

Факторы риска прогрессирования неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации после хирургии катаракты

В.Г. Лихванцева^{1,3}С.Г. Капкива^{1,2,3}
В.И. Наумова^{1,2}С.И. Рычкова²

¹ ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна»
Федерального медико-биологического агентства
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

² Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования
ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна»
Федерального медико-биологического агентства
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

³ Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр
специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий»
Федерального медико-биологического агентства
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125310, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2024;21(1):23–34

Распространенность ВМД поздних стадий, включая неоваскулярную ВМД или географическую атрофию, в сочетании с катарактой на том же глазу после 80 лет оценивается в 12 и 68 % соответственно. В настоящее время нет единого мнения относительно того, является ли операция по удалению катаракты полезной или нет для людей с сухой формой ВМД. Хотя сообщалось, что операция по удалению катаракты обеспечивает лучшие визуальные результаты на глазах с ВМД через 6 месяцев после операции по сравнению с исходными данными, но остается неясным, влияет ли время проведения операции по отношению к началу лечения ВМД на отдаленные результаты. Дискутабельным остается вопрос о факторах риска, предрасполагающих к возникновению экссудации после хирургии катаракты у лиц с нВМД.

Ключевые слова: неоваскулярная возрастная макулярная дегенерация, хирургия катаракты, антиангиогенные препараты, прогностические факторы

Для цитирования: Лихванцева В.Г., Капкива С.Г., Рычкова С.И., Наумова В.И. Факторы риска прогрессирования неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации после хирургии катаракты. *Офтальмология*. 2024;21(1):23–34. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-1-23-34>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Risk Factor of Neovascular Age-related Macular Degeneration Progression after Cataract Surgery

V.G. Likhvantseva^{1,3}, S.G. Kapkova^{1,2,3}, S.I. Rychkova², V.I. Naumova^{1,2}

¹ A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

² Medico-Biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center —
Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency,
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

³ Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center
for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of Federal Medical Biological Agency of Russia,
Volokolamskoe highway, 91, Moscow, 125310, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2024;21(1):23–34

The prevalence of late AMD, including neovascular AMD or geographic atrophy, and cataract in the same eye after age 80 years is estimated to be 12 and 68 %, respectively. There is currently no consensus on whether cataract surgery is beneficial or harmful for people with dry AMD. Although cataract surgery has been reported to provide better visual outcomes in eyes with AMD 6 months after surgery compared with previously followed eyes, it is unclear whether the timing of surgery relative to the start of AMD treatment influences long-term outcomes. The question of risk factors predisposing to the occurrence of exudation after cataract surgery in people with nAMD remains controversial.

Keywords: neovascular age-related macular degeneration, cataract surgery, antiangiogenic drugs, prognostic factors

For citation: Likhvantseva V.G., Kapkova S.G., Rychkova S.I., Naumova V.I. Risk Factors of Neovascular Age-related Macular Degeneration Progression after Cataract Surgery. *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(1):23–34. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-1-23-34>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что катаракта и возрастная макулярная дегенерация сетчатки (ВМД) часто сосуществуют у пациентов [1]. Оба заболевания сопровождаются нарушением зрительных функций [2]. Из-за всеобщего старения населения земного шара распространенность катаракты и ВМД неуклонно растет. Так, исследовательская группа экспертов Eye Diseases Prevalence Reserch Group сообщила о росте заболеваемости ВМД в два раза за последние 10 лет. При лечении макулярной неоваскуляризации (МНВ) используют интравитреальные инъекции антиангиогенных препаратов, при катаракте выполняют фактоэмульсификацию (ФЭК). Зрительная реабилитация больных катарактой благодаря высокотехнологичной операции обычно приводит к успешному восстановлению остроты зрения, что нельзя сказать об исходах лечения поздних стадий ВМД — макулярной неоваскуляризации [3]. Коморбидность катаракты и МНВ существенно ухудшает качество зрения пациента и качество изображений сетчатки, выявляемое при оптической когерентной томографии (ОКТ) в процессе мониторинга МНВ. Остро встает вопрос о целесообразности и сроках проведения ФЭК.

В ряде исследований показано, что в результате ФЭК у пациентов, получающих анти-VEGF терапию при МНВ,

имеет место значительное улучшение остроты зрения вдаль [4]. Вместе с тем высказано немало опасений, что операция по замене хрусталика у больных с МНВ может повышать риск ее прогрессирования за счет воспалительной реакции [5, 6], хотя имеющаяся информация является противоречивой. Одни эксперты указывали на увеличение частоты и количества кист в сетчатке, обнаруживаемых на ОКТ после хирургии катаракты при продолжающемся лечении МНВ [7], что подтверждает повышение активности МНВ. Другие исследователи продемонстрировали отсутствие изменений объема предсуществующего макулярного экссудата на ОКТ после экстракции катаракты у лиц с МНВ, получивших лечение анти-VEGF препаратами [8], что указывало на стабильную активность заболевания. В регистровом исследовании (111 глаз с МНВ) было обнаружено уменьшение толщины центральной макулы после хирургии катаракты [9].

Таким образом, из имеющейся международной базы данных невозможно сделать однозначный вывод о том, полезна или вредна операция по замене катарактального хрусталика при МНВ. Несмотря на то что операция обеспечивает краткосрочное (6 месяцев) повышение остроты зрения по сравнению с неоперированными глазами,

В.Г. Лихванцева, С.Г. Капкова, С.И. Рычкова, В.И. Наумова

Контактная информация: Капкова Светлана Георгиевна doctor_kapkov@mail.ru

Факторы риска прогрессирования неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации...

все еще неясно, как влияет операция на долгосрочные результаты развития и прогрессирования МНВ.

ЕДИНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА И ПАТОГЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВМД И КАТАРАКТЫ

Как коморбидные заболевания катаракта и ВМД имеют общие факторы риска, которые вне связи с хирургией хрусталика могут сами по себе привести к одновременному прогрессированию как ВМД, так и катаракты [10].

Факторами риска катаракты являются (рис. 1А): пожилой возраст, курение, неправильное питание, нарушение обмена, ожирение, артериальная гипертензия, сахарный диабет, глаукома, окислительный стресс, фотостресс (УФО) и генетическая предрасположенность.

Исходя из этого, вполне очевидно, что возрастная катаракта является многофакторным заболеванием, и различные факторы риска, по-видимому, играют определенную роль для разных типов катаракты. Корковая катаракта, очевидно, наиболее тесно связана с такими факторами, как воздействие ультрафиолета, наличие диабета и употребление алкоголя. Ядерная катаракта в большей степени связана с курением. Данные свидетельствуют о том, что распространенность всех типов катаракты выше среди лиц с низким уровнем образования и у лиц, страдающих алкоголизмом. Доказан защитный эффект антиоксидантов в отношении катаракты, при этом ключевой антиоксидант до сих пор не установлен (рис. 1А).

Факторами риска ВМД официально признаны (рис. 1Б): пожилой возраст, курение, неправильное питание, нарушение обмена веществ, ожирение, артериальная гипертензия, сахарный диабет, окислительный стресс, фотостресс (УФО), семейный анамнез, белая раса, аметропии (дальнозоркость и близорукость высокой степени).

Как видно из представленных данных, в список факторов риска ВМД дополнительно к общим с катарактой факторам входят аметропии высокой степени, интраокулярное воспаление и белая раса. В целом они во многом совпадают (рис. 1А и Б).

В литературе есть подтверждения факту, что коморбидность катаракты и ВМД приводит к более быстрому прогрессированию и катаракты, и ВМД. Так, исследование Age-Related Eye Diseases Study (AREDS) выявило повышенный риск развития и прогрессирования катаракты у больных с большими друзами и неоваскулярной ВМД (нВМД, AREDS 2000). Сравнивая парные глаза пациентов с ВМД, J.J. Wang и соавт. подтвердили, что наличие ранней ВМД является фактором риска ее прогрессирования при катаракте [11].

Таким образом, несколько масштабных эпидемиологических исследований и объединенный метаанализ на основе ряда клинических исследований показали, что из-за общности патогенных механизмов и факторов риска ВМД может развиваться и прогрессировать вне связи с ФЭК.

Благодаря проведенным клиническим исследованиям ранняя ВМД была признана клиническим фактором

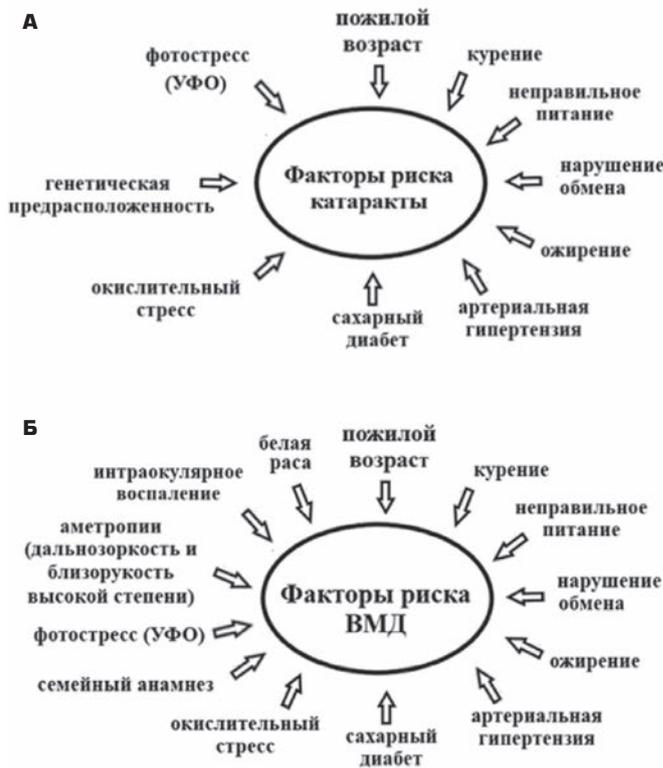


Рис. 1. Факторы риска: А — развития катаракты, Б — ВМД

Fig. 1. Risk factors: А — for developing cataracts, Б — for developing AMD

риска прогрессирования ВМД при сочетании катаракты и ВМД.

Вместе с тем известно, что хирургическое вмешательство может внести свой потенциал в прогрессирование МНВ. Интраоперационные факторы риска также известны и описаны.

ФОТОТОКСИЧНОСТЬ КАК ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЙ ФАКТОР РИСКА

Фототоксичность — известный механизм повреждения сетчатки. Этот феномен впервые был выявлен и описан при солнечной ретинопатии и ретинопатии, индуцированной лазерным излучением во время лазерных шоу [12].

При ВМД макула уже изменена и, следовательно, более уязвима для фототоксического повреждения [13].

Собственный хрусталик пожилого человека эффективно поглощает УФО, защищая сетчатку от фотостресса. При пожелтении хрусталика, наблюдаемом в процессе старения и катарактогенеза, поглощение синего света не прекращается. Во время операции нативный помутневший хрусталик удаляют и заменяют искусственной интраокулярной линзой. Увеличивающийся поток света и вредоносное воздействие УФО в ходе операции и после нее может вызывать окислительный стресс и фотостресс — ключевые механизмы патогенеза ВМД.

Таблица 1. Анализ риска прогрессирования ВМД у больных катарактой при их сочетании в различных исследованиях [24]**Table 1.** Analysis of the risk of AMD progression in patients with cataracts when they are combined in different studies [24]

Исследование (отношение шансов, 95 % ДИ) / Study (odds ratio, 95 % CI)	Любая ВМД / Any AMD	Ранняя ВМД / Early AMD	Поздняя ВМД (неоваскулярная + географическая) / Late AMD (neovascular + geographic)	Неоваскулярная ВМД / Neovascular AMD	Географическая атрофия / Geographic atrophy	Количество участников исследования / Number of study participants
Исходная катаракта и риск ВМД (без хирургического вмешательства) / Initial cataract and risk of AMD (without surgery)						
Балтиморское исследование глаз / Baltimore Eye Study (Freeman, 2003)			2,1 (0,3–17,8)			7364
Копенгагенское исследование глаз / Copenhagen Eye Study (Buch, 2005)		1,9 (1,0–3,6)	1,3 (0,6–2,2)			311
Исследование France-DMLA / Study France-DMLA (Chaine et al., 1998)	1,7 (1,5–2,0)					1844
Исследование глаз латиноамериканцев в Лос-Анджелесе / Los Angeles Hispanic Eye Study (Fraser-Bell et al., 2010)			0,5 (0,2–1,1)	0,7 (0,2–1,7)	0,8 (0,2–3,5)	5875
Проект Freeman с соавт. / The project by Freeman et al., 2023			1,3 (0,5–2,9)			9477
Оценка зрения в Солсбери / Salisbury Vision Assessment (Freeman et al., 2003)			1,3 (0,6–2,8)			4627
Объединенное отношение шансов / Pooled odds ratio	1,7 (1,5–2,0)	1,9 (1,0–3,6)	1,1 (0,7–1,7)	0,7 (0,2–1,7)	0,8 (0,2–3,5)	

Связь между УФО и катарактогенезом, а также между УФО и ВМД доказана экспериментально [14] и в эпидемиологических исследованиях.

Согласно одной из популярных гипотез интенсивное острое воздействие коротковолнового излучения во время операции по поводу катаракты и сразу после нее является токсичным для сетчатки и может вызывать прогрессирование ВМД. Заметим, что световое воздействие на сетчатку увеличивается на этапе катарактальной хирургии (так называемая интраоперационная светотоксичность, связанная с излучением операционного микроскопа) [15, 16]. В начале операции оптически значимая катаракта уменьшает степень воздействия света. Световое повреждение сетчатки на операционном столе приводит к пигментации сетчатки и депигментации РПЭ, что, собственно, и является ранним клиническим признаком ВМД. Этот фактор отчасти объясняет возможную прямую связь между хирургией катаракты и прогрессированием ВМД.

Таким образом, основное время риска приходится на интраоперационный период афакии, когда хирург еще не принял дополнительные меры для снижения воздействия света на сетчатку. В соответствии с этим для снижения риска фототоксического повреждения макулы и реактивации МНВ необходимо придерживаться строгого баланса между временем светового воздействия и адекватной визуализацией операционного поля для безопасного проведения операции [16].

После установки ИОЛ УФ-излучение блокируется специальными фильтрами с целью защиты от коротковолнового излучения [17], а пациенты, которым не имплантированы линзы с защитой от синего света/ультрафиолета, имеют более высокий риск развития ВМД после операции из-за повреждения сетчатки интенсивным

световым воздействием. Однако замена естественного хрусталика на ИОЛ со светофильтрами не обеспечивает в полной мере защиту сетчатки от коротковолнового излучения. В соответствии с этим пациенту с искусственным хрусталиком рекомендуется ношение солнцезащитных очков.

ФЛУКТУАЦИИ ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ ВО ВРЕМЯ ОПЕРАЦИИ

Наряду с интраоперационной светотоксичностью нельзя исключить возможное влияние других факторов интраоперационного риска, таких как механические повреждения тканей глаза или флюктуации внутриглазного давления (ВГД), вызывающие травму сетчатки и/или сосудистой оболочки. Во время операции снижается офтальмотонус, нарушается гематоофтальмический и гематоводный барьер, что в совокупности приводит к увеличению проницаемости сосудов для молекул и клеток крови [18].

Из-за исходных морфоструктурных изменений мембрана Бруха особенно уязвима к такой травме глаза с ранней ВМД, поэтому даже незначительные механические воздействия или флюктуации ВГД могут разрушить измененную мембрану Бруха, облегчая путь к неоваскуляризации сетчатки. Уменьшение этого фактора риска состоит в адекватном применении вискоэластичных протекторов, позволяющих избежать флюктуаций ВГД во время операции.

ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ КАК ТРИГГЕРЫ АКТИВАЦИИ НВМД

Для опытных хирургов разрыв задней капсулы хрусталика (РЗК) во время рутинной факоэмульсификации (ФЭК) является редким событием, возникающим

в 0,45–3,6 % случаев [19]. Это осложнение может возникнуть на любом этапе операции и повлечь за собой потерю стекловидного тела, присутствие фрагментов хрусталика в стекловидном теле с последующим развитием внутриглазного воспаления, отслойку сетчатки и эндофтальмит [19].

Большое ретроспективное исследование продемонстрировало возможности улучшения результатов по профилактике РЗК путем применения внутрикапсульного кольца. Были проанализированы записи катарактальных операций на 22 312 глазах. Частота зонулярного диализа составила 0,50 % (111 глаз). Внутрикапсульное кольцо было установлено в 46 глазах. Были использованы модели многомерной линейной регрессии. Лучшая исходная предоперационная ОЗ ($p = 0,019$), факт использования внутрикапсульного кольца ($p = 0,014$) и отсутствие потери стекловидного тела во время операции ($p = 0,008$) ассоциировались с улучшением остроты зрения в раннем послеоперационном периоде. Лучшая среднесрочная послеоперационная ОЗ была достоверно связана с использованием СТР (международная аббревиатура — внутрикапсульные стабилизирующие кольца) во время операции ($p = 0,004$). Разрыв задней капсулы (РЗК) является осложнением, которое может не только реактивировать нВМД, но и ухудшить функциональный результат [20].

Установлены факторы риска разрыва задней капсулы. Доказано, что предшествующие интравитреальные инъекции (ИВИ) антиангиогенных препаратов у больных с катарактой и нВМД увеличивают риск разрыва задней капсулы хрусталика во время рутинной факоэмульсификации [21–23]. Хотя точный механизм повреждения капсулы до сих пор не раскрыт, в качестве возможной причины упоминаются механическое повреждение капсулы из-за непреднамеренных микротравм постинъекционного характера и биохимический лизис как самой капсулы, так и хрусталикового связочного аппарата [22, 23].

Наиболее масштабное исследование по хирургии катаракты выполнено Королевским колледжем офтальмологов Англии по Национальной офтальмологической базе данных за 2010–2018 гг. Исследователями было показано, что средняя частота РЗК составляет менее 1 % [24]. Гипотеза о том, что предыдущая интравитреальная терапия является предиктором повышенного риска РЗК во время операции по удалению катаракты, была проверена на большом реестре глаз, перенесших хирургию катаракты в 20 больницах Великобритании. Проанализированы данные исходов 65 836 операций, из которых 1935 глаз ранее получали ИВИ различных препаратов (2,9 %). Из них 80 % получали анти-VEGF-препараты по поводу МНВ. Установлено, что у больных с ИВИ в анамнезе на 126 % повышен риск проведения витрэктомии с целью удаления оставшихся фрагментов хрусталика и простой передней витрэктомии [25, 26].

Таким образом, наиболее значимым, ассоциированным фактором риска для РЗК ($p < 0,05$) признан факт предшествующей анти-VEGF-терапии (ОШ: 1,77). Общая распространенность РЗК у пациентов с нВМД, получавших ИВИ антиангиогенных препаратов, достигала 7,45 % против < 1 % при неосложненной катаракте (95% ДИ: 5,9–9,32 %) [27]. Этот показатель был выше, чем в предыдущих отчетах, но совпадает с данными Lee и соавт. и Nagar и соавт. Большую роль играло количество предыдущих ИВИ. Более 10 ИВИ в анамнезе в 2,6 раза повышали вероятность разрыва задней капсулы хрусталика ($p = 0,003$). Три независимые исследования в США и Великобритании подтвердили этот факт [28, 29]. Дозозависимое увеличение относительного риска на одну инъекцию составило 8,6 % (ОШ: 1,086, 95 % ДИ: 1,04–1,135, $p < 0,01$). Более 50 % пациентов с разрывом задней капсулы получили последнюю инъекцию анти-VEGF-препарата в течение трех месяцев до ФЭК.

Была проанализирована связь с конкретным антиангиогенным препаратом. Так, после поправки на возраст (≤ 65 лет) для пациентов, получавших исключительно ИВИ бевацизумаба, отношение шансов (ОШ) составило 0,79 (95 % ДИ: 0,58–2,83; $p = 0,56$); для пациентов, получавших исключительно ИВИ ранибизумаба, ОШ составило 0,47 (95 % ДИ: 0,19–1,2; $p = 0,11$); для пациентов, получавших исключительно ИВИ афлиберцепта, ОШ составило 0,23 (95 % ДИ: 0,28–1,92; $p = 0,17$); для пациентов, получавших комбинированную/сменную терапию двумя или более препаратами, ОШ не было определено из-за недостаточного размера выборки.

Наряду с этим значимым фактором риска РЗК были признаны пожилой возраст (для пациентов старше 65 лет ОШ составлял: 2,0 (95 % ДИ: 1,02–4,17, $p = 0,04$)) и мужской пол (ОШ: 1,49; $p = 0,05$).

С помощью нескольких моделей логистической регрессии в качестве фактора риска был также проанализирован опыт катарактального хирурга (объединенное ОШ: 1,83–2,83). Для неопытных хирургов (выполнивших менее 30 операций) ОШ составило 2,94 (95 % ДИ: 2,74–2,94; $p = 0,06$), для хирургов со средним уровнем опыта (30–250 операций) ОШ = 0,99 (95 % ДИ: 0,53–1,85; $p = 0,98$) и для опытных хирургов (более 250 операций) 0,98 (95 % ДИ: 0,55–1,77; $p = 0,98$).

Таким образом, к факторам риска развития и реакции МНВ относятся интраоперационные осложнения, в частности, разрыв задней капсулы хрусталика.

Идентифицированы собственные, независимые факторы риска разрыва задней капсулы хрусталика во время ФЭК: пожилой возраст пациента, мужской пол, неопытность катарактального хирурга (менее 30 выполненных операций) и большое количество предшествующих ИВИ антиангиогенных препаратов.

Снижение риска разрыва задней капсулы ассоциируется с применением внутрикапсульного кольца и с опытом катарактального хирурга.

ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЕ ВОСПАЛЕНИЕ

Важный фактор риска развития и прогрессирования ВМД — послеоперационное воспаление, вызванное хирургической травмой. Еще в 1994 г. Van der Schaft и соавт. предложили гипотезу, согласно которой катарактальная хирургия повышает восприимчивость глаза к ВМД через воспалительные механизмы. Последующие данные подтвердили, что воспаление — отличительный патогенетический признак [30] и механизм прогрессирования ВМД [31].

Согласно современным представлениям, в этиопатогенезе ВМД участвуют несколько воспалительных факторов. Острое или хроническое послеоперационное воспаление реализуется через активацию системы комплемента, привлечение и активацию макрофагов, которые самостоятельно продуцируют провоспалительные цитокины, выступающие дополнительными проангиогенными стимулами.

Прогрессирование ВМД может быть связано с активацией иммунной системы через стресс и воспалительную реакцию на хирургическую травму [32]. Однако эти механизмы действуют краткосрочно. Станут ли они триггером к запуску начальной ВМД или прогрессированию уже существующего заболевания, доподлинно неизвестно.

Установлено, что чувствительность к воспалению имеет под собой этнические корни. I. Kaiserman и соавт. в статье, основанной на анализе разных этнических подгрупп, продемонстрировали, что азиаты более склонны к прогрессированию ВМД после операции по замене хрусталика, чем европейцы [33]. С.У. Cheng объяснил это генетическими различиями ВМД у азиатов и европейцев [34]. Автор полагал, что физиологические или генетические факторы, вызывающие помутнение хрусталика, могут также вызывать ВМД. На этом основании были выделены группы риска развития ВМД при катарактальной хирургии. Так, J.J. Wang и соавт. показали,

что гомозиготные носители CFH Y402H чаще встречаются среди азиатов, у которых имеется более высокий риск развития всех типов ВМД [35]. Возможно, все определяет индивидуальный набор факторов риска пациента и его генетика (рис. 2).

Все вышеперечисленные факторы риска, ассоциированные с операцией по удалению хрусталика, отчасти нашли отражение в эволюции технологий катарактальной хирургии и производства искусственных хрусталиков, что сказалось на результатах метаанализа причинно-следственной связи между катарактальной хирургией и развитием ВМД у больных с сочетанием этих двух заболеваний (рис. 3).

Главные закономерности причинно-следственных связи между ВМД и хирургией катаракты (ФЭК) были выявлены в трех последних метаанализах 2020–2022 гг., в которые вошло большое количество участников из различных регионов мира и с различной этнической принадлежностью.

Метаанализ Yuanjuan Liu (2020) представил 12 когортных исследований (табл. 3), два из которых выполнены в Европе, два — в Азии, остальные в Америке и Океании. Благодаря присутствию разных этнических групп и 20-летнему сроку наблюдения эксперты пришли к заключению, что у азиатов более высока вероятность развития и прогрессирования ВМД после катарактальной хирургии. К аналогичному выводу пришел J.D. Но, изучавший этот вопрос в Южной Корее [36], а также V.C. Daien и соавт., показавшие, что частота нВМД у азиатов к концу пятилетнего срока наблюдения после катарактальной хирургии в 2–3 раза превышает средне-популяционные показатели неоперированных больных (ОР: 2,68; 95 % ДИ 1,55–4,66; $p < 0,01$). Азиаты и европейцы различаются по генетической структуре ВМД. Имеется достаточно много исследований, выполненных в Европе и Америке, и относительно мало — в Азии [36] и Африке. Отношение шансов (ОШ, синоним ОР) для Азии составило 2,855 (95 % ДИ 1,704–4,781), Европы — 1,271 (95 % ДИ 0,914–1,769), Океании — 1,017 (95 % ДИ 0,607–1,703) и Америки — 1,017 (95 % ДИ 0,607–1,703). S. Lazreg и соавт. [22] подтвердили, что вероятность развития ВМД среди североафриканцев, проживающих в Алжире и Италии, достоверно выше по сравнению с теми, кто перенес замену хрусталика (ОШ: 2,69; 95 % ДИ 1,96–3,70; $p < 0,0001$), и у лиц, не подвергшихся операции (ОШ: 2,69; 95 % ДИ 1,96–3,70; $p < 0,0001$).

Последние 2 системных обзора по анализируемой проблеме представлены Zhaoyan Chen и Lihong Yang [37, 38].



Рис. 2. Факторы риска ВМД, ассоциированные с хирургией катаракты

Fig. 2. Risk factors for AMD associated with cataract surgery

Таблица 2. Анализ риска ВМД после хирургии катаракты в эпидемиологических исследованиях [37]**Table 2.** Analysis of the risk of AMD after cataract surgery in epidemiological studies [37]

Исследование (отношение шансов, 95 % ДИ) / Study (odds ratio, 95 % CI)	Любая ВМД / Any AMD	Ранняя ВМД / Early AMD	Поздняя ВМД (неоваскулярная + географическая) / Late AMD (neovascular + geographic)	Неоваскулярная ВМД / Neovascular AMD	Географическая атрофия / Geographic atrophy	Количество участников исследования / Number of study participants
Исходная катаракта и течение ВМД после хирургии катаракты с оценкой риска вне связи с длительностью наблюдения / Initial cataract and course of AMD after cataract surgery with risk assessment independent of follow-up duration						
Когортное исследование Pollack (1996), Азия / Pollack cohort study (1996), Asia		4,5 (1,3–19,7)				47+47
Исследование в Балтиморе / Baltimore Study (Freeman, 2003)			2,6 (0,9–7,5)			7364
Исследование Blue Mountains Eye / Blue Mountains Eye Study (Wang, 1999)		0,7 (0,4–1,2)	1,3 (0,6–2,6)			3654
Исследование Copenhagen City Eye Study / Copenhagen City Eye Study (Buch., 2005)		1,3 (0,7–2,4)	1,6 (0,8–3,2)			311
Исследование France-DMLA / France-DMLA study (Chaine et al. 1998)	1,5 (1,1–2,1)					1844.
Исследование глаз латиноамериканцев в Лос-Анджелесе / Los Angeles Hispanic Eye Study (Fraser-Bell et al., 2010)			2,2 (1,1–4,4)	2,8 (0,8–9,6)	2,6 (0,4–14,7)	5875
Проект объединенный / Project United (Freeman, 2003)			1,9 (0,9–4,1)			9477
Оценка зрения в Солсбери / Salisbury Vision Assessment (Freeman, 2003)			1,3 (0,7–2,4)			4627
Объединенное отношение шансов (95 % ДИ) / Pooled odds ratio (95 % CI)	1,5 (1,1–2,1)	0,9 (0,5–1,7)	1,7 (1,3–2,3)	2,8 (0,8–9,6)	2,6 (0,4–14,7)	
Случаи развития ВМД ранее 5 лет после хирургии катаракты / Cases of AMD development earlier than 5 years after cataract surgery						
Исследование зрения в Балтиморе / Baltimore Vision Study (Freeman, 2003)			1,8 (0,4–7,5)			7363
Исследование Beaver Dam Eye Study / Beaver Dam Eye Study (Klein R, 2012)		0,9 (0,7–1,3)	1,8 (1,0–2,9)			4926
CSAMD (Wang, 2012)		1,1 (0,7–1,7)	0,7 (0,3–1,8)			1244
Исследование Rotterdam Eye study / Rotterdam Eye study (Ho, 2008)	1,1 (0,8–1,7)	1,2 (0,8–1,7)		1,0 (0,4–2,3)		12 002
Оценка зрения в Солсбери / Salisbury Vision Assessment (Freeman, 2003)			1,4 (0,7–2,9)			4504
Объединенное отношение шансов (95 % ДИ) / Pooled odds ratio (95 % CI)	1,1 (0,8–1,7)	1,1 (0,8–1,3)	1,4 (1,0–2,1)	1,0 (0,4–2,3)		
Случаи развития ВМД через 5 и более лет после хирургии катаракты / Cases of AMD development 5 or more years after cataract surgery						
AREDS (Chew, 2009)				0,8 (0,4–1,3)	0,6 (0,3–1,0)	2335
Исследование глаз бобровой плотины / Beaver Dam Eye Study (Klein, 2012)		1,3 (0,9–1,9)	2,2 (1,3–3,7)			3722
Оценка зрения в Солсбери / Salisbury Vision Assessment (Freeman et al., 2003)			1,9 (0,7–4,9)			4504
Исследование зрения в Балтиморе / Baltimore Vision Study (Freeman, 2003)			3,5 (0,8–15,0)			7363
Объединенное отношение шансов (95 % ДИ) / Pooled odds ratio (95 % CI)		1,3 (0,9–1,9)	2,2 (1,4–3,5)	0,8 (0,4–1,3)	0,6 (0,3–1,0)	
Случаи развития ВМД через 10 и более лет после хирургии катаракты / Cases of AMD development 10 or more years after cataract surgery						
Исследование глаз Голубых гор / Blue Mountains Eye Study (Cugati et al. 2006)		1,3 (0,7–2,3)	1,6 (0,7–3,9)	2,1 (0,8–5,8)	1,0 (0,3–3,8)	1952
Объединенное отношение шансов (95 % ДИ) / Pooled odds ratio (95 % CI)		1,3 (0,7–2,3)	1,6 (0,7–3,9)	2,1 (0,8–5,8)	1,0 (0,3–3,8)	

Lihong Yang и соавт. в 2020 г. провели метаанализ, зарегистрировав его в системе PROSPERO (CRD42017077962), в который вошли 12 когортных исследований, 1 исследование «случай-контроль» и 2 рандомизированных контролируемых испытания (РКИ) по изучению связи между операцией по удалению катаракты и ВМД. Пять исследований были взяты из двух когортных исследований (Beaver Dam Eye Study и Blue Mountains Eye Study), имевших разную продолжительность наблюдения.

Всего в обзор вошли 15 исследований, опубликованных за период с 1998 по 2017 г. Продолжительность наблюдения варьировала от 1,5 до 20 лет. Отношение шансов использовали в качестве меры оценки связи в модели случайного эффекта, дополнительно стратифицировали по факторам, влияющим на результаты. Авторы установили, что катарактальная хирургия в значительной степени связана с частотой поздней ВМД (ОШ 1,80; 95 % ДИ 1,26–2,56; $p = 0,001$), особенно географической атрофии

(ОШ 3,20; 95 % ДИ 1,90–5,39; $p \leq 0,001$), и не связана с частотой ранней ВМД. Показано, что заболеваемость ранней и поздней ВМД растет с увеличением продолжительности наблюдения за пациентами после катарактальной хирургии. После 5 лет риск прогрессирования ВМД становится очевиден: ОШ = 1,97; 95 % ДИ 1,29–3,01 ($p = 0,002$). Так, F.L. Ferris показал, что риск прогрессирования ВМД у пациентов с умеренно выраженными признаками ВМД достигал 50 % в течение 5 лет [39]. Объединенные результаты исследований Beaver Dam и Blue Mountain подтвердили достоверное увеличение 5-летней заболеваемости нВМД после операции по удалению катаракты. Схожие результаты получил Klein и соавт. и J.J. Wang, показавшие, что частота нВМД в течение 5 лет после катарактальной хирургии почти в 3 раза превышала показатели пациентов без хирургического вмешательства (ОШ = 2,68; 95 % ДИ 1,55–4,66; $p < 0,001$) [40].

В метаанализе Yuanjuan Liu [41] классифицировал ВМД на раннюю и позднюю, объединяющую влажную и сухую формы. Эту классификацию применяли ко всем включенным клиническим исследованиям, что позволило провести между ними сравнение. Автор пришел к заключению, что без анализа типа ВМД невозможно сделать однозначный вывод о том, что катарактальная хирургия может вызывать прогрессирование всех типов ВМД (ОШ: 1,271; 95 % ДИ 0,914–1,769). Включенные

в метаанализ исследования продемонстрировали явные различия в показателях.

Отношение шансов напрямую зависело от продолжительности наблюдения. R. Klein показал, что к пяти и более годам наблюдения ОШ было выше для поздней ВМД среди лиц, перенесших катарактальную операцию, по сравнению с лицами, прооперированными менее 5 лет назад. Метаанализ Lihong Yang подтвердил, что причинно-следственная связь между катарактальной хирургией, манифестацией ВМД и течением заболевания проявляется при продолжительности наблюдения более 5 лет: ОШ составляет 1,372 (95 % ДИ 1,062–1,772). При этом разные клинические подтипы ВМД имели разные риски прогрессирования. Объединенные результаты Beaver Dam и Blue Mountain продемонстрировали, что негативный потенциал катарактальной хирургии начинает коррелировать с 5-летней заболеваемостью нВМД. Результаты 10-летнего наблюдения Beaver Dam подтвердили, что катарактальная хирургия повышает риск поздней ВМД [42].

Причинно-следственные связи между катарактальной хирургией и прогрессированием ВМД усиливались со временем. Многие долгосрочные наблюдения за пациентами с ВМД продемонстрировали более высокий риск развития и прогрессирования ВМД после операции, чем без нее. Как показано в наблюдении, объединившим 3 популяционных исследования, у тех, кто сообщил

Таблица 3. Характеристика исследований, включенных в метаанализ 2020 года, по анализу рисков прогрессирования ВМД при катарактальной хирургии [29]

Table 3. Characteristics of studies included in the 2020 meta-analysis and risk for AMD progression in cataract surgery [29]

Автор / Author	Год публикации / Year of publication	Дизайн исследования / Study design	Количество случаев / контроль / Number of cases/ controls	Место проведения КИ / Clinical trial site	Корректировка / соответствие / Adjustment/ Compliance	Тип ВМД / AMD type	Срок наблюдения / Observation period	OR / RR / HR	95% CI	p	Возраст Age
Lintje Ho	2008	Когортное	6032	Европа	Возраст, пол, время наблюдения и корреляция между глазами / Age, gender, observation time and correlation between eyes	ВМД / AMD	5,7 (2,8–9,7)	OR = 1,26	0,85–1,86	—	≥55
						Ранняя ВМД / Early AMD		OR = 1,31	0,88–1,95		
						Сухая ВМД / Dry AMD		OR = 3,44	1,68–7,08		
						Влажная ВМД / Wet AMD		OR = 0,93	0,35–2,49		
Jie Jin Wang	2003	Когортное	6019	Океания и Северная Америка (BDES и BMES) / Северная Америка (BDES) / Океания (BMES)	Исходный возраст, пол, статус курения (в настоящее время, в прошлом и никогда) и существовавшие ранее поражения ARM на ранней стадии на исходном уровне / Baseline age, sex, smoking status (current, past, and never), and pre-existing early-stage ARM lesions at baseline	Поздняя ВМД / Late AMD	≥5 лет / ≥5 years	OR = 5,7	2,4–13,6	—	—
						Сухая ВМД / Dry AMD		OR = 4,5	1,4–14,7		
						Влажная ВМД / Wet AMD		OR = 4,9	1,9–12,4		
						Поздняя ВМД / Late AMD		OR = 7,3	2,6–20,4		
						Сухая ВМД / Dry AMD		OR = 4,7	1,4–16,1		
						Влажная ВМД / Wet AMD		OR = 6,8	1,9–24,3		
						Поздняя ВМД / Late AMD		OR = 4,2	1,0–17,5		
						Сухая ВМД / Dry AMD		OR = 7,6	1,1–55,0		
						Влажная ВМД / Wet AMD		OR = 3,1	0,7–13,2		
Sudha Cugati	2006	Когортное	1952	Океания (BMES)	Возраст, пол, курение / Age, gender, smoking / Возраст, пол, курение и наличие ранних признаков ВМД / Age, gender, smoking and presence of early signs of AMD	Ранняя ВМД / Early AMD	≥10 лет / ≥10 years	OR = 1,25	0,69–2,25	—	≥49
						Поздняя ВМД / Late AMD		OR = 3,31	1,11–9,87		
						Сухая ВМД / Dry AMD		OR = 2,34	0,51–10,8		
						Влажная ВМД / Wet AMD		OR = 3,42	1,07–10,91		

Автор / Author	Год публикации / Year of publication	Дизайн исследования / Study design	Количество случаев/ контроль / Number of cases/ controls	Место проведения КИ / Clinical trial site	Корректировка/ соответствие / Adjustment/ Compliance	Тип ВМД / AMD type	Срок наблюдения / Observation period	OR / RR / HR	95% CI	p	Возраст Age
Jau-Der Ho	2018	Когортное / Cohort	3465/10395	Азия / Asia	Географическое положение, уровень урбанизации, ежемесячный доход, диабет, гипертония, сердечно-сосудистые заболевания и гиперлипидемия / Geographical location, level of urbanization, monthly income, diabetes, hypertension, cardiovascular disease and hyperlipidemia	Влажная ВМД / Wet AMD	≥5 лет / ≥5 years	HR = 2,68	1,55–4,66	<0,01	70,2 ± 9,6
Helena Buch	2005	Когортное / Cohort	359	Европа /	Возраст, пол / Age, gender	ВМД / AMD Поздняя ВМД / Late AMD	≥14 лет / ≥14 years	OR = 1,3 OR = 1,6	0,7–2,4 0,8–3,2	—	82,4 ± 4,63 (75–95)
Emily Y. Chew	2009	Когортное / Cohort	6037	Америка / America (AREDS)	Возраст, пол, раса, курение, группа лечения AREDS и степень тяжести ВМД для конкретных глаз / Age, sex, race, smoking, AREDS treatment group, and eye-specific AMD severity	Влажная ВМД / Wet AMD Сухая ВМД / Dry AMD	5 лет / 5 years	OR = 0,76 OR = 0,55	0,44–1,30 0,31–0,99	0,31 0,047	55–80
Jie Jin Wang	2012	Когортное / Cohort	1178	Океания Oceania (CSAMD)	Базовая ранняя ВМД в моделях для позднего исхода ВМД (парное сравнение) / Baseline early AMD in models for late AMD outcome (paired comparison)	Поздняя ВМД / Late AMD Ранняя ВМД / Early AMD	3 года / 3 years	OR = 0,74 OR = 1,07	0,23–2,36 0,74–1,65		≥65
Jie Jin Wang	2016	Когортное / Cohort	2029		Базовая ранняя ВМД в моделях для позднего исхода ВМД (парное сравнение) / Baseline early AMD in models for late AMD outcome (paired comparison)	Поздняя ВМД / Late AMD Ранняя ВМД / Early AMD		5 лет / 5 years	OR = 0,7 OR = 0,7		
Ronald Klein	2002	Когортное / Cohort	2764	Северная Америка / North America (BDES)	Возраст, пол, курение, употребление алкоголя и систолическое артериальное давление, витаминотерапия / Age, gender, smoking, alcohol consumption and systolic blood pressure vitamin therapy	ВМД / AMD Ранняя ВМД / Early AMD Поздняя ВМД / Late AMD Влажная ВМД / Wet AMD Сухая ВМД / Dry AMD	10 лет / 10 years	OR = 1,97 RR = 1,36 RR = 3,81 RR = 4,31 RR = 3,18	1,29–3,02 0,82–2,23 1,89–7,69 1,71–10,9 1,33–7,60	<0,01 0,23 <0,01 <0,01 <0,01	43–86
B.E. Klein	2012	Когортное / Cohort	3275 3585	Северная Америка / North America (BDES)	Возраст, пол, образование, курение, употребление алкоголя, сердечно-сосудистые заболевания, диабет и диастолическое АД / Age, gender, education, smoking, alcohol consumption, cardiovascular diseases, diabetes and diastolic blood pressure	Ранняя ВМД / Early AMD Поздняя ВМД / Late AMD	20 лет / 20 years	OR = 1,06 OR = 1,96	0,81–1,38 1,28–3,02	0,7 0,002	43–86
Ronald Klein	1998	Когортное / Cohort	3684	Северная Америка / North America (BDES)	Возраст, курение, потребление пива, алкоголя, пульсовое давление, гипертония и витаминотерапия / Age, smoking, beer, alcohol consumption, pulse pressure, hypertension and vitamin therapy	Ранняя ВМД / Early AMD Поздняя ВМД / Late AMD Влажная ВМД / Wet AMD Сухая ВМД / Dry AMD ВМД AMD	5 лет / 5 years	OR = 1,73 OR = 2,80 m = 1,67 OR = 3,49 OR = 2,57	0,93–3,21 1,03–7,63 0,39–7,18 0,80–15,16 1,61–4,11	0,08 0,04 0,49 0,1 <0,001	43–86 ≥65 ≥65 ≥65 43–86

об операции пятью или более годами ранее, шансы развития поздней ВМД были в 2,1 раза выше (95 % ДИ 1,0–4,6), чем у тех, кто перенес операцию менее пяти лет назад (ОШ = 1,4, 95 % ДИ 0,7–2,6). В одной популяционной когорте пожилых австралийцев выявлено присутствие повышенного долгосрочного (10 лет) риска развития поздней ВМД в глазах, подвергшихся хирургическому вмешательству, по сравнению с пациентами с факичными глазами на исходном уровне. 10-летнее исследование Blue Mountain также продемонстрировало более высокий риск развития нВМД (ОШ: 4,3; 95 % ДИ 1,7–10,9) и ГА (ОШ: 3,2; 95 % ДИ 1,3–7,6) в артификачных глазах по сравнению с факичными глазами [42]. Заметим, что у пациентов с друзами или пигментными изменениями макулы риск развития поздней ВМД сохраняется и с хирургическим вмешательством по поводу катаракты, и без него. В целом, ОШ при продолжительности наблюдения более пяти лет составило 1,372 (95 % ДИ 1,062–1,772). F.L. Ferris и соавт. [39] обнаружили, что риск развития поздней ВМД достигает 50 % к 5-летнему сроку наблюдения у пациентов с промежуточной стадией ВМД (большие двусторонние друзы) или с односторонней ВМД. Для тех кто сгруппирован по срокам наблюдения, ОШ для ≤ 5 лет составил 1,011 (95 % ДИ 0,592–1,728), >5 лет — 1,372 (95 % ДИ 1,062–1,772). По мере увеличения продолжительности наблюдения корреляция между катарактальной хирургией и прогрессированием ВМД становится все более и более очевидной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Риск прогрессирования ВМД в глазах с начальной стадией ВМД, подвергшихся катарактальной хирургии, тем выше, чем длительнее срок наблюдения, что позволило считать операцию по замене хрусталика фактором риска развития ВМД. Так, относительный риск прогрессирования ВМД при сроках наблюдения до 5 лет после

катарактальной хирургии составил: ОШ 1,194 [95 % ДИ 0,897–1,591]; после 5 лет наблюдения он достигает ОШ 1,372 (95 % ДИ 1,062–1,772). В перекрестном исследовании, объединившем 3 популяционные исследования, спустя 5 и более лет после хирургии катаракты отмечался 2,1-кратный прирост (95 % ДИ 1,0 против 4,6) случаев прогрессирования ВМД по сравнению с показателями в более ранние сроки наблюдения (менее 5 лет).

2. Начальная стадия ВМД, выявленная до операции, является самостоятельным и независимым фактором риска прогрессирования ВМД после катарактальной хирургии.

3. Риск прогрессирования ВМД после катарактальной хирургии зависит от стадии заболевания: он выше на глазах с поздней стадией ВМД по сравнению с ранней стадией. Более того, именно при разделении ВМД на раннюю и позднюю ВМД, в которую вошли нВМД и географическая атрофия, доказана четкая причинно-следственная связь между операцией по замене хрусталика и нВМД.

4. Риск прогрессирования ВМД после операции по удалению катаракты зависит от этнической принадлежности пациента. Анализ результатов исследований в четырех регионах мира (Азия, Европа, Океания и Америка) показал, что в Азии хирургия катаракты в большей степени связана с прогрессированием ВМД, чем в других регионах. Для сравнения: для Азии ОШ составляет 2,855 (95 % ДИ 1,704–4,781), для североафриканцев — 2,69 (95 % ДИ 1,96–3,70, $P < 0,0001$), для Европы — 1,271 (95 % ДИ 0,914–1,769), Океании — 1,017 (95 % ДИ 0,607–1,703), Америки — 0,997 (95 % ДИ 0,621–1,601) [22].

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Лихванцева В.Г. — основная идея, дизайн статьи, написание статьи;
Капкова С.Г. — написание статьи;
Рычкова С.И. — подготовка рисунков и таблиц к статье;
Наумова В.И. — сбор литературных источников, подготовка и оформление ссылок.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Чистякова НВ, Даль НЮ, Лисочкина АВ. Влияние хирургии катаракты на развитие и прогрессирование возрастной макулярной дегенерации. Офтальмологические ведомости. 2010;3(4):42–45. Chistyakova NV, Dal NYu, Lisochkina AV. The effect of cataract surgery on the development and progression of age-related macular degeneration. Ophthalmological statements. 2010;3(4):42–45.
2. Alio JL, Plaza-Puche AB, Fernández-Buenaga R, Pikkil J, Maldonado M. Multifocal intraocular lenses: An overview. Surv Ophthalmol. 2017 Sep-Oct;62(5):611–634. doi: 10.1016/j.survophthal.2017.03.005.
3. Фадеева ТВ. Влияние хирургии катаракты на появление поздних стадий возрастной макулярной дегенерации. Российская офтальмология онлайн. Катаракта. Практикующему врачу. 2020;11. OAI-PMH ID: oai:eyepress.ru:article11988 Fadeeva TV. The effect of cataract surgery on the appearance of late stages of age-related macular degeneration. Russian ophthalmology online. Cataract. Practicing physician. 2020;11.
4. Bandyopadhyay S, Saha M, Chakrabarti A, Sinha A. Effect on contrast sensitivity after clear, yellow and orange intraocular lens implantation. Int Ophthalmol. 2016 Jun;36(3):313–318. doi: 10.1007/s10792-015-0120-4.
5. Akansha EO, Bui BV, Ganeshrao SB, Bakthavatchalam P, Gopalakrishnan S, Matam S, Poojary RR, Jathanna JS, Jose J, Theruveethi NN. Blue-Light-Blocking Lenses Ameliorate Structural Alterations in the Rodent Hippocampus. Int J Environ Res Public Health. 2022 Oct 9;19(19):12922. doi: 10.3390/ijerph191912922.
6. Bhandari S, Vitale S, Agrón E, Clemons TE, Chew EY; Age-Related Eye Disease Study 2 Research Group. Cataract Surgery and the Risk of Developing Late Age-Related Macular Degeneration: The Age-Related Eye Disease Study 2 Report Number 27. Ophthalmology. 2022 Apr;129(4):414–420. doi: 10.1016/j.ophtha.2021.11.014.
7. Bjerager J, van Dijk EHC, Holm LM, Singh A, Subhi Y. Previous intravitreal injection as a risk factor of posterior capsule rupture in cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. Acta Ophthalmol. 2022 Sep;100(6):614–623. doi: 10.1111/aos.15089.
8. Bloch SB, Larsen M, Munch IC. Incidence of legal blindness from age-related macular degeneration in Denmark: year 2000 to 2010. Am J Ophthalmol. 2012;153:209–213.e2. doi: 10.1016/j.ajo.2011.10.016.
9. Brøndsted AE, Haargaard B, Sander B, Lund-Andersen H, Jennum P, Kessel L. The effect of blue-blocking and neutral intraocular lenses on circadian photoentrainment and sleep one year after cataract surgery. Acta Ophthalmol. 2017 Jun;95(4):344–351. doi: 10.1111/aos.13323.
10. Ozulken K, Kiziltoprak H, Yuksel E, Mumcuoglu T. A Comparative Evaluation of Diffractive Trifocal and New Refractive/Extended Depth of Focus Intraocular Lenses for Refractive Lens Exchange. Curr Eye Res. 2021 Jun;46(6):811–817. doi: 10.1080/02713683.2020.1833347.
11. Velez-Montoya R, Sanchez-Santos I, Galvan-Chavez M, Wu L, Arevalo JF, Berrocal MH, Alezzandrini AA, Figueroa MS, Gallego-Pinazo R, Dolz-Marco R, Martinez-Rubio C, Gonzalez-Salinas R. Risk of Posterior Capsular Rupture during Phacoemulsification in Patients with the History of Anti-VEGF Intravitreal Injections: Results from the Pan-American Collaborative Retina Study (PACORES) Group. J Ophthalmol. 2021 Oct 11;2021:5591865. doi: 10.1155/2021/5591865.
12. Kleinmann G, Hoffman P, Schechtman E, Pollack A. Microscope-induced retinal phototoxicity in cataract surgery of short duration. Ophthalmology. 2002 Feb;109(2):334–338. doi: 10.1016/s0161-6420(01)00924-1.
13. Wolfie M. How safe is the light during ophthalmic diagnosis and surgery. Eye (Lond). 2016 Feb;30(2):186–188. doi: 10.1038/eye.2015.247.

В.Г. Лихванцева, С.Г. Капкова, С.И. Рычкова, В.И. Наумова

Контактная информация: Капкова Светлана Георгиевна doctor_kapkov@mail.ru

14. Avetisov SE, Sheremet NL, Muranov KO, Polyansky NB. Experimental study of the influence of damaging factors and chaperone-like drugs on cataractogenesis. *Bulletin of Ophthalmology*. 2013;5:154–158.
15. Westborg I, Albrecht S, Granstam E, Karlsson N, Kugelberg M, Lundström M, Montan P, Behndig A. Treatment of age-related macular degeneration after cataract surgery: a study from the Swedish National Cataract and Macula Registers. *Acta Ophthalmol*. 2021 Feb;99(1):e124–e129. doi: 10.1111/aos.14519.
16. Reinhard T, Maier P, Böhringer D, Bertelmann E, Brockmann T, Kiraly L, Salom D, Piovela M, Colonval S, Mendicute J. Comparison of two extended depth of focus intraocular lenses with a monofocal lens: a multi-centre randomised trial. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021 Feb;259(2):431–442. doi: 10.1007/s00417-020-04868-5.
17. Hahn P, Yashkin AP, Sloan FA. Effect of Prior Anti-VEGF Injections on the Risk of Retained Lens Fragments and Endophthalmitis after Cataract Surgery in the Elderly. *Ophthalmology*. 2016 Feb;123(2):309–315. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.06.040.
18. Rosenfeld PJ, Shapiro H, Ehrlich JS, Wong P, MARINA and ANCHOR study groups. Cataract surgery in ranibizumab-treated patients with neovascular age-related macular degeneration from the phase 3 ANCHOR and MARINA trials. *Am J Ophthalmol*. 2011;152:793–798. doi: 10.1016/j.ajo.2011.04.025.
19. Casparis H, Lindsley K, Kuo IC, Sikder S, Bressler NM. Surgery for cataracts in people with age-related macular degeneration. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;2(2):CD006757. doi: 10.1002/14651858.CD006757.
20. Sparrow JR, Miller AS, Zhou J. Blue light-absorbing intraocular lens and retinal pigment epithelium protection in vitro. *J Cataract Refract Surg*. 2004 Apr;30(4):873–878. doi: 10.1016/j.jcrs.2004.01.031.
21. Kaiserman I, Kaiserman N, Elhayany A, Vinker S. Cataract surgery is associated with a higher rate of photodynamic therapy for age-related macular degeneration. *Ophthalmology*. 2007 Feb;114(2):278–282. doi: 10.1016/j.ophtha.2006.10.019.
22. Lazreg S, Delcourt C, Zeggane S, Sanchez A, Ziani A, Daghbouch M, Benmoussa S, Mokrani K, Billah Mekki M, Renault D, Battaglia Parodi M, Bandello F, Nouri MT. Age-Related Macular Degeneration and Its Risk Factors in North Africans Living in Algeria and Italy. *Ophthalmic Res*. 2016;56(3):145–154. doi: 10.1159/000446844.
23. Leung TW, Li RW, Kee CS. Blue-Light Filtering Spectacle Lenses: Optical and Clinical Performances. *PLoS One*. 2017 Jan 3;12(1):e0169114. doi: 10.1371/journal.pone.0169114.
24. Buchan JC, Donachie PHJ, Cassels-Brown A, Liu C, Pyott A, Yip JLY, Zarei-Ghanavati M, Sparrow JM. The Royal College of Ophthalmologists' National Ophthalmology Database study of cataract surgery: Report 7, immediate sequential bilateral cataract surgery in the UK: Current practice and patient selection. *Eye (Lond)*. 2020 Oct;34(10):1866–1874. doi: 10.1038/s41433-019-0761-z.
25. Flaxman SR, Bourne RRA, Resnikoff S, Acland P, Braithwaite T, Cicinelli MV, Das A, Jonas JB, Keeffe J, Kempen JH, Leasher J, Limburg H, Naidoo K, Pesudovs K, Silvester A, Stevens GA, Tahhan N, Wong TY, Taylor HR. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990–2020: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Global Health*. 2017;5:e1221–1234. doi: 10.1016/S2214-109X(17)30393-5.
26. Grzybowski A, Wang J, Mao F, Wang D, Wang N. Intraocular vision-improving devices in age-related macular degeneration. *Ann Transl Med*. 2020 Nov;8(22):1549. doi: 10.21037/atm-20-5851.
27. Theruveethi N, Bui BV, Joshi MB, Valiathan M, Ganeshrao SB, Gopalakrishnan S, Kabekkodu SP, Bhat SS, Surendran S. Blue Light-Induced Retinal Neuronal Injury and Amelioration by Commercially Available Blue Light-Blocking Lenses. *Life (Basel)*. 2022 Feb 7;12(2):243. doi: 10.3390/life12020243.
28. Downie LE, Wormald R, Evans J, Virgili G, Keller PR, Lawrenson JG, Li T. Analysis of a Systematic Review About Blue Light-Filtering Intraocular Lenses for Retinal Protection: Understanding the Limitations of the Evidence. *JAMA Ophthalmol*. 2019 Jun 1;137(6):694–697. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2019.0019.
29. Liu Y, Zhao J, Hu Y, Li B, Wang J, Zhang J. Comparison of the Visual Performance after Implantation of Three Aberration-correcting Aspherical Intraocular Lens. *Curr Eye Res*. 2021 Mar;46(3):333–340. doi: 10.1080/02713683.2020.1798467.
30. Buschini E, Piras A, Nuzzi R, Vercelli A. Age related macular degeneration and drusen: neuroinflammation in the retina. *Prog Neurobiol*. 2011 Sep 15;95(1):14–25. doi: 10.1016/j.pneurobio.2011.05.011.
31. Rim TH, Lee CS, Lee SC, Kim S, Kim SS; Epidemiologic Survey Committee Of The Korean Ophthalmological Society. Association between Previous Cataract Surgery and Age-Related Macular Degeneration. *Semin Ophthalmol*. 2017;32(4):466–473. doi: 10.3109/08820538.2015.1119861.
32. Chen J, Smith LE. Protective inflammasome activation in AMD. *Nat Med*. 2012 May 4;18(5):658–660. doi: 10.1038/nm.2761.
33. Jia X, Wei Y, Song H. Optical coherence tomography angiography evaluation of the effects of phacoemulsification cataract surgery on macular hemodynamics in Chinese normal eyes. *Int Ophthalmol*. 2021 Dec;41(12):4175–4185. doi: 10.1007/s10792-021-01987-8.
34. Cheng CY, Yamashiro K, Chen LJ, Ahn J, Huang L, Huang L, Cheung CM, Miyake M, Cackett PD, Yeo IY, Laude A, Mathur R, Pang J, Sim KS, Koh AH, Chen P, Lee SY, Wong D, Chan CM, Loh BK, Sun Y, Davila S, Nakata I, Nakanishi H, Akagi-Kurashige Y, Gotoh N, Tsujikawa A, Matsuda F, Mori K, Yoneya S, Sakurada Y, Iijima H, Iida T, Honda S, Lai TY, Tam PO, Chen H, Tang S, Ding X, Wen F, Lu F, Zhang X, Shi Y, Zhao P, Zhao B, Sang J, Gong B, Dorajoo R, Yuan JM, Koh WP, van Dam RM, Friedlander Y, Lin Y, Hibberd ML, Foo JN, Wang N, Wong CH, Tan GS, Park SJ, Bhargava M, Gopal L, Naing T, Liao J, Ong PG, Mitchell P, Zhou P, Xie X, Liang J, Mei J, Jin X, Saw SM, Ozaki M, Mizoguchi T, Kurimoto Y, Woo SJ, Chung H, Yu HG, Shin JY, Park DH, Kim TT, Chang W, Sagong M, Lee SJ, Kim HW, Lee JE, Li Y, Liu J, Teo YY, Heng CK, Lim TH, Yang SK, Song K, Vithana EN, Aung T, Bei JX, Zeng YX, Tai ES, Li XX, Yang Z, Park KH, Pang CP, Yoshimura N, Wong TY, Khor CC. New loci and coding variants confer risk for age-related macular degeneration in East Asians. *Nat Commun*. 2015 Jan 28;6:6063. doi: 10.1038/ncomms7063. Erratum in: *Nat Commun*. 2015;6:6817.
35. Wang JJ, Fong CS, Rochtchina E, Cugati S, de Loryn T, Kaushik S, Tan JS, Arnold J, Smith W, Mitchell P. Risk of age-related macular degeneration 3 years after cataract surgery: paired eye comparisons. *Ophthalmology*. 2012 Nov;119(11):2298–2303. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.07.003.
36. Ho JD, Xirasagar S, Kao LT, Lin HC. Neovascular age-related macular degeneration is associated with cataract surgery. *Acta Ophthalmol*. 2018 Mar;96(2):e213–e217. doi: 10.1111/aos.13511.
37. Chen Z, Zeng Y, Tian F. Effect of cataract surgery on the progression of age-related macular degeneration. *Medicine (Baltimore)*. 2022 Nov 4;101(44):e31566. doi: 10.1097/MD.00000000000031566.
38. Yang L, Li H, Zhao X, Pan Y. Association between Cataract Surgery and Age-Related Macular Degeneration: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Ophthalmol*. 2022 May 5;2022:6780901. doi: 10.1155/2022/6780901.
39. Ferris FL, Davis MD, Clemons TE, Lee LY, Chew EY, Lindblad AS, Milton RC, Bressler SB, Klein R; Age-Related Eye Disease Study (AREDS) Research Group. A simplified severity scale for age-related macular degeneration: AREDS Report No. 18. *Arch Ophthalmol*. 2005 Nov;123(11):1570–1574. doi: 10.1001/archophth.123.11.1570.
40. Klein BE, Klein RE, Lee KE. Incident cataract after a five-year interval and lifestyle factors: the Beaver Dam eye study. *Ophthalmic Epidemiol*. 1999 Dec;6(4):247–255. doi: 10.1076/0966.6.4.247.4190.
41. Liu IY, White L, LaCroix AZ. The association of age-related macular degeneration and lens opacities in the aged. *Am J Public Health*. 1989 Jun;79(6):765–769. doi: 10.2105/ajph.79.6.765.
42. Klein R, Klein BE, Wong TY, Tomany SC, Cruickshanks KJ. The association of cataract and cataract surgery with the long-term incidence of age-related maculopathy: the Beaver Dam eye study. *Arch Ophthalmol*. 2002 Nov;120(11):1551–1558. doi: 10.1001/archophth.120.11.1551.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства АПО ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства Лихванцева Вера Геннадьевна доктор медицинских наук, консультант клинико-диагностического центра офтальмологии; профессор кафедры офтальмологии ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125310, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0003-2708-7217>

ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства АПО ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства Капкова Светлана Георгиевна заведующая офтальмологическим отделением; доцент кафедры офтальмологии ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125310, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Burnazyan Federal Biophysical Center of FMBA of Russia Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of FMBA of Russia Likhvantseva Vera G. consultant A.I., MD, Professor of the Ophthalmology department Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation Volokolamsk highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0003-2708-7217>

A.I. Burnazyan Federal Biophysical Center of FMBA of Russia Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of FMBA of Russia Medico-biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center — Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency Kapkova Svetlana G. PhD, head of the Department of ophthalmology, Assistant Professor of the Ophthalmology department Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation Volokolamskoe highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

V.G. Likhvantseva, S.G. Kapkova, S.I. Rychkova, V.I. Naumova

Contact information: Kapkova Svetlana G. doctor_kapkov@mail.ru

Risk Factor of Neovascular Age-related Macular Degeneration Progression after Cataract Surgery

Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования
ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр
им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства
Рычкова Светлана Игоревна
доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории
«Зрительные системы»; доцент
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

A.I. Burnazyan Federal Biophysical Center of FMBA of Russia
Rychkova Svetlana I.
MD, leading research officer
Bolshoy Karetny Lane, 19, Moscow, 127051, Russian Federation
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр
им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства
Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования
ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр
им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства
Наумова Виктория Игоревна
врач-офтальмолог отделения офтальмологии, ассистент кафедры
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

Burnazyan Federal Biophysical Center of FMBA of Russia
Naumova Victoria I.
ophthalmologist, Department of ophthalmology, Associate Professor
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation