ОБЪЁМ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ ЭНДОЛАЗЕРКОАГУЛЯЦИИ СЕТЧАТКИ КАК ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ОСЛОЖНЕНИЙ ВИТРЕОРЕТИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ ПРИ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ АНГИОРЕТИНОНЕЙРОПАТИИ

Петрачков Д.В., Алтемирова Х.Х., Зенкин Н.С., Павлов В.Г., Филиппов В.М.*, Ханова А.Н., Чижонкова Е.А.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова», Москва

DOI: 10.25881/20728255_2026_21_4_S1_39

Резюме. Обоснование: Интраоперационная эндолазеркоагуляция сетчатки является составной частью витреоретинальной хирургии осложнённых форм пролиферативной диабетической ретинопатии, однако оптимальный объём и локализация коагуляции не определены, а их связь с частотой геморрагических, неоваскулярных и макулярных осложнений изучена недостаточно.

Цель: Оценить влияние объёма интраоперационной эндолазеркоагуляции сетчатки на частоту осложнений витреоретинальной хирургии при осложнённых формах пролиферативной диабетической ретинопатии.

Материал и методы: Проспективное рандомизированное исследование включило 264 пациента (264 глаза), которым выполнена витрэктомия с бимануальным мембранопилингом. В группе 1 (98 глаз) коагуляцию не выполняли; в группе 2 (66 глаз) проводили панретинальную коагуляцию в четырёх квадрантах на ближней и средней периферии (1000–1500 коагулятов); в группе 3 (100 глаз) – периферическую коагуляцию от экватора до зубчатой линии (600–800 коагулятов). Оценивали центральную толщину сетчатки и частоту макулярного отёка, гемофтальма, рубеоза радужки и неоваскулярной глаукомы через 1 и 12 месяцев.

Результаты: Через 1 месяц группы не различались. Через 12 месяцев гемофтальм с самостоятельной резорбцией развился в 37,89; 44,61 и 17,52% глаз (p<0,001), рубеоз радужки и/или неоваскулярная глаукома – в 24,21; 7,69 и 4,12% (p<0,001), макулярный отёк – в 47,36; 56,92 и 35,05% (p = 0,020) в группах 1, 2 и 3 соответственно. Отсутствие коагуляции было прямо связано с развитием гемофтальма с самостоятельной резорбцией (p = 0,002) и неоваскулярных осложнений переднего отрезка (p<0,001); связь объёма коагуляции с центральной толщиной сетчатки не установлена.

Заключение: Отказ от интраоперационной коагуляции является фактором риска отдалённых геморрагических и неоваскулярных осложнений, а периферическая коагуляция ассоциирована с наименьшей частотой осложнений, включая макулярный отёк. Объём интраоперационной коагуляции может рассматриваться как прогностический критерий в системе дифференцированного хирургического лечения диабетической ангиоретинонейропатии.

Ключевые слова: диабетическая ангиоретинонейропатия, пролиферативная диабетическая ретинопатия, витреоретинальная хирургия, эндолазеркоагуляция сетчатки, гемофтальм, рубеоз радужки, неоваскулярная глаукома, диабетический макулярный отёк, прогностические критерии.

EXTENT OF INTRAOPERATIVE RETINAL ENDOLASER PHOTOCOAGULATION AS A PROGNOSTIC CRITERION FOR COMPLICATIONS OF VITREORETINAL SURGERY IN DIABETIC ANGIORETINONEUROPATHY

Petrachkov D.V., Altemirova Kh.Kh., Zenkin N.S., Pavlov V.G., Filippov V.M.*, Khanova A.N., Chizhonkova E.A.

M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases, Moscow

Abstract. Background: Intraoperative retinal endolaser photocoagulation is an integral part of vitreoretinal surgery for complicated proliferative diabetic retinopathy; however, its optimal extent and localisation have not been defined, and their relationship with haemorrhagic, neovascular and macular complications remains insufficiently studied.

Aim: To evaluate the effect of the extent of intraoperative endolaser photocoagulation on the incidence of complications of vitreoretinal surgery for complicated proliferative diabetic retinopathy.

