

Особенности фактоэмульсификации при макулярной патологии. Часть 1. Диагностические аспекты



Юсеф Наим Юсеф



М.В. Воробьева



Э.Э. Казарян



Н.Ю. Школяренко

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2021;18(3S):623-629

Катаракта является наиболее распространенной причиной слепоты во всем мире. Стандарт лечения при катаракте — фактоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ). Удаление катаракты может значительно улучшить зрение и качество жизни, связанное со зрением. Проведен обзор работ по персонализированному подходу к фактоэмульсификации у пациентов с макулярной патологией. Показана важность обследования макулы перед фактоэмульсификацией катаракты. Проведен обзор изменений разных отделов глаза после фактоэмульсификации у пациентов с различной патологией: с прогрессированием миотической транкции, с комбинированной катарактой и глаукомой, у пациентов с диабетом, с эпиретинальной мембраной, рассмотрены особенности имплантации мультифокальных линз и ИОЛ с защитой УФ. Оценивается не только состояние после операции, но и изменения между предоперационным и послеоперационным состояниями. Кроме того, в обзоре демонстрируются динамические процессы заживления и изменения параметров макулы (через разное время — от нескольких дней до нескольких лет), чтобы получить рациональный результат анализа.

Ключевые слова: катаракта, фактоэмульсификация, макулярная патология, факторы риска, осложнения после фактоэмульсификации

Для цитирования: Юсеф Наим Юсеф, Воробьева М.В., Казарян Э.Э., Школяренко Н.Ю. Особенности фактоэмульсификации при макулярной патологии. Часть 1. Диагностические аспекты. *Офтальмология*. 2021;18(3S):623-629. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-3S-623-629>

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует



Features of Phacoemulsification in Macular Pathology.

Part 1. Diagnostic Aspects

Yusef Naim Yusef, M.V. Vorobyeva, E.E. Hazaryan, N.Yu. Shkolyarenko

Research Institute of Eye Diseases

Rossolimo str., 11 A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2021;18(3S):623–629

Cataract is the most common cause of blindness worldwide. The standard treatment for cataracts is phacoemulsification with implantation of an intraocular lens (IOL). Removing cataracts can significantly improve vision and the quality of life associated with vision. The review considers the necessary biometric studies before phacoemulsification of patients with macular pathology, the long-term effects of phacoemulsification in patients with various macular pathologies, the features of implantation of mono- and multifocal IOLs in such patients, as well as possible complications after phacoemulsification in patients with macular pathology. The importance of examination of the macula before phacoemulsification of cataract has been shown. A review of changes in different eye's parts after phacoemulsification in patients with various pathologies: with the progression of myotic traction, with combined cataract and glaucoma, in patients with diabetes, with an epiretinal membrane, and the features of implantation of multifocal lenses and IOLs with UV protection are considered. Not only the postoperative condition is assessed, but also the changes between the preoperative and postoperative conditions. In addition, the review demonstrates the dynamic healing processes and changes in macular parameters (after different times — from several days to several years) in order to obtain a rational analysis result.

Keywords: cataract, phacoemulsification, macular pathology, risk factors, complications after phacoemulsification

For citation: Yusef Naim Yusef, Vorobyeva M.V., Hazaryan E.E., Shkolyarenko N.Yu. Features of Phacoemulsification in Macular Pathology. Part 1. Diagnostic Aspects. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(3S):623–629. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-3S-623-629>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

Помутнение хрусталика при дегенеративных заболеваниях центральной зоны сетчатки, в частности возрастной макулярной дегенерации (ВМД), в настоящее время является одной из наиболее распространенных офтальмологических патологий [1, 2]. Патогенез катаракты является многофакторным и имеет много общих механизмов с ВМД [3], которая значительно ухудшает функциональные параметры, такие как острота зрения, и навсегда нарушает морфологию макулы [4]. Факоемульсификация как метод хирургического лечения катаракты рассматривается в качестве фактора риска повреждения сетчатки и возникновения воспалительного процесса [5]. Хирургическое вмешательство повышает проницаемость кровеносных сосудов, что может вызвать интратетинальный отек центральной зоны сетчатки. Более того, колебания внутриглазного давления, возникающие во время экстракции катаракты, влияют как на морфометрический профиль, так и на функциональное состояние макулы [5].

Операция по удалению катаракты является наиболее часто проводимой хирургической процедурой в развитых странах [6, 7], обеспечивая долгосрочное и экономически эффективное улучшение качества жизни пациентов [8]. За последние несколько десятилетий значительные успехи в факоемульсификации с имплантацией ИОЛ привели к улучшению показателей рефракции и более высокой удовлетворенности пациентами [9, 10].

Изменения макулы, скрытые катарактой, могут снизить хирургический успех, а также ожидания пациентов и офтальмологов [11, 12]. В связи с этим

предоперационное обследование имеет решающее значение для выявления макулярной патологии, которая может повлиять на конечные результаты. Заболевания центральной зоны сетчатки могут также влиять на изменение осевой длины глаза и конечный рефракционный результат. Катаракта и патология сетчатки могут прогрессировать одновременно у стареющего населения, и одной из распространенных проблем перед операцией по удалению катаракты является выявление заболеваний желтого пятна [10]. Из-за наличия катаракты незначительные патологические изменения сетчатки могут быть не идентифицированы во время предоперационного обследования глазного дна с помощью щелевой лампы.

В работе D. Tognetto и соавт. [13] проанализирована эффективность биометра SS-OCT в предоставлении информации о состоянии фовеа для прогноза зрительных функций после факоемульсификации и определения показаний для комбинированной факовитрэктомии. Биометр SS-OCT (IOL Master 700, Carl Zeiss Meditec AG, Йена, Германия) позволяет выполнять горизонтальное сканирование центральной зоны сетчатки размером 1 мм для обнаружения морфологических изменений в области фовеа. Результаты работы продемонстрировали общую высокую чувствительность и специфичность интегрированного макулярного сканирования для распознавания нормального и патологического фовеального профиля.

Исследование, проведенное на 1089 глазах методом SD-OCT, выявило макулярную патологию в 449 глазах (41,2 %), и отсутствие патологии в 640 глазах (58,8 %).

В фовеальные изменения вошли 163 случая наличия эпиретинальной мембраны (15,0 %), 16 случаев макулярных отверстий (1,5 %), 11 — макулярных псевдоотверстий (1,0 %), 9 — ламеллярных макулярных разрывов (0,8 %), 13 — витреомакулярных тракций (1,2 %), 72 случая отслойки пигментного эпителия (6,6 %), 41 случай — хориоретинальной атрофии (3,8 %), 6 отслоек сетчатки с вовлечением фовеа (0,6 %). На 127 сканограммах наблюдался интраретинальный отек (11,7 %), для 42 глаз показано наличие субретинальной жидкости, экссудатов (3,9 %), а в 91 глазу в макуле были обнаружены ретинальные друзы (8,4 %). В 142 (31,6 %) патологических сканах было найдено более одного фовеального изменения.

Т. Bertelmann и соавт. [14] впервые оценили структуру фовеа с использованием сканирующего биометра SS-OCT. В этом проспективном исследовании 146 глаз были разделены на две группы: факичные, до факоемульсификации и артификальные. Дальнейший анализ в исследовании [14] выявил диагностическое преимущество OCT в обнаружении изменений макулы во время предоперационных биометрических измерений, особенно относительно эпиретинальной мембраны (ERM), макулярного отверстия (FTMH) и интраретинальной жидкости (IRF).

В серии последовательных исследований 125 глаз N. Hirsnschall и соавт. [15] оценивали чувствительность и специфичность SD-OCT для выявления глаз с макулярной патологией среди пациентов с катарактой. В большинстве случаев были обнаружены ERM, FTMH и IRF. В ряде работ [11, 16–19] всем пациентам, которым была рекомендована факоемульсификация, проводили макулярную SD-OCT. Так, X. Huang и соавт. из 1176 обследованных с помощью данного метода обнаружили макулярную патологию в 294 глазах [11]. Из них наибольший процент приходился на эпиретинальную мембрану (34 %), атрофическую миопию (16 %) и куполообразную макулу вследствие миопии (8 %), что подтверждает ценность данного метода исследования в предоперационной подготовке пациентов с катарактой.

Операция факоемульсификации стала стандартным хирургическим лечением катаракты с момента ее первого проведения в 1967 году [20]. Данная операция дает быструю визуальную реабилитацию с незначительным внутриглазным воспалением и послеоперационным астигматизмом. Тем не менее потеря клеток заднего эпителия роговицы после хирургического вмешательства вызывает серьезное беспокойство. Пожилой возраст, плотность ядра катаракты и большие объемы инфузии являются хорошо известными факторами риска [21]. Высокая энергия ультразвука и продолжительность ФЭ также влияют на исход хирургического вмешательства.

Фемтосекундный лазер (ФСЛ) является импульсным лазерным устройством с ультракороткой длительностью импульса (10^{-15} сек.) и используется для хирур-

гии катаракты с 2009 года. Фемтосекундная лазерная хирургия катаракты (FLACS) позволяет исправить астигматизм за счет дугообразных разрезов, создать оптимальный непрерывный криволинейный капсулорексис с более точным положением интраокулярной линзы (ИОЛ) и уменьшить эффективное время факоемульсификации [22].

В работе С.Э. Аветисова и соавт. [23] проведена оценка результатов применения фемтосекундного лазера при ФЭ катаракты различной степени плотности. Авторами показано, что использование фемтосекундного лазера позволяет выполнять передний капсулорексис и фрагментацию ядра хрусталика на качественно новом уровне. Результаты свидетельствуют о перспективности дальнейшего научного и клинического изучения данной хирургической технологии. В работах С.Э. Аветисова и соавт. [24, 25] представлены различные аспекты влияния фемтосекундного лазера при хирургии катаракты на состояние макулярной области сетчатки.

При оценке влияния факоемульсификации у пациентов с миопией высокой степени при миопической тракционной макулопатии (MTM) и факторов риска ее прогрессирования в работе L. Cai и соавт. не было обнаружено различий в соотношении стадии MTM и скорости протекания стабильной или прогрессивной MTM ($p = 0,757$) между оперированной и неоперированной группами [26].

В работе К. Першина и соавт. [27] изучали ФЭ с имплантацией ИОЛ при экстремально высокой миопии. Авторы оценили особенности расчета оптической силы ИОЛ, оптимизацию констант и выбор оптимальной формулы для достижения целевой рефракции $\pm 1,0$ дптр при экстремально высокой миопии (длина глаза $> 27,9$ мм). При имплантации «плюс»-ИОЛ значимых различий между целевыми и расчетными значениями сферического эквивалента при использовании формул SRK/T, Hoffer-Q, Holladay II и Haigis не выявлено, максимальная точность показана при использовании формулы Barrett. В группе «минус»-ИОЛ, по мнению авторов, предпочтительно использование формул Barrett и Haigis.

В последнее время все большее число исследований сосредоточено на значимости изменений роговицы у пациентов с сахарным диабетом [28, 29]. Было доказано влияние факоемульсификации на плотность клеток заднего эпителия роговицы (ЗЭР), процент гексагональных клеток и центральную толщину роговицы у пациентов с диабетической ретинопатией и без нее. Хотя у большинства пациентов с катарактой после операции удается получить хороший эффект, к сожалению, факоемульсификация приводит к большей потере клеток ЗЭР в диабетических глазах [30–35]. Кроме того, ЗЭР может пострадать от хирургического вмешательства вследствие таких факторов, как эффективное время факоемульсификации, энергетическое воздействие ультразвука и имплантация ИОЛ [36–38]. Эти факторы в сочетании с влиянием СД указывают на большой

риск длительной дисфункции клеток с декомпенсацией и развитием буллезной кератопатии [39]. Сообщается, что ускоренная потеря ЗЭР продолжается даже через 10 лет после операции [40]. Ряд исследований показал, что после факоэмульсификации увеличение толщины роговицы было максимальным через 1 день и 1 неделю после операции, а затем постепенно снижалось в течение не менее 3 месяцев [41–45]. E. Yilmaz и соавт. [41] не обнаружили различий в толщине роговицы через 1 неделю после факоэмульсификации между группой пациентов с сахарным диабетом и группой без него. Однако, по мнению авторов, пациентам с СД может потребоваться до 3 месяцев для восстановления исходной толщины роговицы. Более значимое различие между данными группами касалось процента потери клетками ЗЭР гексагональной структуры в послеоперационном периоде. В таком случае восстановительный период продолжался более 3 месяцев.

Макулярное отверстие — это дефект центральной зоны сетчатки, включая фовеа, сопровождающийся значительным снижением зрения. J.A. Patterson и соавт. [46, 47] сообщили о 5 глазах с образованием макулярного отверстия в раннем послеоперационном периоде после неосложненной факоэмульсификации. Пациенты обычно жалуются на ухудшение зрения, искажения или метаморфопсию, которые сохраняются, несмотря на нормальное восстановление роговицы и переднего сегмента после факоэмульсификации. Причина образования макулярных отверстий после хирургии катаракты не ясна. Ухудшение центрального зрения может быть связано с увеличением количества субретинальной жидкости, кистовидными изменениями сетчатки или атрофией фоторецепторов. Реже потеря центрального зрения происходит в связи с прогрессирующим отслоением сетчатки, связанным с наличием макулярного отверстия [48, 49].

Известно, что идиопатическая эпиретинальная мембрана (ERM) возникает после задней отслойки стекловидного тела и постепенно прогрессирует с возрастом [50, 51]. ERM также часто образуется после операции, воспаления, травмы или опухоли заднего сегмента глаза [52, 53]. В работе M.F. Kraushar и соавт. [52] было изучено влияние факоэмульсификации на прогрессирование идиопатической эпиретинальной мембраны (ERM). Толщина фовеальной полости постепенно увеличивалась на 7,0 % в группе хирургии катаракты и на 5,3 % в группе без операции через 12 месяцев после операции. При этом не было обнаружено существенных различий в фовеальной толщине, объеме макулы или их процентном увеличении по сравнению с исходным уровнем в течение 12-месячного периода наблюдения.

Основным методом лечения регматогенной отслойки сетчатки, приводящей к потере зрения и слепоте, в настоящее время является витрэктомия. Данная операция приводит к развитию и прогрессированию катаракты, что требует повторного хирургического вмешательства. В последние годы подтверждена безопасность

и эффективность одномоментной комбинированной операции факоэмульсификации и витрэктомии (фако-витрэктомия) с имплантацией ИОЛ [54–56].

Многочисленные недавние исследования сообщают об ограничениях в измерении осевой длины у пациентов с макулярным отеком в случае эпиретинальной мембраны, диабетической ретинопатии и макулярного разрыва [54, 55]. В работе T.S. Kang и соавт. [56] были проведены исследования по определению длины переднезадней оси глаза после факовитрэктомии по поводу регматогенной отслойки сетчатки. У прооперированных пациентов с отслойкой сетчатки осевая длина характеризовалась отличной долговременной воспроизводимостью показателей через два года после витрэктомии, факоэмульсификации и газовой тампонады.

В работе Н.Ю. Юсефа и соавт. [57] предложена методика хирургической коррекции дислокации комплекса «капсульный мешок + ИОЛ» при отсутствии имплантированного внутрикапсульного кольца.

В работе С.А. Алпатова [58] проведено исследование эффективности и безопасности комбинированной операции трансклиарной витрэктомии и факоэмульсификации при патологии заднего сегмента глаза. Автор отмечает, что комбинированная операция витрэктомии и факоэмульсификации обеспечивает полное удаление всех отделов стекловидного тела, что минимизирует хирургическую травму, уменьшает риск осложнений и ускоряет зрительную реабилитацию. Предотвращение передней витреоретинопатии является главной целью комбинированного вмешательства.

Факоэмульсификация с имплантацией дифракционной мультифокальной интраокулярной линзы (мф-ИОЛ) оказалась эффективным вариантом для обеспечения функционального зрения у пациентов на различных расстояниях [59–61]. Имплантация МФ-ИОЛ позволяет решить задачу пресбиопических изменений глаза и улучшить качество жизни пациента. Имеются данные о преимуществах имплантации зонально-прогрессивной мультифокальной интраокулярной линзы (Array SA40-N, Allergan, Irvine, CA) у пресбиопических пациентов [62, 63]. У пациентов с зонально-прогрессивной мультифокальной ИОЛ удалось добиться значительно лучшей остроты зрения вблизи, чем у пациентов с монофокальной ИОЛ. Зависимость от очков значительно различалась между двумя группами, как и наилучшая коррекция остроты зрения вблизи в случае имплантации МФ-ИОЛ. Однако, несмотря на возросшую популярность имплантации мультифокальных МФ-ИОЛ, наличие заболеваний сетчатки, особенно макулярной патологии, является относительным противопоказанием для использования мультифокальных линз. Мультифокальные ИОЛ могут усугубить снижение контрастной чувствительности в глазах с макулярной патологией и вызвать у пациента определенные дисфопии (например, гало-эффект, мерцание и ослепление) из-за конструктивных особенностей ИОЛ [64].

Удаление катаракты увеличивает повреждающее воздействие света на сетчатку, включая ультрафиолетовый (УФ) и синий спектр излучения [65]. Исследования на животных моделях и культуре тканей показали, что коротковолновый свет отрицательно влияет на функцию пигментного эпителия сетчатки и фоторецепторов. Чтобы избежать повреждения сетчатки, обычно используются интраокулярные линзы (ИОЛ) с фильтрами УФ и синего света, особенно у пациентов с ВМД или с его повышенным риском [66]. Так, A. Steinemann [67] были разработаны специальные ИОЛ с фильтром для уменьшения цианопсии, устранения хроматической аберрации и улучшения контрастной чувствительности в различных условиях освещения, а также для предотвращения попадания коротковолнового света на сетчатку, что потенциально снижает риск развития возрастной макулярной дегенерации.

Процессы, происходящие вследствие глазной хирургии, запускают воспалительный каскад, включающий опосредованную циклооксигеназой продукцию простагландина наряду с другими медиаторами воспаления. Одним из следствий воспалительной реакции является нарушение гематоретинального барьера, в результате этого накапливается интратетинальная жидкость, возникает отек макулы [68]. Предыдущие исследования показали, что в 41 % случаев в здоровых глазах, подвергшихся факоэмульсификации, наблюдалось увеличение толщины сетчатки в центральной зоне, так называемый синдром

Ирвина — Гасса. Послеоперационное утолщение в области макулы сопровождалось снижением остроты зрения и контрастной чувствительности; временное или постоянное ухудшение зрения происходило при отеке всего 10 мкм.

ВЫВОДЫ

Проведен обзор работ по персонализированному подходу к факоэмульсификации у пациентов с макулярной патологией. Показана важность обследования макулы перед факоэмульсификацией катаракты. Проведен обзор изменений разных отделов глаза после факоэмульсификации у пациентов с различной патологией: с прогрессированием миотической тракции, с комбинированной катарактой и глаукомой, у пациентов с диабетом, с эпиретинальной мембраной, рассмотрены особенности имплантации мультифокальных линз и ИОЛ с защитой УФ. Оценивается не только состояние после операции, но и изменения между предоперационным и послеоперационным состояниями. Кроме того, в обзоре демонстрируются динамические процессы заживления и изменения параметров макулы (через разное время — от нескольких дней до нескольких лет), чтобы получить рациональный результат анализа.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юсеф Наим Юсеф — научное редактирование;
Воробьева М.В. — написание текста, оформление библиографии, техническое редактирование;
Казарян Э.Э. — научное редактирование, написание текста;
Школярченко Н.Ю. — написание текста.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Figurska M., Bogdan-Bandurska A., Rękas M. Effect of Phacoemulsification on Visual Acuity and Macular Morphology in Patients with Wet Age-Related Macular Degeneration. *Med Sci Monit* 2018 Sep 17;24:6517–6524. DOI: 10.12659/MSM.909652
- WHO 2011. World Health Organization. Magnitude and causes of visual impairment. Fact Sheet No 82. [accessed 22 November 2018]. 2011; available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/index.html>
- Ung L., Pattamatta U., Carnt N., Wilkinson-Berka J. L., Liew G., Andrew J. R. Oxidative stress and reactive oxygen species: a review of their role in ocular disease. *Clinical Science*. 2017;131(24):2865–2883. DOI: 10.1042/CS20171246
- Talisa E., Iturburu F.P., Garcia-Arumi J. Spectral-domain optical coherence tomography angiography of choroidal neovascularization. *Ophthalmology*. 2015;122(6):1228–1238. DOI: 10.1016/j.ophtha.2015.01.029
- Spaide R.F. Retinal vascular cystoid macular edema: review and new theory. *Retina*. 2016;36(10):1823–1842. DOI: 10.1097/IAE.0000000000001158
- Sangwan V.S., Gupta S., Das S. Cataract surgery in ocular surface diseases: clinical challenges and outcomes. *Current opinion in ophthalmology*. 2018;29(1):81–87. DOI: 10.1097/ICU.0000000000000441
- Clarke E.L., Evans J.R., Smeeth J.R. Community screening for visual impairment in older people. *Cochrane database of systematic reviews*. 2018;2:12–20. DOI: 10.1046/j.1532-5415.2001.49131
- Erie J.C. Rising cataract surgery rates: demand and supply. *Ophthalmology*. 2014;121(1):2–4. DOI: 10.1016/j.ophtha.2013.10.002
- Zafar S. Swept-source optical coherence tomography to screen for macular pathology in eyes having routine cataract surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2017;43(3):324–327. DOI: 10.1016/j.jcrs.2016.12.022
- Khan M.A., Skidmore K., Ho A.C. Perioperative retina evaluation of the cataract surgery patient. *Current opinion in ophthalmology*. 2015;26(1):39–44. DOI: 10.1097/ICU.0000000000000115
- Huang X., Zhang Z., Wang J., Meng X., Chen T., Wu Z. Macular assessment of preoperative optical coherence tomography in ageing Chinese undergoing routine cataract surgery. *Scientific reports*. 2018;8(1):5103. DOI: 10.1038/s41598-018-22807-7
- Garcia Gutierrez S., Quintana J. M., Aguirre U., Barrio I., Hayas C.L., Gonzalez N. Impact of clinical and patient-reported outcomes on patient satisfaction with cataract extraction. *Health expectations*. 2014;17(6):765–775. DOI: 10.1111/j.1369-7625.2012.00801
- Tognetto D., Pastore M.C., Giacinto C.D., Merli R., Franzon M., Swept-source optical Coherence tomography Biometer as screening strategy for Macular Disease in patients scheduled for Cataract surgery. *Scientific reports*. 2019;9(1):9912. DOI: 10.1038/s41598-019-46243-3
- Bertelmann T., Blum M., Sekundo W. Foveal pit morphology evaluation during optical biometry measurements using a full-eye-length swept-source OCT scan biometer prototype. *European journal of ophthalmology*. 2015;25(6):552–558. DOI: 10.5301/ejo.5000630
- Hirnschall N., Leisser Ch., Radda S., Maedel S., Findl O. Macular disease detection with a swept-source optical coherence tomography-based biometry device in patients scheduled for cataract surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2016;42(4):530–536. DOI: 10.1016/j.jcrs.2016.02.029
- Shammas H.J., Ortiz S., Shammas M.S., Kim S.H., Chong C. Biometry measurements using a new large-coherence-length swept-source optical coherence tomographer. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2016;42(1):50–61. DOI: 10.1016/j.jcrs.2015.07.042
- Tan C.S., Cheong K.X. Detecting macular disease with a biometry device using swept-source optical coherence tomography. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2016;42(10):1544–1545. DOI: 10.1016/j.jcrs.2016.06.039
- Tan C.S.H., Ngo W.K., Cheong K.X. Comparison of choroidal thicknesses using swept source and spectral domain optical coherence tomography in diseased and normal eyes. *British Journal of Ophthalmology*. 2015;99(3):354–358. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2015-307541
- Samara W.A., Say E., Khoo Ch.T.L., Higgins T.P., Magrath G., Ferenczy S.R., Shields C. Correlation of foveal avascular zone size with foveal morphology in normal eyes using optical coherence tomography angiography. *Retina*. 2015;35(11):2188–2195. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000847
- Kelman C.D. Phaco-emulsification and aspiration: a new technique of cataract removal: a preliminary report. *American journal of ophthalmology*. 1967;64(1):23–35. DOI: 10.1016/0002-9394(67)93340-5
- Hayashi K., Hayashi H., Nakao F., Hayashi F. Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 1996;22(8):1079–1084. DOI: 10.1016/s0886-3350(96)80121-0
- Юсеф С.Н. Модифицированная технология гибридной факоэмульсификации. *Вестник офтальмологии*. 2015;131(3):56–60. [Yusef S.N. Modified technique of hybrid phacoemulsification. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2015;131(3):56–60 (In Russ.).] DOI: 10.17116/oftalma2015131356-60

23. Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р., Юсеф Ю.Н., Иванов М.Н., Аветисов К.С. Гибридная фактоэмульсификация: новый этап в совершенствовании хирургии катаракты (?) *Вестник офтальмологии*. 2014;130(2):4–7. [Avetisov S.E., Mamikonyan V.R., Yusef Yu.N., Yusef S.N., Ivanov M.N., Avetisov K.S. Hybrid phacoemulsification: a new stage in the improvement of cataract surgery (?). *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2014;130(2):4–7 (In Russ.)]. DOI: 10.1046/j.1442-9071.2002.00507
24. Аветисов С.Э., Юсеф Ю.Н., Юсеф С.Н., Аветисов К.С., Иванов М.Н., Фокина Н.Д., Асламова А.Э., Алхарки Л. Современные возможности хирургии старческой катаракты. *Клиническая геронтология*. 2017;11(12):84–96. [Avetisov S.E., Yusef Y.N., Yusef S.N., Avetisov K.S., Ivanov M.N., Fokina N.D., Aslamazova A.E., Alchark L. Modern possibilities of senile cataract surgery. *Clinical gerontology = Klinicheskaya gerontologiya*. 2017;11(12):84–96 (In Russ.)]. DOI: 10.26347/1607-2499201711-12084-091
25. Аветисов С.Э., Гамидов А.А., Федоров А.А., Розина В.Н. Морфологическая оценка изменений капсулы хрусталика после различных способов экстракции катаракты. *Вестник офтальмологии*. 2016;132(1):47–52. [Avetisov S.E., Gamidov A.A., Fedorov A.A., Rozinova V.N. Morphological assessment of lens capsule after different techniques of cataract extraction. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2016;132(1):47–52 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2016132147-52
26. Cai L., Sun Z., Guo D., Fan Q., Zhu X., Yang J., Lu Y. Long-term outcomes of patients with myopic traction maculopathy after phacoemulsification for incident cataract. *Eye*. 2019;33(9):1423–1432. DOI: 10.1038/s41433-019-0416-0
27. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Легких С.Л. Фактоэмульсификация с имплантацией ИОЛ при экстремально высокой миопии. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2015;15(3):14–21. [Pershin K.B., Pashinova N.F., Tsygankov A.Y., Legkikh S.L. Phacoemulsification with IOL implantation in extremely high myopia. *Cataract & Refractive Surgery*. 2015;15(3):14–21 (In Russ.)].
28. Khairallah M., Kahloun R., Bourne R. Number of people blind or visually impaired by cataract worldwide and in world regions, 1990 to 2010 *Investigative ophthalmology & visual science*. 2015;56(11):6762–6769. DOI: 10.1167/iovs.15-17201
29. Lee C.M., Afshari N.A. The global state of cataract blindness. *Current opinion in ophthalmology*. 2017;28(1):98–103. DOI: 10.1097/ICU.0000000000000340
30. Diaz-Valle D., Benitez del Castillo Sánchez J.M., Castillo A., Sayagués O., Moriche M. Endothelial damage with cataract surgery techniques. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 1998;24(7):951–955. DOI: 10.1016/S0886-3350(98)80049-7
31. Walkow T., Anders N., Klebe S. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative and intraoperative parameters *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2000;26(5):727–732. DOI: 10.1016/S0886-3350(99)00462-9
32. Dick H.B., Kohnen T., Jacobi F.K., Jacobi K.W. Long-term endothelial cell loss following phacoemulsification through a temporal clear corneal incision. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 1996;22(1):63–71. DOI: 10.1016/S0886-3350(96)80272-0
33. Morikubo S., Yoshihiro T., Eri K., Shosai T., Yoshio A. Corneal Changes After Small-Incision Cataract Surgery in Patients With Diabetes Mellitus. *Archives of ophthalmology*. 2004;122(7):966–969. DOI: 10.1001/archophth.122.7.966
34. Lee J.S., Choi H.Y. Corneal endothelial cell change after phacoemulsification relative to the severity of diabetic retinopathy. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2005;31(4):742–749. DOI: 10.1016/j.jcrs.2004.09.035
35. Tang Y., Chen X., Zhang X., Tang Q., Siyu Liu Clinical evaluation of corneal changes after phacoemulsification in diabetic and non-diabetic cataract patients, a systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*. 2017;7(1):14128. DOI: 10.1038/s41598-017-14656-7
36. Grzybowski A., Kancierz P., Huerva V., Ascaso F.J., Tuuminen R. Diabetes and Phacoemulsification Cataract Surgery: Difficulties, Risks and Potential Complications. *J. Clin. Med.* 2019;8:716. DOI: 10.3390/jcm8050716
37. Beltrame G., Salvatet M., Driussi G., Chizzolini M. Effect of incision size and site on corneal endothelial changes in cataract surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2002;28(1):118–125. DOI: 10.1016/S0886-3350(01)00983-x
38. Chen X., Chen K., He J., Yao K. Comparing the curative effects between femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional phacoemulsification surgery: a meta-analysis. *PLoS One*. 2016 Mar 21;11(3):0152088. DOI: 10.1371/journal.pone.0152088
39. Birkova G., Oshitari T., Tawada A., Yamamoto Sh. Corneal changes in diabetes mellitus. *Current diabetes reviews*. 2012 Jul 1;8(4):294–302. DOI: 10.2174/157339912800840479
40. Bourne R.R.A., Minassian D.C., Dart J.K.G., Rosen P., Kaushal S., Wingate N. Effect of cataract surgery on the corneal endothelium: modern phacoemulsification compared with extracapsular cataract surgery. *Ophthalmology*. 2004 Apr;111(4):679–685. DOI: 10.1016/j.ophtha.2003.07.015
41. Altintas A.G.K., Yilmaz E., Anayol M.A., Can I. Comparison of corneal edema caused by cataract surgery with different phaco times in diabetic and non-diabetic patients. *Annals of Ophthalmology*. 2006;38(1):61–65. DOI: 10.1385/ao.38.1:61
42. Lin J., Zhao G. Changes of corneal endothelium in diabetes patients after cataract phacoemulsification surgery by confocal microscopy. *Acta Ophthalmologica*. 2014;92:253. DOI: 10.1111/a.1255-3768.2014.S084
43. Wang B., Li J., Wang Y., Wu B. Clinical effect analysis of phacoemulsification on cataract patients with diabetes mellitus. *International Eye Science*. 2013;13(6):1163–1166. DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2013.06.26
44. Dhasmana R., Singh I. P., Nagpal R. C. Corneal changes in diabetic patients after manual small incision cataract surgery. *Journal of clinical and diagnostic research*. 2014;8(4):VC03. DOI: 10.7860/JCDR/2014/7955.4288
45. Mathew P.T., David S., Thomas N. Endothelial cell loss and central corneal thickness in patients with and without diabetes after manual small incision cataract surgery. *Cornea*. 2011;30(4):424–428. DOI: 10.1097/ICO.0b013e3181eaddb4b
46. Paques M., Massin P., Blain P., Duquesnoy A.S., Gaudric A. Long-term incidence of reopening of macular holes. *Ophthalmology* 2000;107:760–766. DOI: 10.1016/S0161-6420(99)00182-7
47. Patterson J.A., Ezra E., Gregor Z.J. Acute full-thickness macular hole after uncomplicated phacoemulsification cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2001;131:799–800. DOI: 10.1016/S0002-9394(00)00906-5
48. Zheng Q., Yang S., Zhang Y., Wu R., Pang J., Li W. Vitreous surgery for macular hole-related retinal detachment after phacoemulsification cataract extraction: 10-year retrospective review. *Eye*. 2012;26(8):1058–1064. DOI: 10.1038/eye.2012.87
49. Hayashi K., Hayashi H. Influence of phacoemulsification surgery on progression of idiopathic epiretinal membrane. *Eye*. 2009;23(4):774–779. DOI: 10.1038/eye.2008.161
50. Wiznia R.A. Posterior vitreous detachment and idiopathic preretinal macular gliosis. *American journal of ophthalmology*. 1986;102(2):196–198. DOI: 10.1016/0002-9394(86)90144-3
51. Appiah A.P., Hirose T., Kado M. A review of 324 cases of idiopathic premacular gliosis. *American journal of ophthalmology*. 1988;106(5):533–535. DOI: 10.1016/0002-9394(88)90581-8
52. Kraushar M.F., Morse P.H. The relationship between retina surgery and preretinal macular fibrosis. *Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina*. 1988;19(12):843–848. DOI: 10.3928/1542-8877-19881201-05
53. De M.M., Iannetta D., Cimino L., Coassin M., Fontana L. Measuring Anterior Chamber Inflammation After Cataract Surgery: A Review of the Literature Focusing on the Correlation with Cystoid Macular Edema. *Clin Ophthalmol*. 2020;14:41–52. DOI: 10.2147/OPTH.S237405
54. Kim S.S., Smiddy W.S., Feuer W.J., Shi W. Outcomes of sulfur hexafluoride (SF6) versus perfluoropropane (C3F8) gas tamponade for macular hole surgery. *Retina*. 2008;28(10):1408–1415. DOI: 10.1097/IAE.0b013e3181885009
55. Rahman R., Bong C.X., Stephenson J. Accuracy of intraocular lens power estimation in eyes having phacovitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2014;34(7):1415–1420. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000072
56. Kang T.S., Park H.J., Jo Y., Kim J. Long-Term Reproducibility of Axial Length after Combined Phacovitrectomy in Macula-sparing Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Scientific reports*. 2018;8(1):15856. DOI: 10.1038/s41598-018-34266-1
57. Юсеф Ю.Н., Юсеф С.Н., Аветисов К.С., Введенский А.С. Методика хирургической коррекции дислокации внутрикапсульной интраокулярной линзы. *Вестник офтальмологии*. 2016;132(1):53–56. [Yusef Ju.N., Yusef S.N., Avetisov K.S., Vvedenskiy A.S. Technique for surgical repositioning of in-the-bag dislocated intraocular lenses. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2016;132(1):53–56 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2016132153-56
58. Алпатов С.А. Комбинированная pars plana витректоми и фактоэмульсификация: за и против. *Современные технологии в офтальмологии*. 2017;1:19–21. [Alpatov S.A. Combined pars plana vitrectomy and phacoemulsification: pros and cons. Modern technologies in ophthalmology = *Sovremennye tekhnologii v oftalmologii*. 2017;1:19–21 (In Russ.)].
59. Altaie R., Ring P.C., Morari J., Patel D.V., McGhee C.N.J. Prospective analysis of visual outcomes using apodized, diffractive multifocal intraocular lenses following phacoemulsification for cataract or clear lens extraction. *Clinical & experimental ophthalmology*. 2012;40(2):148–154. DOI: 10.1111/j.1442-9071.2011.02671
60. Alio J.L., Plaza-Puche A.B., Maldonado M. Multifocal intraocular lenses: an overview. *Survey of ophthalmology*. 2017;62(5):611–634. DOI: 10.1016/j.survophthal.2017.03.005
61. Braga-Mele R., Chang D., Dewey S., Foster G., Henderson B.N., Hill W. Multifocal intraocular lenses: relative indications and contraindications for implantation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2014;40(2):313–322. DOI: 10.1016/j.jcrs.2013.12.011
62. Jacobi P.C., Dietlein T.S., Lüke C., Jacobi F.K. Multifocal intraocular lens implantation in prepresbyopic patients with unilateral cataract. *Ophthalmology*. 2002;109(4):680–686. DOI: 10.1016/S0161-6420(01)01029-6
63. Воронин Г.В., Мамиконян В.Р., Шелудченко В.М., Нарбут М.Н. Клинические результаты коррекции афакии мультифокальными интраокулярными линзами. *Вестник офтальмологии*. 2017;133(1):37–41. [Voronin G.V., Mamikonyan V.R., Sheludchenko V.M., Narbut M.N. Clinical results of aphakia correction with multifocal intraocular lenses. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2017;133(1):37–41 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2017133137-41
64. Ziak P. Presbyopic lens exchange (PRELEX) cataract surgery outcomes with implantation of a rotationally asymmetric refractive multifocal intraocular lens: femtosecond laser-assisted versus manual phacoemulsification. *International ophthalmology*. 2019;39(12):2875–2882. DOI: 10.1007/s10792-019-01135-3
65. Van Norren D., Vos J.J. Light damage to the retina: an historical approach. *Eye*. 2016;30(2):169–172. DOI: 10.1038/eye.2015
66. Downes S.M. Ultraviolet or blue-filtering intraocular lenses: what is the evidence? *Eye*. 2016;30(2):215–221. DOI: 10.1038/eye.2015.267
67. Steinemann A., Bromundt V., Chellappa S.L., Frey S., Schmidt C., Schlote T., Goldblum D., Cajochen C. Evaluation of Visual Comfort and Mental Effort Under Different Light Conditions for Ultraviolet-Absorbing and Additional Blue-Filtering Intraocular Lenses for Cataract Surgery. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2019;236(4):398–404. DOI: 10.1055/a-0810-0302
68. Pollack A., Staurenghi G., Sager G., Mukesh B., Reiser H., Singh R.S. Prospective randomised clinical trial to evaluate the safety and efficacy of nepafenac 0.1 % treatment for the prevention of macular oedema associated with cataract surgery in patients with diabetic retinopathy. *Br J Ophthalmol*. 2017;101(4):423–427. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2016-308617

Юсеф Наим Юсеф, М.В. Воробьева, Э.Э. Назарян, Н.Ю. Школяренко

Контактная информация: Воробьева Майя Вячеславовна vorobuova@mail.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
Юсеф Наим Юсеф
доктор медицинских наук, директор, руководитель отдела современных методов лечения в офтальмологии
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
Воробьева Майя Вячеславовна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
Казарян Элина Эдуардовна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
Школяренко Наталья Юрьевна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Research Institute of Eye Diseases
Yusef Naim Yusef
MD, director, head of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

Research Institute of Eye Diseases
Vorobyeva Mayya V.
PhD, research officer of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

Research Institute of Eye Diseases
Kazaryan Elina E.
MD, senior research officer of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

Research Institute of Eye Diseases
Shkolyarenko Natalia Yu.
PhD, senior research officer of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation