у больных в сочетании с ДФ связана с распространенностью данного заболевания. Одномоментное обзорное исследование заболеваемости первичной эндотелиальной ДФ в РФ показало, что распространенность данного заболевания среди пациентов с патологией переднего отрезка глаза составляет 4,1%, при этом соотношение женщин и мужчин равно 3,8:1 [1–5]. В связи с чем представляется актуальным дальнейший поиск щадящих методов хирургии катаракты у данной категории пациентов [2, 3].

ЦЕЛЬ

Осветить сравнительные результаты хирургического лечения пациентов с первичной эндотелиальной дистрофией роговицы Фукса (ДФ) методами классической ультразвуковой факоэмульсификации и фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для выполнения обзора был осуществлен поиск источников литературы по реферативным базам PubMed и Scopus за период до 2021 г. включительно с исполь-

зованием ключевых слов «*endothelial Fuchs corneal dystrophy*», «*femtosecond laser-assisted phacoemulsification*», «*classical ultrasonic phacoemulsification*». Всего было отобрано 23 статьи, относящихся к теме обзора.

ОБСУЖДЕНИЕ

Наличие первичной эндотелиальной дистрофии является одним из наиболее значимых факторов риска развития транзиторного или стойкого послеоперационного отека роговицы – т.н. псевдофакической буллезной кератопатии (ранее в отечественной литературе чаще использовали термин эндотелиально-эпителиальная дистрофия роговицы). Ряд исследователей отмечают, что наиболее частый возраст манифестации ДФ (6 декада жизни) совпадает с началом развития у пациентов возрастной катаракты, глаукомы, сенильной макулярной дегенерации [6].

Доказано, что факоэмульсификация катаракты (ФЭК) связана с послеоперационной потерей эндотелиальных клеток. Известным является и тот факт, что плотность эндотелиальных клеток (ПЭК) после операции по поводу катаракты снижается в среднем на 8,5% в течение 1 года при физиологической ежегодной потере 0,5–2,0% [8–10]. В результате воздействия ряда интраоперационных факторов, таких как турбулентный ток жидкости, ультразвуковая (УЗ) энергия и механическая травма (интраокулярной линзой, хирургическими инструментами, фрагментами хрусталика), риск развития послеоперационного отека роговицы существенно возрастает. В исследовании К. Hayashi (2011) величина потери эндотелиальных клеток к 3-му месяцу после операции УЗ-ФЭК у пациентов с ДФ составляла 5,1% [11]. По данным исследований К. Yamazoe (2011), за период наблюдения 14,6 месяца величина потери эндотелиальных клеток после операции составила 13,5%, L. Xie (2003) через 3 месяца после операции зафиксировал 16,2% потери эндотелиальных клеток [10, 12]. По результатам собственного исследования, проведенного в 2016 г., потеря эндотелиальных клеток через 1 месяц после УЗ-ФЭК у пациентов с ДФ составила 19%, к 6 месяцам после операции – 22,4%, к 12 – 22,9%, к 24 – 24,9% [7].

Офтальмохирурги нередко сталкиваются с проблемой выбора хирургического подхода, пытаются определить то, какая именно тактика предпочтительна для па-

циента с ДФ и катарактой: изолированная ФЭК с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) или же одномоментная – совместно с эндотелиальной кератопластикой в различных ее вариациях. Считается, что в таких случаях необходимо персонализировать план лечения, принимая во внимание такие параметры, как: плотность катаракты, центральная толщина роговицы, ПЭК, глубина передней камеры, диаметр зрачка при медикаментозном мидриазае, опыт хирурга [12].

Показаниями для выполнения одномоментного хирургического вмешательства являются:

- наличие диффузного стойкого отека роговицы;
- низкое количество центральных эндотелиальных клеток (менее 500 клеток/мм²);
- толщина центральной роговицы более 640 мкм [12–14].

Одной из основных задач современных методик катарактальной хирургии у данной категории пациентов является минимизация потери эндотелиальных клеток во время операции, что снижает риск развития как транзиторного, так и стойкого отека роговицы.

Несмотря на постоянное совершенствование техники ФЭК, риск повреждения интраокулярных структур УЗ-энергией, в частности эндотелия роговицы, полностью исключить невозможно. Доказана прямая зависимость между мощностью, длительностью (экспозицией) УЗ-воздействия и степенью потери эндотелиальных клеток [15]. К тому же возможен ожог тканей разреза из-за теплопродукции в результате генерации УЗ-энергии и плотного контакта факоиглы с тканями глаза. Поэтому большое значение, помимо мануальных навыков, хирурга имеют и гидродинамические, и ультразвуковые настройки прибора, которые должны строго соответствовать особенностям хирургического подхода, используемого конкретным хирургом. Соответствие настроек тем манипуляциям, которые присущи врачу, обеспечивает высокую безопасность и эффективность операции. При неправильно подобранных настройках существенно возрастает риск травмы окружающих тканей: роговицы, радужки, цилиарного тела, капсульного мешка.

По мнению исследователей из института Военно-медицинской службы Варшавы (Rekas M., 2009), проанализировавших результаты различных режимов ультразвука, в частности торсионного и продольного, наиболее щадящее воздействие на эндотелий роговицы отмечено при торсионном движении УЗ-иглы. В данное проспективное исследование были включены 400 пациентов (400 глаз), все операции были выполнены одним хирургом на приборе Infiniti Vision System (Alcon, США). Авторы заключили, что торсионный механизм движения иглы более предпочтителен, чем продольный, с позиций меньших количеств использованной ирригационной жидкости, затраченной энергии ультразвука, а также потери эндотелиальных для всех плотностей ядра, за исключением очень твердых – IV степени [13].

С.В. Шухаев и соавт. (2017) провели сравнительный анализ при удалении плотной катаракты с использованием комбинированного ультразвука (торсионный + продольный) и «чисто» торсионного ультразвука на 72 глазах. Авторы пришли к выводу, что при удалении плотной катаракты использование комбинированного ультразвука (торсионный + продольный) приводит к снижению травмы эндотелия роговицы по сравнению с торсионным ультразвуком и технологией «IP». Частота и степень выраженности послеоперационной воспалительной реакции была значительно меньше при использовании комбинированных настроек [16].

Принципиальной особенностью ФЭК является работа в капсульном мешке, что стало возможным благодаря капсулорексису – круговому вскрытию передней капсулы, позволяющему производить эмульсификацию ядра внутри капсульного мешка [17, 18]. Также следует отметить широкое применение фармакологических средств для защиты тканей глаза – вискоэластиков [2, 3]. Наиболее эффективным при ФЭК является использование двух типов вискоэластиков: дисперсивных (на основе сочетания гиалуроната натрия и хондроитин сульфата) для защиты эндотелия роговицы и когезивных (на основе гиалуроновой кислоты) – для поддержания объема, глубины передней камеры глаза и обеспечения безопасности манипуляций внутри глаза (технология «soft shell») [19]. Вискоэластики способствуют уменьшению акустической нагрузки на роговицу путем поглощения ультразвуковых колебаний, при этом чем выше вязкость вискоэластика, тем лучше защита эндотелия [20].

S. Каур и соавт. на основании наблюдений за большим количеством пациентов определили рекомендации для выполнения стандартной ФЭК с имплантацией ИОЛ у пациентов с ДФ [14]:

Периодическое (частое) введение вискоэластика в переднюю камеру, для защиты эндотелия роговицы (при ирригации и аспирации вымывается вискоэластик, эндотелий роговицы остается незащищенным);

Уменьшение использования ультразвуковой энергии при проведении ФЭК (например, использование механического метода разрушения ядра, использование коротких импульсов ультразвуковой энергии).

Для пациентов с ДФ целесообразно проведение операции по удалению катаракты на более ранней стадии развития катаракты, что уменьшает объем оперативного вмешательства.

Поток жидкости при ирригации может создавать токи у поверхности слоя эндотелиальных клеток, вызывая их повреждение. Целесообразно использовать низкие параметры ирригационного потока и держать канюли дальше от эндотелия роговицы.

Использовать гидрофобные ИОЛ, так как гидрофильные ИОЛ имеют тенденцию к кальцификации при контакте с воздухом или газовой смесью. Последний фактор важен при необходимости проведения в последующем эндотелиальной кератопластики.

Несмотря на то что методы хирургического лечения катаракты значительно модернизировались в последние десятилетия и риск повреждения эндотелия очевидно стал ниже, послеоперационное снижение плотности эндотелиальных клеток остается неизбежным.

Имеющаяся научная литература, оценивающая результаты фемтолазер-ассистированной факоэмульсификации катаракты (ФЛАФК) у пациентов с эндотелиальной ДФ, крайне скудна. Группа исследователей из Xiamen Ophthalmic Center (Китай) под руководством д-ра W. Fan пронаблюдала результаты хирургического лечения 31 глаза пациентов, в течение 12 месяцев после несложной фемтосекундной лазер-ассистированной ФЭК на аппарате LenSx (Alcon Laboratories, США) [21]. Пациенты были случайным образом разделены на две группы: группа I – фемтосекундная группа, группа II – стандартная ФЭК. Критериями включения были пациенты с 1-й и 2-й стадией ДФ и гуттами 2–4-й степени, с прозрачной роговицей, центральной толщиной роговицы не более 640 мкм и индуцированным мидриазом не менее 6 мм. Все хирургические манипуляции были выполнены одним хирургом. Чтобы минимизировать повреждение эндотелиальных клеток и уменьшить потерю эндотелиальных клеток, в данном исследовании использовали прибор Centurion с торсионным ультразвуком, активным током жидкости, сбалансированный УЗ-наконечник Intrepid, метод раскола ядра техникой «фако-чоп».

В результате процент потери эндотелиальных клеток через 12 месяцев был значительно ниже в фемтосекундной группе (26,1±8,2%), чем в группе классической ФЭК (32,2±5,8%). Следует подчеркнуть, что потеря эндотелиальных клеток у пациентов с ДФ была выше, чем в глазах со здоровой роговицей. В течение всего послеоперационного периода наблюдения (12 месяцев) ни в одной из групп не отмечалось развитие декомпенсации ДФ с последующим отеком и развитием буллезности эпителия. На основании полученных данных авторы делают вывод, что использование фемтосекундного лазера у пациентов с ДФ снижает риск декомпенсации роговицы после операции.

Ученые из Национальной университетской больницы Сингапура под руководством Yong Loo Lin [22] опубликовали результаты ретроспективного исследования хирургии катаракты у пациентов с ДФ стандартной методикой ФЭК с использованием фемтосекундного лазера Catalys Precision Laser System (Johnson & Johnson, США). 140 глаз с разными степенями плотности катаракты и дистрофией Фукса были разделены на 2 группы. На 72 глазах была проведена стандартная ФЭК (группа I), на 68 – с фемтосекундным сопровождением (группа II).

Хирургические вмешательства в обеих группах выполняли 10 хирургов с разным уровнем подготовки и опытом работы. ФЭК проводили с использованием одной из трех платформ Whitestar Signature (Abbot Medical Optics, Inc Santa Ana, California, США), Stellaris (Bausch and

Lomb, Inc, Rochester, США) и Accurus (Alcon, Inc, США).

У пациентов группы I через 1 месяц после операции средняя потеря эндотелиальных клеток составила 14,2%, что значительно выше по сравнению с группой II, где средняя потеря эндотелиальных клеток равнялась 6,5%. Центральная толщина роговицы в послеоперационном периоде в группе I увеличилась в среднем на 3,7%, во II – на 4,7%. В группе I у одного пациента через год наблюдали стойкий отек роговицы, появилась буллезность эпителия, что потребовало проведения эндотелиальной кератопластики. Во группе II у 2 пациентов наблюдали послеоперационный отек роговицы, который был купирован ко 2-му месяцу после операции, в связи с чем кератопластика не понадобилась в течение всего послеоперационного периода наблюдения. Авторы заключили, что использование фемтосекундного лазера у пациентов с ДФ, хотя и имеет ряд преимуществ по сравнению со стандартной ФЭК, но при этом является методикой выбора.

Группа офтальмологов из университета Vascom Palmer (Майами, США) под руководством Dagny C. Zhu [23], опубликовала результаты исследования, в котором ретроспективно были проанализированы истории болезни пациентов с диагнозом эндотелиальная ДФ, перенесших ФЭК за 3-летний период. Были исключены осложненные операции и случаи с одномоментной кератопластикой, предшествующей кератопластикой или хирургией по поводу глаукомы. Проанализированы результаты корригированной остроты зрения и центральной толщины роговицы. В исследование были включены 207 глаз 207 пациентов (64 фемтолазер-ассистированных операции и 143 классические ФЭК). Период наблюдения составил 30 месяцев. Все операции были выполнены более чем 10 хирургами с использованием двух разных систем Centurion Vision (Alcon Laboratories, Inc.) или WhiteStar (Abbot Medical Optics, Inc.) и одной из трех фемтосекундных лазерных платформ: LenSx (Alcon Laboratories, Inc.), Catalys (Optimedica, Inc.), Victus (Bausch & Lomb, Inc.).

В результате определено, что количество глаз с послеоперационным отеком роговицы при клиническом обследовании через 1 месяц было достоверно выше в группе с фемтолазерным сопровождением, чем в группе стандартной ФЭК. Приблизительно 40% послеоперационных отеков роговиц (29/73) разрешились без дополнительного лечения через 1,3±0,7 месяца (от 1 до 3 мес.) после операции.

Частота возникновения стойкого отека была одинаковой в обеих группах через 3 и 6 месяцев. Послеоперационная толщина роговицы также была сравнимой в обеих группах, составив в среднем 636 мкм (p=0,91). Отек в большинстве случаев наблюдали на первой послеоперационной неделе, он существенно уменьшался на последующих сроках наблюдения. Общая средняя продолжительность послеоперационного отека роговицы, видимого при обследовании, была одинаковой в обеих

группами и составляла примерно 2–3 месяца. Статистически значимой разницы в максимальной скорректированной остроте зрения на каждом послеоперационном периоде наблюдения между фемтосекундной группой и стандартной группой не отмечали.

По результатам проведенного исследования авторы заключили, что конечные результаты не показали убедительного клинического преимущества фемтолазер-ассистированной хирургии по сравнению с классической ФЭК у пациентов, по меньшей мере с начальной и умеренными степенями эндотелиальной ДФ. В целом фемтосекундная лазерная хирургия катаракты была безопасной и приводила к аналогичным показателям декомпенсации роговицы и необходимости последующей трансплантации роговицы. Риск развития декомпенсации роговицы в конечном счете, по-видимому, зависит в большей степени от сочетания исходных клинических характеристик пациента, опыта хирурга, а также многочисленных интраоперационных факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день наличие ДФ у пациентов с катарактой является актуальной проблемой для офтальмохирургов в связи со значительной распространенностью в клинической практике. Стоит отметить, что решающими данными в диагностике ДФ, определяющими дальнейшую тактику хирургического лечения, являются центральная толщина роговицы, возможность подсчета эндотелиальных клеток, а также характеристика гутт при исследовании методами зеркальной или конфокальной микроскопии. Так, толщина роговицы более 640 мкм является прямым показанием для проведения эндотелиальной кератопластики как изолированно, так и одновременно с катарактальной хирургией при наличии сочетанной патологии. Невозможность подсчета эндотелиальных клеток, наличие сливных гутт или невозможность визуализации ДМ из-за отека роговицы, также являются определяющими критериями в пользу проведения эндотелиальной кератопластики.

Проведя анализ опубликованных результатов, нельзя однозначно утверждать, что фемтолазерное сопровождение хирургии катаракты у пациентов с ДФ является обоснованным и обеспечивающим наилучший результат. Данные исследований, опубликованных к настоящему моменту, противоречивы. По результатам одних – недостаточно доказательств того, что фемтосекундная лазерная хирургия катаракты дает клинически значимое преимущество перед стандартной УЗ-ФЭК у пациентов с первичной патологией эндотелиального слоя роговицы. В то время как, по мнению других, имеются значимые преимущества фемтокатарактальной хирургии у пациентов с ДФ. Очевидно, что вариабельность полученных результатов связана со многими факторами. В их числе таковы: связанные с пациентами (стадии разви-

тия ДФ, плотность катаракты, коморбидность и др.), с лазерными и УЗ-системами (технические характеристики, мощностные параметры и пр.), расходными материалами (вискоэластики, ИОЛ, системы доставки и др.), а также самими хирургами (опыт, варианты техники хирургических вмешательств). В связи с вышеизложенным можно заключить, что данный вопрос требует дальнейших углубленных исследований.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Малюгин Б.Э., Антонова О.П., Скородумова Л.О., Шарова Л.И., Селезнева О.В., Даниленко С.А., Кострюкова Е.С. Результаты изучения генетических маркеров, ассоциированных с первичной эндотелиальной дистрофией роговицы (Фукса). Офтальмохирургия. 2016;4: 44–50. [Malyugin BE, Antonova OP, Skorodumova LO, Sharova LI, Selezneva OV, Danilenko SA, Kostryukova ES. Results of the study of genetic markers associated with primary endothelial corneal dystrophy (Fuchs). Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2016;4: 44–50. (In Russ.)]
2. Федоров С.Н., Егорова Э.В. Ошибки и осложнения при имплантации искусственного хрусталика. М.; 1992. [Fedorov SN, Egorova EV. Errors and complications during implantation of an artificial lens. Moscow; 1992. (In Russ.)]
3. Allen O Eghrari I, Yassine J Daoud, John D Gottsch. Cataract surgery in Fuchs corneal dystrophy. Curr Opin Ophthalmol. 2010;21(1): 15–19. doi: 10.1097/ICU.0b013e328333e9d6
4. Skorodumova LO, Belodedova AV, Antonova OP, Sharova EI, Malyugin BE, et al. CTG18.1 expansion is the best classifier of late-onset Fuchs' corneal dystrophy among 10 biomarkers in a cohort from the European part of Russia. Investigative Ophthalmology and Visual Sciences. 2018;59: 4748–4754.
5. Малюгин Б.Э., Антонова О.П. Клинико-генетические аспекты наследственных дистрофий роговицы. Обзор литературы. Офтальмохирургия. 2015;4: 97–100. [Malyugin BE, Antonova OP. Clinical and genetic aspects of hereditary corneal dystrophy. Literature review. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2015;4:97–100. (In Russ.)]
6. Afshari NA, Pittard AB, Siddiqui BS, Klintworth GK. Clinical study of Fuchs corneal endothelial dystrophy leading to penetrating keratoplasty. A 30-year experience. Arch Ophthalmol. 2006;124(6): 777–780.
7. Малюгин Б.Э., Антонова О.П., Малютин Е.А. Результаты факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ у пациентов с эндотелиальной дистрофией роговицы Фукса. Офтальмохирургия. 2018;3: 19–25. [Malyugin BE, Antonova OP, Malyutina EA. Results of phacoemulsification with IOL implantation in patients with Fuchs corneal endothelial dystrophy. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2018;3: 19–25. (In Russ.)] doi: 10.25276/0235-4160-2018-3-19-25
8. Труфанов С.В., Саловарова Е.П., Малозен С.А., Баг Р.З. Эндотелиальная дистрофия Фукса. Вестник офтальмологии. 2017;6: 106–112. [Trufanov SV, Solovarova EP, Malozhen SA, Bug PZ. Fuchs endothelial dystrophy. The Russian Annals of Ophthalmology. 2017;6: 106–112. (In Russ.)] doi: org/10.17116/oftalma20171336106-112
9. Чупров А.Д., Замыров А.А., Сычников В.Ю. Результаты использования вискоэластичных препаратов со смешанными свойствами в ходе факоэмульсификации катаракты. Материалы юбилейной научно-практической конференции «Федоровские чтения». М.; 2007: 83–84. [Chuprov AD, Zamyrov AA, Sychnikov VYu. Results of the use of viscoelastic preparations with mixed properties during cataract phacoemulsification. Materials of the anniversary scientific and practical conference «Fedorov readings». Moscow; 2007: 83–84. (In Russ.)]
10. Li-xin Xie I, Zhan Yao, Yu-sen Huang, Liang Ying, Zhi-peng Wang. Surgery for treatment of senile cataract with Fuchs' endothelial dystrophy. Zhonghua Yan Ke Za Zhi. 2003;39(10).
11. Hayashi K, Yoshida M, Manabe S, Hirata A. Cataract surgery in eyes with low corneal endothelial cell density. J Cataract Refract Surg. 2011;37(8): 1419–1425. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.02.025
12. Yamazoe K, Yamaguchi T, Hotta K, Satake Y, Konomi K, Den S, Shimazaki J. Outcomes of cataract surgery in eyes with a low corneal endothelial cell density. J Cataract Refract Surg. 2011;37(12): 2130–2136.
13. Rekas M, Montés-Micó R, Krix-Jachym K, Klus A, Stankiewicz A, Ferrer-Blasco T. Comparison of torsional and longitudinal modes using phacoemulsification parameters. J Cataract Refract Surg. 2009;35(10): 1719–1724.
14. Kaup S, Pandey SK. Cataract surgery in patients with Fuchs' endothelial corneal dystrophy. Community Eye Health. Yenepoya Medical College, Mangalore, India. 2019.
15. Wacker K, Reinhard T, Maier P. Pathogenesis and diagnostic evaluation of Fuchs' endothelial corneal dystrophy. Ophthalmology. 2019;116(3): 221–227. doi: 10.1007/s00347-018-0799-5
16. Шушаев С.В., Бойко Э.В. Сравнение плотности эндотелиальных клеток роговицы после факоэмульсификации плотной катаракты с использованием комбинированного ультразвука и торсионного ультразвука с Intelligent Phaco. Офтальмология. 2018;15(2S): 145–152. [Shukhaev SV, Boyko EV. Comparison of the density of corneal endothelial cells after phacoemulsification of dense cataract using combined ultrasound and torsion ultrasound with Intelligent Phaco. Ophthalmology in Russia. 2018;15(2S): 145–152. (In Russ.)] doi: 10.18008/1816-5095-2018-2S-145-152
17. Arshinoff SA. Dispersive and cohesive viscoelastic materials in phacoemulsification. Ophthalmic Pract. 1995;13: 98–104.
18. Frohn A, Burkhard DH, Fritzen CP, Breitenbach M, Thiel HJ. Ultrasonic transmission in viscoelastic substances. J Cataract Refract Surg. 2000;26: 282–285.
19. Arshinoff S. Mechanics of capsulorrhexis. J Cataract Refract Surg. 1992;18: 623–628.

20. Gimbel HV, Neuhann T. Development, advantages and methods of the continuous circular capsulorhexis technique. *J Cataract Refract Surg.* 1990;16: 31–37.

21. Wei Fan, Hua Yan, Guangbin Zhang. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in Fuchs endothelial corneal dystrophy: Long-term outcomes. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44(7): 864–870. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.05.007.

22. Wei Wei Dayna Yong, Hui-Chen Charmaine Chai, Liang Shen, Ray Manotosh, Wee Tien Anna Tan. Comparing outcomes of phacoemulsification with femtosecond laser-assisted cataract surgery in patients with Fuchs endothelial dystrophy. *Am J Ophthalmol.* 2018;196: 173–180. doi: 10.1016/j.ajo.2018.08.006

23. Dagny C Zhu, Parth Shah, William J Feuer, Wei Shi, Ellen H Koo. Outcomes of conventional phacoemulsification versus femtosecond laser-assisted cataract surgery in eyes with Fuchs endothelial corneal dystrophy. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44(5): 534–540. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.03.023

Информация об авторах

Борис Эдуардович Малогин, д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, председатель Общества Офтальмологов России, boris.malyugin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5666-3493>

Ольга Павловна Антонова, к.м.н., antonova.mntk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7414-0511>

Гулзира Алековна Умбеталиева, врач-офтальмолог, gulzira.umbetalieva@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7750-1936>

Зухра Рашитовна Эбзеева, врач-ординатор, ebzeeva.zuhra@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3074-5017>

Information about the authors

Boris E. Malyugin, MD, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Chairman of the Society of Ophthalmologists of Russia, boris.malyugin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5666-3493>

Olga P. Antonova, Candidate of Medical Sciences, antonova.mntk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7414-0511>

Gulzira A. Umbetalieva, ophthalmologist, gulzira.umbetalieva@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7750-1936>

Zukhra R. Ebzeeva, resident physician, ebzeeva.zuhra@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3074-5017>

Вклад авторов в работу:

Б.Э. Малогин: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

О.П. Антонова: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, статистическая обработка данных, написание текста.

Г.А. Умбеталиева: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста.

З.Р. Эбзеева: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных.

Author's contribution:

B.E. Malyugin: significant contribution to the concept and design of the work, editing, final approval of the version to be published.

O.P. Antonova: significant contribution to the concept and design of the work, statistical data processing, writing the text.

G.A. Umbetalieva: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, writing the text.

Z.R. Ebzeeva: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, statistical data processing.

Финансирование: Авторы не получили конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

Авторство: Все авторы подтверждают, что они соответствуют действующим критериям авторства ICMJE.

Согласие пациента на публикацию: Письменного согласия на публикацию этого материала получено не было. Он не содержит никакой личной идентифицирующей информации.

Конфликт интересов: Отсутствует.

Funding: The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

Authorship: All authors confirm that they meet the current ICMJE authorship criteria.

Patient consent for publication: No written consent was obtained for the publication of this material. It does not contain any personally identifying information.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Поступила: 10.06.2021

Переработана: 17.07.2021

Принята к печати: 31.08.2021

Originally received: 10.06.2021

Final revision: 17.07.2021

Accepted: 31.08.2021