Material and methods: A prospective randomised study included 264 patients (264 eyes) who underwent vitrectomy with bimanual membrane peeling. In group 1 (98 eyes) no photocoagulation was performed; in group 2 (66 eyes) panretinal photocoagulation was applied in four quadrants of the near and mid periphery (1000–1500 burns); in group 3 (100 eyes) peripheral photocoagulation from the equator to the ora serrata (600–800 burns) was performed. Central retinal thickness and the incidence of macular oedema, vitreous haemorrhage, rubeosis iridis and neovascular glaucoma were assessed at 1 and 12 months.

Results: At 1 month the groups did not differ. At 12 months, vitreous haemorrhage with spontaneous resorption occurred in 37.89, 44.61 and 17.52% of eyes (p<0.001), rubeosis iridis and/or neovascular glaucoma in 24.21, 7.69 and 4.12% (p<0.001), and macular oedema in 47.36, 56.92 and 35.05% (p = 0.020) in groups 1, 2 and 3, respectively. The absence of photocoagulation was directly associated with vitreous haemorrhage with spontaneous resorption (p = 0.002) and anterior segment neovascular complications (p<0.001); no association between the extent of photocoagulation and central retinal thickness was found.

Conclusion: Omission of intraoperative photocoagulation is a risk factor for late haemorrhagic and neovascular complications, whereas peripheral photocoagulation is associated with the lowest incidence of complications, including macular oedema. The extent of intraoperative photocoagulation can be regarded as a prognostic criterion within a system of differentiated surgical treatment of diabetic angioretinoneuropathy.

Keywords: diabetic angioretinoneuropathy, proliferative diabetic retinopathy, vitreoretinal surgery, retinal endolaser photocoagulation, vitreous haemorrhage, rubeosis iridis, neovascular glaucoma, diabetic macular oedema, prognostic criteria.

Введение

Офтальмологические осложнения сахарного диабета (СД) занимают ведущее место среди причин слепоты и слабовидения в мире [1; 2]. Осложнённые формы пролиферативной диабетической ретинопатии (ПДР) – тракционная отслойка сетчатки (ТОС), гемофтальм, тракционный диабетический макулярный отёк (ДМО), в том числе в сочетании с эпимакулярным фиброзом (ЭМФ), – служат показаниями к витреоретинальной хирургии [3]. Результат вмешательства определяется множеством системных и локальных до- и интраоперационных факторов [4], а наиболее значимыми осложнениями послеоперационного периода остаются ДМО и сохраняющаяся активность фиброваскулярной пролиферации, ведущая к гемофтальму, тракционным осложнениям и неоваскулярной глаукоме (НВГ) [5].

С позиций современных представлений о патогенезе диабетическое поражение сетчатки представляет собой поражение нейроваскулярной единицы – диабетическую ангиоретинонейропатию, при которой микроангиопатия, ишемия, нейродегенерация и глиальная активация развиваются взаимосвязанно. Клинически это проявляется

* e-mail: vmfilippov712@yandex.ru

выраженной неоднородностью течения послеоперационного периода у пациентов с одинаковой стадией заболевания, что обосновывает поиск прогностических критериев, определяющих объём интраоперационных мероприятий.

Лазеркоагуляция сетчатки применяется при ПДР как самостоятельный метод лечения и как этап витреоретинального вмешательства, однако даже после панретинальной коагуляции в ряде случаев наблюдаются прогрессирование и развитие осложнений. Для профилактики геморрагических осложнений и ятрогенной травмы сетчатки предложены щадящие хирургические техники [6; 7], вискодиссекция с контрастированием мембран [8] и пери- и интраоперационное применение ингибиторов ангиогенеза [7]. Вместе с тем консенсус в отношении объёма интраоперационной эндолазеркоагуляции сетчатки (ЭЛК) отсутствует, а её связь с частотой и характером послеоперационных осложнений требует уточнения. Первичные результаты настоящего исследования опубликованы ранее [9]; в данной работе они рассмотрены с позиций системы прогностических критериев лечения диабетической ангиоретинонейропатии и дополнены обсуждением принципов дифференцированного выбора объёма коагуляции.

Цель исследования – оценить влияние объёма интраоперационной ЭЛК на частоту осложнений витреоретинальной хирургии при осложнённых формах ПДР.

Материал и методы

Дизайн исследования и пациенты

Проспективное исследование выполнено в ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова» в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации и одобрено локальным этическим комитетом института (протокол № 66.3 от 18.11.2019); все пациенты подписали информированное согласие. Включены 264 пациента (264 глаза) с осложнёнными формами ПДР, распределённые методом рандомизации в три группы, различавшиеся только объёмом интраоперационной ЭЛК: группа 1 (98 глаз) – без коагуляции; группа 2 (66 глаз) – панретинальная ЭЛК в четырёх квадрантах на ближней и средней периферии (1000–1500 коагулятов); группа 3 (100 глаз) – периферическая ЭЛК от экватора до зубчатой линии (600–800 коагулятов).

Критерии невключения и исключения: декомпенсация соматических заболеваний, включая СД, и противопоказания к хирургическому лечению; установленные до операции причины снижения зрения, не связанные с предстоящим вмешательством (развитые стадии катаракты и глаукомы, возрастная макулярная дегенерация, наследственные заболевания сетчатки и зрительного нерва, последствия травм, сосудистых, опухолевых и воспалительных заболеваний); помутнения оптических сред, препятствующие обследованию макулярной зоны; разрывы сетчатки, выявленные до или во время операции; выполненная ранее в полном объёме транспупиллярная панретинальная лазеркоагуляция (включали пациентов без коагуляции в анамнезе либо с коагуляцией площадью не более двух квадрантов); невозможность соблюдения графика наблюдения.

Обследование и хирургическое лечение

До и после операции выполняли визометрию с определением максимально корригированной остроты зрения по таблицам ETDRS, тонометрию, биомикроскопию и офтальмоскопию в условиях мидриаза, гониоскопию, оптическую когерентную томографию макулярной зоны с измерением центральной толщины сетчатки (ЦТС) и фоторегистрацию глазного дна. Регистрировали наличие ДМО, гемофтальма, ЭМФ, ТОС с вовлечением макулярной зоны, рубеоза радужки и НВГ.

Всем пациентам выполняли трёхпортовую витрэктомию 25G с дополнительным источником освещения: удаление стекловидного тела, деламинацию и сегментацию эпиретинальных пролиферативных мембран после их окрашивания витальными красителями с применением бимануальной техники; при наличии ЭМФ выполняли пилинг эпимакулярной и внутренней пограничной мембран пинцетом. Объём ЭЛК соответствовал группе исследования. Операцию завершали заполнением витреальной полости сбалансированным солевым раствором с введением небольшого пузырька воздуха для контроля герметичности и наложением узловых швов на склеротомии (викрил 7-0). Швы снимали через 1 нед. При гемофтальме, требующем хирургического лечения, выполняли ревизию витреальной полости с ЭЛК и газовоздушной тампонадой; при клинически значимом ДМО проводили ежемесячные интравитреальные введения ингибиторов ангиогенеза.

Ранние результаты оценивали через 1 мес., отдалённые – через 12 мес. после операции. Конечными точками служили ЦТС, частота ДМО, гемофтальма (с самостоятельной резорбцией или потребовавшего ревизионной хирургии), а также развития или прогрессирования рубеоза радужки и/или НВГ.

Статистический анализ

Расчёты выполнены в IBM SPSS Statistics 26. Количественные данные представлены медианой и квартилями (Q1–Q3) с указанием минимума и максимума, качественные – абсолютным числом и долей. Межгрупповые и внутригрупповые различия оценивали стандартными критериями; связи между признаками – критерием $\chi 2$ Пирсона с расчётом коэффициента корреляции (k), по знаку и величине которого судили о направлении и силе связи. Различия считали статистически значимыми при $p<0,05$.

Результаты

Группы были сопоставимы по полу, возрасту, типу СД, исходной ЦТС, частоте ДМО, ТОС, ЭМФ, предшествующей лазеркоагуляции и неоваскуляризации переднего отрезка (таблица 1).

Табл. 1. Исходная характеристика пациентов

Показатель	Группа 1 без ЭЛК n = 98	Группа 2 панретинальная ЭЛК n = 66	Группа 3 периферическая ЭЛК n = 100	p
Мужчины, n (%)	41 (41,83)	30 (45,45)	49 (49,00)	0,600
Женщины, n (%)	57 (58,16)	36 (54,54)	51 (51,00)	
Возраст, лет, Me (Q1–Q3) [min–max]	59,5 (46,25–64) [22–75]	60 (48–67) [27–77]	57 (37,25–64) [22–83]	0,069
СД 1-го типа, n (%)	25 (25,51)	15 (22,72)	36 (36,00)	0,121
СД 2-го типа, n (%)	73 (74,48)	51 (77,27)	64 (64,00)	
ЦТС, мкм, Me (Q1–Q3) [min–max]	364 (289–537) [184–1138]	362 (293,75–476,75) [205–1073]	339,5 (281,25–460) [187–1216]	0,638
ДМО, n (%)	60 (61,22)	46 (69,69)	63 (63,00)	0,523
ТОС, n (%)	14 (14,28)	14 (21,21)	11 (11,00)	0,191
ЭМФ, n (%)	67 (68,36)	38 (57,57)	64 (64,00)	0,370
Лазеркоагуляция в анамнезе, n (%)	45 (45,91)	29 (43,93)	42 (42,00)	0,804
Рубеоз радужки и/или НВГ, n (%)	5 (5,10)	5 (7,58)	3 (3,00)	0,410

Примечание: здесь и в таблицах 2, 3: p – уровень значимости межгрупповых различий; здесь и в таблицах 2–4: ЭЛК – интраоперационная эндолазеркоагуляция сетчатки; СД – сахарный диабет; ЦТС – центральная толщина сетчатки; ДМО – диабетический макулярный отёк; ТОС – тракционная отслойка сетчатки; ЭМФ – эпимакулярный фиброз; НВГ – неоваскулярная глаукома; Me – медиана; Q1–Q3 – квартили.

Табл. 2. Результаты через 1 мес. после операции

Показатель	Группа 1 n = 98	Группа 2 n = 66	Группа 3 n = 100	p
ЦТС, мкм, Me (Q1–Q3) [min–max]	332 (269,5–421,5) [179–729]	336,5 (277,25–469) [175–799]	322,5 (286,5–391,25) [178–911]	0,858
Гемофтальм с самостоятельной резорбцией, n (%)	10 (10,20)	9 (13,63)	9 (9,00)	0,630
Гемофтальм, потребовавший ревизионной хирургии, n (%)	5 (5,10)	6 (9,09)	5 (5,00)	0,493
Рубеоз радужки и/или НВГ, n (%)	3 (3,06)	1 (1,52)	0 (0,00)	0,213
ДМО, n (%)	50 (51,02)	34 (51,51)	52 (52,00)	0,991

Табл. 3. Результаты через 12 мес. после операции

Показатель	Группа 1 n = 95	Группа 2 n = 65	Группа 3 n = 97	p
ЦТС, мкм, Me (Q1–Q3) [min–max]	303 (252,75–366,25) [166–744]	319 (257–384,5) [163–550]	309 (256,5–365,5) [173–670]	0,663
Гемофтальм с самостоятельной резорбцией, n (%)	36 (37,89)	29 (44,61)	17 (17,52)	**<0,001**
Гемофтальм, потребовавший ревизионной хирургии, n (%)	7 (7,39)	7 (10,76)	6 (6,19)	0,557
Рубеоз радужки и/или НВГ, n (%)	23 (24,21)	5 (7,69)	4 (4,12)	**<0,001**
ДМО, n (%)	45 (47,36)	37 (56,92)	34 (35,05)	**0,020**

Примечание: полужирным выделены статистически значимые различия.

Тяжёлых осложнений, связанных с вмешательством (отслойка сетчатки, эндофтальмит), в послеоперационном периоде не наблюдали. Через 1 мес. группы не различались ни по ЦТС, ни по частоте осложнений (таблица 2): гемофтальм с самостоятельной резорбцией и гемофтальм, потребовавший ревизии, регистрировали с практически одинаковой частотой, прогрессирование рубеоза радужки и/или НВГ отмечено у трёх пациентов группы 1 и одного пациента группы 2, а доля глаз с ДМО составила 51–52% во всех группах.

К 12 мес. из наблюдения по разным причинам выбыли два пациента группы 1, один пациент группы 2 и три пациента группы 3. ЦТС между группами по-прежнему не различалась, тогда как частота отдалённых осложнений зависела от объёма ЭЛК (таблица 3). Гемофтальм с самостоятельной резорбцией значимо чаще развивался в группах 1 и 2, чем в группе 3 (37,89; 44,61 и 17,52%; p<0,001), при сопоставимой частоте гемофтальма, потребовавшего ревизионной хирургии (p = 0,557). Развитие или прогрессирование рубеоза радужки и/или НВГ наблюдали преимущественно в группе 1 (24,21% против 7,69 и 4,12%; p<0,001). ДМО значимо реже регистрировали в группе 3 (35,05% против 47,36 и 56,92%; p = 0,020).

Корреляционный анализ (таблица 4) показал, что отсутствие интраоперационной ЭЛК прямо связано с развитием гемофтальма с самостоятельной резорбцией (k = 0,190; p = 0,002) и рубеоза радужки и/или НВГ (k = 0,262; p<0,001) через 12 мес., тогда как связи объёма ЭЛК с ЦТС и частотой ДМО ни на одном из сроков не выявлено. Частота ДМО и величина ЦТС через 1 и 12 мес. определялись исходным состоянием макулярной зоны – наличием ДМО, ЭМФ и высокой ЦТС до операции

Табл. 4. Связь исходных факторов и ранних осложнений с осложнениями через 12 мес. после операции (коэффициент корреляции k; p)

Фактор	Гемофтальм с резорбцией	Рубеоз радужки и/или НВГ	ДМО	ЦТС
Отсутствие интраоперационной ЭЛК (группа 1)	**0,190; 0,002**	**0,262; <0,001**	0,107; 0,085	0,003; 0,952
ДМО до операции	–	–	**0,286; <0,001**	**0,334; <0,001**
ЭМФ до операции	–	–	**0,221; <0,001**	**0,243; <0,001**
ЦТС до операции	–	–	**0,272; <0,001**	**0,402; <0,001**
ТОС до операции	–	0,060; 0,326	–	–
Возраст	–	–0,088; 0,156	–	–
Гемофтальм с самостоятельной резорбцией через 1 мес.	**0,364; <0,001**	–	–	–
Гемофтальм, потребовавший ревизионной хирургии, через 1 мес.	**0,221; <0,001**	–	–	–
Рубеоз радужки и/или НВГ через 1 мес.	–	**0,238; <0,001**	–	–
ДМО через 1 мес.	–	–	0,630; <0,001	0,448; <0,001
ЦТС через 1 мес.	–	–	0,603; <0,001	0,459; <0,001

Примечание: p – уровень значимости связи; гемофтальм с резорбцией – гемофтальм с самостоятельной резорбцией; «–» – связь не анализировали; полужирным выделены статистически значимые связи.

(k от 0,221 до 0,651; p<0,001 для всех связей). Гемофтальм в раннем послеоперационном периоде в любой форме был прямо связан с гемофтальмом с самостоятельной резорбцией в отдалённые сроки (k = 0,364 и 0,221; p<0,001) и с гемофтальмом, потребовавшим ревизионной хирургии (k = 0,279 и 0,176; p<0,001). Развитие рубеоза радужки и/или НВГ через 1 мес. было связано с исходным наличием ТОС (k = 0,123; p = 0,045) и более молодым возрастом (k = –0,142; p = 0,020), а через 12 мес. – с отсутствием ЭЛК и неоваскуляризацией переднего отрезка в раннем периоде (k = 0,238; p<0,001).

Обсуждение

Оценка влияния интраоперационной ЭЛК на исходы витреоретинальной хирургии затруднена высокой вариабельностью клинической картины, неоднородностью пациентов и различными сроками развития осложнений. В настоящем исследовании сопоставление выполнено в рандомизированных группах, не различавшихся по основным демографическим и клиническим характеристикам, что повышает достоверность выявленных закономерностей.

Патогенетически значимым фактором послеоперационных осложнений является повышение интравитреальной концентрации фактора роста эндотелия сосудов, роль которого показана в развитии ДМО, рецидивов гемофтальма, фиброваскулярной пролиферации, рубеоза и НВГ [10]. На его концентрацию и эффекты влияют ингибиторы ангиогенеза и лазеркоагуляция. Предоперационное применение ингибиторов ангиогенеза уменьшает число и площадь зон активной неоваскуляризации, сокращает время операции и частоту интраоперационных кровотечений и раннего гемофтальма [11; 12], однако ассоциировано с риском быстрого фиброваскулярного перехода с формированием ТОС; высокая гетерогенность описанных случаев и одновременное применение лазеркоагуляции не позволяют считать это осложнение исключительным следствием антиангиогенной терапии [13]. Интраоперационная ЭЛК снижает продукцию фактора роста эндотелия сосудов за счёт выключения коагулированных ишемических зон сетчатки; как ранее полученные нами данные [14], так и результаты настоящего исследования подтверждают её значение в профилактике послеоперационного гемофтальма, а также рубеоза радужки и НВГ в отдалённом периоде.

Данные о влиянии лазеркоагуляции на цитокиновый профиль витреальной полости и риск ДМО неоднозначны и получены преимущественно для транспупиллярной панретинальной коагуляции, после которой описано увеличение ЦТС и концентрации провоспалительных цитокинов [15]. ДМО, как первичный, так и возникающий после операции, остаётся одной из основных причин низких функциональных результатов, а лечение его рецидивирующих и персистирующих форм сопряжено с существенной нагрузкой на систему здравоохранения. Частота послеоперационного ДМО, по данным разных авторов, составляет от 12,3 до 29% [12; 16; 17]; в нашем исследовании она была выше – 51–52% через 1 мес. и 35–57% через 12 мес., что, вероятно, связано с высокой исходной частотой ДМО (61–70%) и ЭМФ (58–68%) в нашей когорте. Как и в предыдущем исследовании [18], связи объёма ЭЛК с ЦТС не прослеживалось; риск ДМО определялся исходной ЦТС, наличием ДМО и ЭМФ и ранним послеоперационным отёком (таблица 4). При этом наименьшая частота ДМО через 12 мес. отмечена после периферической ЭЛК, а наибольшая – после панретинальной коагуляции ближней и средней периферии, что может объясняться провоспалительным действием коагуляции вблизи заднего полюса, описанным после панретинальной лазеркоагуляции [15].

Частота послеоперационного гемофтальма варьирует от 12 до 22% [12; 14; 16; 19]; в настоящем исследовании она составила 9,00–13,63% в раннем и 17,52–44,61% в отдалённом периоде. Основными факторами риска гемофтальма в отдалённые сроки оказались отсутствие интраоперационной ЭЛК и гемофтальм в раннем послеоперационном периоде; реже всего поздний гемофтальм регистрировали после периферической ЭЛК. НВГ – тя-

жёлое позднее осложнение ПДР с медианной частотой после витрэктомии около 6% по данным метаанализа [20] и диапазоном от 3,7 до 15% в отдельных сериях [12; 19]. В нашей когорте главным фактором риска развития и прогрессирования рубеоза радужки и/или НВГ было отсутствие ЭЛК, а при сравнении групп 2 и 3 это осложнение реже наблюдали после периферической коагуляции.

Совокупность данных о геморрагических и неоваскулярных осложнениях позволяет предположить существенную роль периферической (от экватора до зубчатой линии) ишемии сетчатки в их патогенезе: сохранение ишемизированных зон поддерживает высокий уровень продукции фактора роста эндотелия сосудов, активность фиброваскулярной пролиферации и повышенную сосудистую проницаемость. Периферическая ЭЛК эффективнее блокирует этот источник при меньшем числе коагулятов и большем удалении зоны воздействия от макулы.

Полученные результаты стали основой для дальнейшей разработки дифференцированного подхода к выбору объёма ЭЛК с учётом индивидуальных особенностей течения диабетической ангиоретинонейропатии; результаты этого этапа будут представлены отдельно. Объём ЭЛК целесообразно рассматривать как управляемый прогностический критерий, выбор которого должен опираться не только на стадию ПДР, но и на патогенетические особенности заболевания у конкретного пациента.

Ограничения исследования включают выполнение работы в одном специализированном центре, продолжительность наблюдения 12 мес. и отсутствие динамической оценки цитокинового профиля витреальной полости, которая позволила бы прямо подтвердить предполагаемый механизм; актуальным остаётся изучение сочетанного применения ЭЛК и ингибиторов ангиогенеза на разных этапах лечения.

Заключение

Отсутствие интраоперационной ЭЛК при витреоретинальной хирургии осложнённых форм ПДР является фактором риска отдалённых послеоперационных осложнений – гемофтальма и неоваскуляризации переднего отрезка глаза. Периферическая ЭЛК от экватора до зубчатой линии в объёме 600–800 коагулятов ассоциирована с наименьшей частотой геморрагических, неоваскулярных и макулярных осложнений и может рассматриваться как предпочтительный вариант интраоперационного лазерного воздействия. Объём ЭЛК представляет собой прогностический критерий, включённый в систему дифференцированного хирургического лечения диабетической ангиоретинонейропатии; его индивидуализированный выбор требует дальнейшего изучения с оценкой цитокинового профиля и сочетанного применения ингибиторов ангиогенеза.

Этическая экспертиза. Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией и одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова» (протокол № 66.3 от 18.11.2019); все пациенты подписали информированное согласие.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Flaxman SR, Bourne RRA, Resnikoff S, et al. Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990-2020: a systematic review and meta-analysis. Lancet Glob Health. 2017; 5(12): e1221-e1234. doi: 10.1016/S2214-109X(17)30393-5.
2. Bikbov MM, Fayzrakhmanov RR, Kazakbaeva GM, et al. Prevalence, awareness and control of diabetes in Russia: The Ural Eye and Medical Study on adults aged 40+ years. PLoS One. 2019; 14(4): e0215636. doi: 10.1371/journal.pone.0215636.
3. Сахарный диабет: диабетическая ретинопатия, диабетический макулярный отек. Клинические рекомендации. – 2023. https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/115_2. [Diabetes mellitus: diabetic retinopathy, diabetic macular edema. Clinical guidelines. 2023. https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/115_2. (In Russ.)]
4. Петрачков Д.В., Филиппов В.М., Алхарки Л. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения диабетической ретинопатии у пациентов с различными типами сахарного диабета // Офтальмология. Восточная Европа. – 2022. – Т.12, №4. – С.435-447. [Petrachkov DV, Filippov VM, Alkharki L. Comparative analysis of the diabetic retinopathy surgical treatment results in patients with various types of diabetes mellitus. Ophthalmology. Eastern Europe. 2022; 12(4): 435-447. (In Russ.)] doi: 10.34883/PI.2022.12.4.013.
5. Yau GL, Silva PS, Arrigg PG, Sun JK. Postoperative Complications of Pars Plana Vitrectomy for Diabetic Retinal Disease. Semin Ophthalmol. 2018; 33(1): 126-133. doi: 10.1080/08820538.2017.1353832.
6. Шишкин М.М., Сафарли Н.Н., Касатикова Е.В., Антонюк С.В. Щадящая витреоретинальная хирургия при далекозашедшей пролиферативной диабетической ретинопатии: обоснование, техника, отдаленные результаты // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2009. – Т.4, №2. – С.23-28. [Shishkin MM, Safarli NN, Kasatikova EV, Antonyuk SV. Sparing vitreoretinal surgery for advanced proliferative diabetic retinopathy: justification, technique, long-term results. Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center. 2009; 4(2): 23-28. (In Russ.)]
7. Шишкин М.М., Юлдашева Н.М. Интравитреальное введение ингибиторов ангиогенеза как этап щадящей витреоретинальной хирургии пролиферативной диабетической ретинопатии // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2011. – Т.6, №1. – С.77–81. [Shishkin MM, Yuldasheva NM. Intravitreal injection of angiogenesis inhibitors as a stage of sparing vitreoretinal surgery for proliferative diabetic retinopathy. Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center. 2011; 6(1): 77-81. (In Russ.)]
8. Петрачков Д.В., Будзинская М.В., Матющенко А.Г., Сидамонидзе А.Л., Филиппов В.М. Вискодиссекция с контрастированием эпиретинальных мембран в хирургии пролиферативной диабетической ретинопатии // Вестник офтальмологии. – 2021. – Т.137, №4. – С.18–23. [Petrachkov DV, Budzinskaya MV, Matyushchenko AG, Sidamonidze AL, Filippov VM. Viscodissection with staining of epiretinal membranes in surgery of proliferative diabetic retinopathy. Vestn Oftalmol. 2021; 137(4): 18-23. (In Russ.)] doi: 10.17116/oftalma202113704118.
9. Петрачков Д.В., Филиппов В.М. Влияние объема интраоперационной лазеркоагуляции сетчатки на частоту осложнений хирургического лечения диабетической ретинопатии // Офтальмология. – 2025. – Т.22, №1. – С.54–62. [Petrachkov DV, Filippov VM. Influence of Intraoperative Retinal Laser Photocoagulation Area and Localisation on the Complications Frequency of Surgical Treatment for Diabetic Retinopathy. Ophthalmology in Russia. 2025; 22(1): 54-62. (In Russ.)] doi: 10.18008/1816-5095-2025-1-54-62.
10. Nisic F, Jovanovic N, Mavija M, Alimanovic-Halilovic E, Nisic A, Lepara O, Cemerlic A. Vitreous concentrations of vascular endothelial growth factor as a potential biomarker for postoperative complications following pars plana vitrectomy. Arch Med Sci. 2019; 15(2): 449-456. doi: 10.5114/aoms.2018.73208.

11. Pei M, Zhao X, Wan G. A systematic review and meta-analysis of clinical outcomes of small gauge vitrectomy with or without intravitreal antivascular endothelial growth factor agents pretreatment for proliferative diabetic retinopathy. Ophthalmic Res. 2023. doi: 10.1159/000530231.
12. Patel V, Rohowetz LJ, Pakravan P, et al. Outcomes of Pars Plana Vitrectomy with Panretinal Photocoagulation for Treatment of Proliferative Diabetic Retinopathy Without Retinal Detachment: A Seven-Year Retrospective Study. Clin Ophthalmol. 2023; 17: 471-478. doi: 10.2147/OPTH.S400474.
13. Tan Y, Fukutomi A, Sun MT, et al. Anti-VEGF crunch syndrome in proliferative diabetic retinopathy: A review. Surv Ophthalmol. 2021; 66(6): 926-932. doi: 10.1016/j.survophthal.2021.03.001.
14. Петрачков Д.В., Барышев К.В., Филиппов В.М. Анализ геморрагических осложнений в хирургии пролиферативной диабетической ретинопатии // Современные технологии в офтальмологии. – 2022. – №1(41). – С.108–113. [Petrachkov DV, Baryshev KV, Filippov VM. Analysis of hemorrhagic complications in surgery for proliferative diabetic retinopathy. Modern Technologies in Ophthalmology. 2022; 1(41): 108-113. (In Russ.)] doi: 10.25276/2312-4911-2022-1-108-113.
15. Shimura M, Yasuda K, Nakazawa T, et al. Panretinal photocoagulation induces pro-inflammatory cytokines and macular thickening in high-risk proliferative diabetic retinopathy. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2009; 247(12): 1617-1624. doi: 10.1007/s00417-009-1147-x.
16. Shroff CM, Gupta C, Shroff D, et al. Bimanual microincision vitreous surgery for severe proliferative diabetic retinopathy: outcome in more than 300 eyes. Retina. 2018; 38 S1: S134-S145. doi: 10.1097/IAE.0000000000002093.
17. Gershoni A, Barayev E, Jbara D, et al. