

Сравнительная оценка динамики показателей флоуметрии при ультразвуковой и фемтолазерной факоэмульсификации катаракты



Юсеф Наим Юсеф



Э.Э. Казарян



Саид Наим Юсеф



Л. Алхарки



Н.Ю. Школяренко

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

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2021;18(3S):712–717

Важным моментом в хирургии катаракты, особенно с учетом выполнения операций в амбулаторных условиях и повышения хирургической активности, является необходимость минимизации травмы деликатных структур переднего отрезка глазного яблока, уменьшения вероятности и числа осложнений и получения высоких функциональных результатов в самые короткие сроки. Цель исследования: проведение сравнительной оценки динамики показателей флоуметрии в соответствии с расчетом показателя толерантного внутриглазного давления (ТВГД) у пациентов после фемтолазерной экстракции катаракты (ФЛЭК) и ультразвуковой ФЭК. В исследование вошли 125 пациентов в возрасте от 50 до 60 лет, которым было проведено оперативное вмешательство по поводу катаракты. Пациенты были разделены на две группы. У пациентов 1-й группы была выполнена стандартная ультразвуковая факоэмульсификация, у пациентов 2-й группы — ФЛЭК. Всем пациентам проводили стандартное офтальмологическое обследование, а также флоуметрию, отражающую состояние объемного глазного кровотока (ОГК), ВГД с расчетом показателя толерантного внутриглазного давления (ТВГД), который служит для определения индивидуально-адекватного значения уровня офтальмотонуса и глазного кровотока. Исследование проводили до операции, через 1 сутки, на 3-и, 7-е сутки и через 1 месяц после операции. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что как при факохирургии методом традиционной ультразвуковой ФЭ, так и при ФЛЭК происходит транзиторное повышение ВГД, которое наиболее выражено на 1 и 3 сутки, снижение показателя ОГК, соответственно, изменение и расчетного показателя ТВГД, но превышение было не более 3–5 мм. рт. ст.

Ключевые слова: факоэмульсификация, катаракта, фемтолазер, толерантное внутриглазное давление, внутриглазное давление, флоуметрия

Для цитирования: Юсеф Наим Юсеф, Казарян Э.Э., Саид Наим Юсеф, Алхарки Л., Школяренко Н.Ю. Сравнительная оценка динамики показателей флоуметрии при ультразвуковой и фемтолазерной факоэмульсификации катаракты. *Офтальмология*. 2021;18(3S):712–717. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-3S-712-717>

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

Конфликт интересов отсутствует



Comparative Assessment of the Flowmetry Indicators Dynamics in Ultrasound and Femtolasер Phacoemulsification

Yusef Naim Yusef, E.E. Hazaryan, Said Naim Yusef, L. Alkharki, N.Yu. Shkolyarenko

Research Institute of Eye Diseases

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

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2021;18(3S):712-717

An important point in cataract surgery, especially in view of performing operations on an outpatient basis and increasing surgical activity, is the need to minimize trauma to the delicate structures of the anterior segment of the eyeball, reduce the likelihood and number of complications and obtain high functional results in the shortest possible time. Purpose of the study: to carry out a comparative assessment of the flowmetry indices dynamics in accordance with the calculation of the tolerant intraocular pressure (TIAP) in patients after femtolasер cataract extraction (FLEH) and ultrasound FEC. The study included 125 patients aged 50 to 60 years, who underwent surgery for cataracts. The patients were divided into two groups. Standard ultrasound PE was performed in patients of group 1, and FLEH in patients of group 2. All patients underwent a standard ophthalmological examination, as well as flowmetry, reflecting the state of the volumetric ocular blood flow (OVF), with the calculation of the tolerant intraocular pressure (TIOP) index, which serves to determine the individually-adequate ophthalmotonus and ocular blood flow. The study was carried out before the operation, after 1 day, on the 3rd, 7th days and 1 month after the operation. Analysis of the data indicates that both during phacosurgery by the method of traditional ultrasound PE and hybrid PE, a transient increase in IOP occurs, which is most pronounced on the 1st and 3rd day. With a transient increase in IOP, a decrease in the OVF indicator was noted, respectively, the calculated TIOP indicator also changed, but the excess was no more than 3–5 mm Hg.

Keywords: phacoemulsification, cataract, femtolasер, tolerant intraocular pressure, intraocular pressure, flowmetry

For citation: Yusef Naim Yusef, Hazaryan E.E., Said Naim Yusef, Alkharki L., Shkolyarenko N.Yu. Comparative Assessment of the Flowmetry Indicators Dynamics in Ultrasound and Femtolasер Phacoemulsification. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(3S):712-717. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-3S-712-717>

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

There is no conflict of interests

Катаракта — основная причина слепоты в мире, а хирургия катаракты — одна из наиболее часто выполняемых операций в мире. Многие хирургические методы резко изменились за последние полвека, что привело к улучшению результатов и повышению безопасности. Стали доступными фемтосекундные лазерные платформы, с помощью которых могут точно и воспроизводимо выполняться ключевые этапы хирургии катаракты, включая разрезы роговицы, капсулотомию и фрагментацию хрусталика. Потенциальные преимущества лазерной хирургии широки и связаны с большей безопасностью и лучшими рефракционными результатами за счет повышения точности и воспроизводимости [1].

Важным моментом в хирургии катаракты, особенно с учетом выполнения операций в амбулаторных условиях и повышения хирургической активности, является необходимость минимизации травмы деликатных структур переднего отрезка глазного яблока, уменьшения вероятности и числа осложнений и получения высоких функциональных результатов в самые короткие сроки [2].

Применение фемтосекундного лазера позволяет создавать практически идеальную центрацию и форму переднего капсулорексиса, а также обеспечивать точность диаметра отверстия в передней капсуле. Это обуславливает возможность получения максимальной равномерности натяжения как передней, так и задней капсулы хрусталика, что создает адекватные условия для необходимого позиционирования внутрикапсульной интра-

окулярной линзы. А это особенно актуально с учетом использования для имплантации современных мультифокальных ИОЛ [3–6]. Применение фемтосекундного лазера дает возможность предварительной фрагментации ядра хрусталика до вскрытия глазного яблока с использованием различных паттернов фрагментации ядра. Это обеспечивает уменьшение эффективного времени воздействия ультразвука на глазное яблоко, что, безусловно, является преимуществом ФЛЭК перед ФЭК. Согласно результатам большинства исследований использование фемтосекундного лазера позволяет в несколько раз уменьшать эффективное время ультразвука [4, 7–9], а также улучшить рефракционные результаты операции. Иначе говоря, ФЛЭК в значительной степени снижает значение человеческого фактора и существенно повышает воспроизводимость результатов хирургических манипуляций [10–14].

Таким образом, снижение числа манипуляций в глазу, уменьшение количества ультразвуковой энергии, расходуемой в ходе операции, снижение объема ирригационного раствора, проходящего через глаз, а также сокращение времени инвазивной части операции делают эту процедуру более безопасной для внутриглазных структур [15–18].

В то же время в литературе имеются данные, касающиеся сравнительной оценки интра- и послеоперационных осложнений методов ультразвуковой и фемтолазерной факоэмульсификации катаракты, которые свидетельствуют о наличии более выраженных

осложнений, свойственных фемтолазерной факоэмульсификации. Одним из таких осложнений является повышение внутриглазного давления.

Целью данного исследования явилась сравнительная оценка динамики показателей флоуметрии в соответствии с данными ВГД и расчетом показателя толерантного внутриглазного давления (ТВГД) у пациентов после фемтолазерной экстракции катаракты (ФЛЭК) и ультразвуковой ФЭК.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование вошли 125 пациентов в возрасте от 50 до 60 лет, 48 мужчин и 77 женщин, которым было выполнено оперативное вмешательство по поводу катаракты. Пациенты были разделены на две группы. У пациентов 1-й группы проведена стандартная ультразвуковая ФЭ, у пациентов 2-й группы — ФЛЭК. Критериями включения являлись: катаракта различной степени; критериями исключения — наличие сопутствующих глазных заболеваний, офтальмохирургические вмешательства в анамнезе, сахарный диабет I и II типа, глаукома. Всем пациентам проводили стандартное офтальмологическое обследование, а также флоуметрию, отражающую состояние объемного глазного кровотока (ОГК), с расчетом показателя ТВГД по разработанной в ФГБНУ «НИИ глазных болезней» методике [19]. ТВГД служит для определения индивидуально-адекватного значения уровня офтальмотонуса и глазного кровотока. Исследование выполняли до операции, через 1, 3, 7 суток и 1 месяц после операции.

Стандартную ультразвуковую ФЭ осуществляли с помощью установок Infiniti Vision System (Alcon, США) и Stellsris (Baush&Lomb, США), для проведения фемтолазерного этапа операции использовали лазерную установку VICTUS (Technolas Perfect System, Германия), при этом проводили передний капсулорексис и предварительную фрагментацию ядра. Инфракрасный фемтосекундный лазер был настроен на частоту обновлений 80 кГц, длину импульса от 230 до 550 фс и длину волны 1023 нм.

Для оценки гемодинамики выполняли измерение переднезаднего размера глазного яблока (ПЗО) с помощью прибора OCU SCAN R×P measuring system и вычисление

«желаемого» пульсового глазного кровотока (Кнорм.) по формуле $K_{норм} = 60043 \times ПЗО^{-2,5503}$. С помощью флоуметра (Blood flow Analyzer, Paradigm, США) определяли тонометрическое ВГД (P) (мм рт. ст.), K — исходный объемный глазной кровоток (ОГК в $\mu\text{л}/\text{сек}$) и выполняли сравнительный анализ данных реально существующего кровотока K и величины «желаемого» Кнорм, рассчитанного по приведенной выше формуле. В норме (у пациентов без глаукомы) средние величины глазного объемного кровотока должны укладываться в интервалы $M \pm \sigma$: $18,53 \pm 3,35$ ($r = -0,8$). В дальнейшем этот показатель можно использовать для оценки адекватности уровня ВГД данного глаза [20].

Статистический анализ проводили с помощью программы Statistica 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные в ходе исследования данные представлены в таблице.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что с 1-х по 7-е сутки после операции достоверно изменялись показатели флоуметрии, ВГД и ТВГД в обеих группах. Имело место снижение объемного глазного кровотока, повышение ВГД и ТВГД, причем практически в равной степени. Изменение данных показателей было более выражено на 1-е и 3-и сутки. Через 1 месяц после обоих типов вмешательства все показатели практически вернулись к исходным, как после ультразвуковой, так и после фемтолазерной факохирургии. Следует отметить, что к этому сроку все показатели после ФЛЭК были несколько более изменены по сравнению с ФЭК, хотя эти изменения и были статистически недостоверными. Данные указывают на то, что как после ультразвуковой, так и после фемтолазерной факоэмульсификации происходит кратковременное транзитное повышение ВГД и снижение объемного глазного кровотока, соответственно, изменение и расчетного показателя ТВГД, но превышение было не более 3–5 мм рт. ст.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что соответствие показателя ВГД толерантному внутриглазному давлению до проведения операции, а в ряде случаев и его величина ниже показателя ТВГД,

Таблица. Показатели, объемного глазного кровотока, ВГД и ТВГД после фемтолазерной и ультразвуковой факоэмульсификации

Table. Indicators of volumetric ocular blood flow, IOP and TVHD after femtolaser and ultrasonic phacoemulsification

Показатель / Parameter	I группа медиана [квартили] / I group median [quartiles]					II группа медиана [квартили] / II group median [quartiles]				
	до операции before surgery	1-е сутки / 1 day	3-и сутки / 3 day	7-е сутки / 7 day	через 1 месяц / after 1 month	до операции / before surgery	1-е сутки / 1 day	3-и сутки / 3 day	7-е сутки / 7 day	через 1 месяц / after 1 month
ВГД мм рт. ст. IOP vv Hg	14,8 [11,9; 19,0]	18,1** [12,9; 21,0]	18,0** [12,1; 20,7]	17,6* [12,9; 20,2]	14,1 [12,0; 17,7]	15,1 [11,8; 18,8]	20,0*** [13,1; 22,0]	20,1*** [12,9; 22,0]	19,7** [13,0; 20,1]	16,2 [12,4; 19,3]
ОГК мкл/сек VOB Mcl/s	17,6 [12,7; 18,7]	14,3** [10,1; 16,8]	14,7** [10,7; 17,3]	15,8* [11,8; 17,7]	17,8 [12,8; 18,3]	16,8 [12,5; 18,9]	12,9*** [9,6; 15,6]	13,1** [10,2; 14,9]	13,4** [10,6; 15,0]	16,1 [12,1; 17,1]
ТВГД мм рт. ст. TIOP Mm Hg	15,0 [13,3; 17,1]	17,1* [15,8; 19,8]	17,3* [15,9; 20,9]	16,3 [14,1; 19,3]	16,0 [14,0; 3,2]	14,2 [12,0; 17,0]	16,1* [14,1; 19,4]	16,0* [13,9; 19,0]	15,7 [13,6; 18,8]	14,8 [12,7; 17,0]

Примечание: Изменение показателя в сравнении с исходным значением после факохирургии при уровне значимости * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.
Note: Parameters change in comparison with the baseline value after phacosurgery at a significance level of * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

определило не критичное изменение показателя ТВГД после операции. Уровень ВГД повышался незначительно, оставаясь в пределах нормальных среднестатистических значений, соответственно, и значения ТВГД не выходили за пределы допустимого диапазона.

ОБСУЖДЕНИЕ

Фемтосекундные лазеры представляют собой новый рубеж в хирургии катаракты. С момента их появления и первого клинического использования в 2008 году было внедрено множество дополнительных усовершенствований. В литературе продолжают обсуждаться показания и побочные эффекты этого метода в хирургии катаракты, наиболее важные клинические результаты, касающиеся капсулотомии, фрагментации хрусталика, роговичного разреза и рефракционных результатов, состояния эндотелия и макулы, внутриглазного давления, в том числе в сравнении с результатами ультразвуковой фактоэмульсификации [21]. Наиболее важным преимуществом фемтолазерной технологии катаракты в настоящее время является то, что все важные хирургические этапы операции по удалению катаракты можно планировать, адаптировать, обеспечивая беспрецедентную точность, повторяемость и постоянство хирургических результатов [22].

В соответствии с этим общее количество людей, подвергающихся хирургическим операциям по поводу катаракты, постепенно увеличивается [23]. S.Y. Ewe и соавт. в исследовании, основанном на оценке результатов хирургии катаракты с помощью фемтосекундного лазера, показали, что при всех преимуществах метода у него есть и недостатки по сравнению с ультразвуковой фактоэмульсификацией с точки зрения исходов и осложнений [24]. Однако были высказаны и противоположные точки зрения [25].

В соответствии с целью нашего исследования были проанализированы работы, касающиеся повышения ВГД в послеоперационном периоде как одного из потенциальных послеоперационных осложнений.

В метаанализе Inhua Wang 2019 года были опубликованы результаты 16 рандомизированных контролируемых исследований, но они не позволили сделать однозначный вывод об эквивалентности или превосходстве фемтолазерной хирургии катаракты по сравнению со стандартной фактоэмульсификацией [21]. Были проанализированы в сравнительном аспекте интра- и послеоперационные осложнения и показано, что фемтолазерная хирургия катаракты не уменьшает интра- и послеоперационные осложнения по сравнению с ультразвуковой ФЭК. Так, в частности, риск повышения ВГД был значительно выше после фемтолазерной хирургии (RR: 3,24, 95% CI: 1,55–6,78; $p = 0,002$), чем после ультразвуковой ФЭК, однако авторы считают, что дальнейшие более крупные исследования должны это подтвердить.

Интересные результаты были получены при анализе осложнений после ФЭК на 1847 глазах, в частности

в отношении ВГД. Оказалось, что повышение ВГД в первый день после фактоэмульсификации, выполненной обычными хирургами, было в 2–5 раз выше, чем у опытных специализированных хирургов. Значительную роль при этом также сыграли такие переменные, как потеря стекловидного тела во время операции, предшествующая глазная травма, ранее существовавшая глаукома, статус подозрения на глаукому и мужской пол. Авторы рекомендуют у пациентов из группы высокого риска рассмотреть возможность профилактического снижения ВГД [26].

В литературе обсуждается также возможность снижения ВГД после ФЭК [27]. Так, в одной из работ изучали состояние внутриглазного давления в ближайшем и раннем послеоперационном периоде после фактоэмульсификации и имплантации интраокулярной линзы (ИОЛ) на 310 глазах с ВГД до 20 мм рт. ст. Через 30 минут после операции в девятнадцати глазах (6,1 %) ВГД было ниже 5 мм рт. ст. В 1-й день ВГД выше 30 мм рт. ст. чаще наблюдалось в глазах с глаукомой, чем в нормальных глазах. Хотя прямых проблем, связанных с гипотонией через 30 минут или повышенным ВГД более 30 мм рт. ст. в глазах с подозрением на глаукому в течение первых 24 часов после операции не было, авторы полагают, что следует опасаться скачков ВГД после операции и контролировать ситуацию ([28]. При этом есть исследования, показывающие зависимость офтальмотонуса у пациентов с глаукомой в раннем послеоперационном периоде после фактоэмульсификации от исходного циркадного ритма, и его повышение в большинстве случаев носит транзиторный характер. По данным авторов, у 30 % пациентов возможна стойкая декомпенсация ВГД, требующая дополнительной гипотензивной терапии [29].

По некоторым данным отечественных и зарубежных авторов, у части пациентов после плановой фактоэмульсификации возрастной катаракты развиваются рецидивы подъема ВГД, что чревато прогрессирующим распадом зрительных функций [27–29]. В нашем исследовании была проведена сравнительная оценка показателей флоуметрии в соответствии с расчетом показателя толерантного внутриглазного давления (ТВГД) у пациентов после фемтолазерной экстракции катаракты и ультразвуковой ФЭК. Нам представляется, что ТВГД в большей степени отражает динамику изменений ВГД, особенно у пациентов без глаукомы и подозрения на нее. Известно, что значение глазного кровотока зависит от уровня ВГД. Чем выше уровень офтальмотонуса, тем ниже значение глазного кровотока¹. Показатели, отражающие глазной кровотока, могут использоваться для оценки адекватности уровня ВГД данного глаза. Поскольку вопросы преимуществ и недостатков фемтолазерной и ультразвуковой фактоэмульсификации продолжают анализироваться, наша работа также вносит свой вклад в изучение данно-

¹ Бакшинский П.П. Влияние консервативной терапии и хирургического лечения на региональную гемодинамику глаза при первичной открытоугольной глаукоме: дис. ... канд. мед. наук. М., 2000. 203 с.

го вопроса. Полученные данные свидетельствуют о том, что показатели флоуметрии, а соответственно уровень ВГД, повышаются незначительно, оставаясь в пределах нормальных среднестатистических значений, при этом значения ТВГД не выходят за пределы допустимого диапазона как после ультразвуковой ФЭК, так и после фемтолазерной ФЭК. Таким образом, наши данные указывают на то, что обе хирургические техники являются адекватными в отношении уровня офтальмотонуса и глазного кровотока. Однако поскольку осложнения возникают редко, необходимы крупные, хорошо продуманные, независимые исследования на большом количестве пациентов, сравнивающие безопасность и эффективность лазерной хирургии катаракты со стандартной операцией фактоэмульсификации катаракты. Стандартизированная отчетность об осложнениях, а также визуальных и рефракционных исходах при хирургии катаракты будет способствовать дальнейшему обобщению данных

и выработке оптимальных подходов хирургической техники. Необходимы данные об исходах, сообщаемых пациентами, и об экономической эффективности.

ВЫВОДЫ

В ближайшем послеоперационном периоде как после ультразвуковой, так и после фемтолазерной фактоэмульсификации показатели флоуметрии, отражающие состояние глазного кровотока и, соответственно, ТВГД и ВГД, изменяются незначительно и носят транзиторный характер, а через 1 месяц возвращаются к исходным.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юсеф Наим Юсеф — проведение операций, научное редактирование, анализ результатов;
Казарян Э.Э. — библиография, диагностические исследования, написание статьи, анализ результатов;
Саид Наим Юсеф — проведение операций, клинические наблюдения;
Алхарки Л. — проведение операций, клинические наблюдения;
Школярченко Н.Ю. — клиническое наблюдение, диагностические исследования, статистическая обработка.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Day A.C., Gore D.M., Bunce C., Evans J.R. Laser-assisted cataract surgery versus standard ultrasound phacoemulsification cataract surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Jul 8;7(7):CD010735. DOI: 10.1002/14651858.CD010735.pub2
- Малюгин Б.Э., Паштаев Н.П., Куликов И.В. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов традиционной и фемтолазерной фактоэмульсификации. *Вестник офтальмологии*. 2019;135(5):54–60. [Maluyugin B.E., Pash-taev N.P., Kulikov I.V. Comparative analysis of clinical and functional results of traditional and femtolaser phacoemulsification. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2019;135(5):54–60 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma201913505154
- Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Трубилин В.Н., Новак И.В. Фактоэмульсификация катаракты с фемтолазерным сопровождением. Первый отечественный опыт. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2012;3:7–10. [Anisimova S.Yu., Anisimov S.I., Trubilin V.N., Novak I.V. Femtolaser-assisted phacoemulsification. The first domestic experience. *Cataract and Refractive Surgery = Kataraktalnaya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2012;12(3):7–10 (In Russ.)].
- Nagy Z., Kránitz K., Takacs A., Mihályt K., Kovács I., Knorz M. Comparison of intraocular lens decentration parameters after femtosecond and manual capsulotomies. *J. Refract. Surg.* 2011;27(8):564–569. DOI: 10.3928/1081597X-20110607-01
- Анисимова С.Ю., Трубилин В.Н., Трубилин А.В., Анисимов С.И. Сравнение механического и фемтосекундного капсулорексиса при фактоэмульсификации катаракты. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2012;12(4):16–18. [Anisimova S.Yu., Trubilin V.N., Trubilin A.V., Anisimov S.I. Compare mechanical and femtosecond capsulorhexis in phacoemulsification. *Cataract and Refractive Surgery = Kataraktalnaya i refraktsionnaya khirurgiya*. 2012;12(4):16–18 (In Russ.)].
- Аветисов К.С., Иванов М.Н., Юсеф Ю.Н., Юсеф С.Н., Асламазова А.Э., Фокина Н.Д. Морфологические и клинические аспекты передней капсулотомии в фактохирургии с применением фемтосекундного лазера. *Вестник офтальмологии*. 2017;133(4):83–88. [Avetisov K.S., Ivanov M.N., Yusef Yu.N., Yusef S.N., Aslamazova A.E., Fokina N.D. Morphological and clinical aspects of anterior capsulotomy in femtosecond laser-assisted cataract surgery. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2017;133(4):83–88 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2017133483-88
- Chen X., Yu Y., Song X., Zhu Y., Wang W., Yao K. Clinical outcomes of femtosecond laser-assisted cataract surgery versus conventional phacoemulsification surgery for hard nuclear cataract. *J. Cataract Refract. Surg.* 2017;43(4):486–491. DOI: 10.1016/j.jcrs.2017.01.010
- Dick H.B., Schultz T. A. Review of Laser-Assisted Versus Traditional Phacoemulsification Cataract Surgery. *Ophthalmol Ther.* 2017;6:7–18. DOI: 10.1007/s40123-017-0080-z
- Bascaran L., Alberdi T., Martinez-Soroa I., Sarasqueta C., Mendicute J. Differences in energy and corneal endothelium between femtosecond laser-assisted and conventional cataract surgeries: prospective, intraindividual, randomized controlled trial. *Int J Ophthalmol.* 2018; 11(8):1308–1316. DOI: 10.18240/ijo.2018.08.10
- Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р., Юсеф Н.Ю. Гибридная фактоэмульсификация: новый этап в совершенствовании хирургии катаракты. *Вестник офтальмологии*. 2014;130(2):4–7. [Avetisov S.E., Mamikonyan V.R., Yusef N.Yu. Hybrid phacoemulsification: a new stage in the improvement of cataract surgery. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2014;130(2):4–7 (In Russ.)].
- Menapace R. Developments in modern cataract surgery — a critical overview. *Ther Umsch.* 2016;73(2):53–59. DOI: 10.1024/0040-5930/a000756
- Юсеф С.Н., Юсеф Ю.Н. Сравнительная оценка новой методики фрагментации ядра хрусталика при фактоэмульсификации плотных катаракт. *Вестник офтальмологии*. 2012;128(5):18–20. [Yusef S.N., Yusef Yu.N. Comparative evaluation of a new method fragmentation during dense cataracts phacoemulsification. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2012;128(5):18–20 (In Russ.)].
- Бикбов М.М., Бурханов Ю.К., Усубов Э.Л. Энергетические показатели ультразвука при проведении фемтолазер-ассистированной хирургии катаракты. *Современные технологии в офтальмологии*. 2014;3:20. [Bikbov M.M., Burkhanov Yu.K., Usubov E.L. Energy indicators of ultrasound during femtolaser-assisted cataract surgery. *Modern technologies in ophthalmology = Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii*. 2014;3:20 (In Russ.)].
- Бойко Э.В., Коскин С.А., Пожарицкий М.Д. Сравнительная медико-техническая характеристика современных фемтосекундных лазерных систем. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2010;2(30):220–222. [Boiko E.V., Koskin S.A., Pozharitsky M.D. Comparative medical and technical characteristics of modern femtosecond laser systems. *Vestnik of Russian military medical academy = Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*. 2010;2(30):220–222 (In Russ.)].
- Abell R.G., Darian-Smith E., Kan J.B. Femtosecond laser-assisted cataract surgery versus standard phacoemulsification cataract surgery: Outcomes and safety in more than 4000 cases at a single center. *J. Cataract Refract. Surg.* 2015;41:47–52. DOI: 10.1016/j.jcrs.2014.06.025
- Daya S.M., Nanavaty M.A., Espinosa-Lagana M.M. Translenticular hydrodissection, lens fragmentation, and influence on ultrasound power in femtosecond laser-assisted cataract surgery and refractive lens exchange. *J. Cataract Refract. Surg.* 2014;40:37–43. DOI: 10.1016/j.jcrs.2013.07.040
- Юсеф С.Н. Модифицированная технология гибридной фактоэмульсификации. *Вестник офтальмологии*. 2015;131(3):56–60. [Yusef C.N. Modified technology of hybrid phacoemulsification. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2015;131(3):56–60 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2015131356-60
- Gavris M., Belicioiu R., Olteanu I., Horge I. The advantages of femtosecond laser-assisted cataract surgery. *Rom J Ophthalmol* Jan-Mar 2015;59(1):38–42. DOI: 10.1177/1120672120925766
- Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р., Казарян Э.Э., Шмелева-Демир О.А., Мазурова Ю.В., Рыжкова Е.Г., Галоян Н.С., Татевосян А.А. Новый скрининговый метод определения толерантного внутриглазного давления. *Вестник офтальмологии*. 2009;125(5):3–7. [Avetisov S.E., Mamikonyan V.R., Kazaryan E.E., Shmeleva-Demir O.A., Mazurova Yu.V., Ryzhkova E.G., Galoyan N.S., Tatevosyan A.A. A new screening method for determining tolerant intraocular pressure. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2009;125(5):3–7 (In Russ.)].
- Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р., Казарян Э.Э., Шмелева-Демир О.А. Способ определения толерантного внутриглазного давления. Патент RU 2398554, 10.09.2010. [Avetisov S.E. Mamikonyan V.R., Kazaryan E.E., Shmeleva-Demir O.A. Method for determining tolerant intraocular pressure. Patent RU 2398554, 10.09.2010 (In Russ.)].
- Wang J., Su F., Wang Y., Chen Y. Intra and post-operative complications observed with femtosecond laser-assisted cataract surgery versus conventional phacoemulsification surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmology*. 2019;19:177. DOI: 10.1186/s12886-019-1190-2
- Nagy Z.Z. New technology update: femtosecond laser in cataract surgery. *Clin Ophthalmol* 2014 Jun 18;8:1157–1167. DOI: 10.2147/OPTN.S360404
- Cox J.T., Subburaman G., Munoz B., Friedman D.S., Ravindran R.D. Visual acuity outcomes after cataract surgery: high- vs. low-volume surgeons. *Ophthalmology*. 2019;126(11):1480–1489. DOI: 10.1016/j.ophtha.2019.03.033
- Ewe S.Y., Abell R.G., Vote B.J. Femtosecond laser-assisted versus phacoemulsification for cataract extraction and intraocular lens implantation: clinical outcomes review. *Curr Opin Ophthalmol*. 2018;29(1):54–60. DOI: 10.1097/ICU.0000000000000433
- Elfersy A.J., Prinzi R.A., Peracha Z.H. IOP Elevation After Cataract Surgery: Results for Residents and Senior Staff at Henry Ford Health System. *Journal of Glaucoma*: October 2016;25(1):802–806. DOI: 10.1097/IJG.0000000000000421

Юсеф Наим Юсеф, Э.Э. Казарян, Саид Наим Юсеф, Л. Алхарки, Н.Ю. Школярченко

26. Shingleton B.J., Rosenberg R.B., Teixeira R. Evaluation of intraocular pressure in the immediate postoperative period after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2007 Nov;33(11):1953-1957. DOI: 10.1016/j.jcrs.2011.07.039.
27. Аветисов С.Э., Еричев В.П., Козлова И.В., Косова Д.В. Состояние офтальмотонуса у пациентов с глаукомой после факоэмульсификации. *Национальный журнал глаукома*. 2017;16(2):3-7. [Avetisov S.E., Eriчев V.P., Kozlova I.V., Kosova D.V. The state of ophthalmotonus in patients with glaucoma after phacoemulsification. *National Journal glaucoma = Natsional'nyi zhurnal glaucoma*. 2017;16(2):3-7 (In Russ.)].
28. Slabaugh M.A., Vojikian K.D., Moore D.B., Chen P.P. The effect of phacoemulsification on intraocular pressure in medically controlled open-angle glaucoma patients. *Am. J. Ophthalmol.* 2014;157(1):26-31. DOI: 10.1016/j.ajo.2013.08.023
29. Манцева Я.Ю., Астахов С.Ю., Ананьевская П.В., Титаренко А.И. Влияние факоэмульсификации на уровень внутриглазного давления у больных с сочетанием катаракты и открытоугольной глаукомы. *Офтальмологические ведомости*. 2013;4(1):29-34. [Mantseva Ya.Yu., Astakhov S.Yu., Ananьевskaya P.V., Titarenko A.I. Influence of phacoemulsification on the level of intraocular pressure in patients with a combination of cataract and open-angle glaucoma. *Ophthalmology journal = Oftalmologicheskie vedomosti*. 2013;4(1):29-34 (In Russ.)].

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»
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»
Саид Наим Юсеф
кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-0486-7819>

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
Алхарки Лаис
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
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
Yusef Said Naim
PhD, leading researcher of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0486-7819>

Research Institute of Eye Diseases
Alkharki Lais
researcher 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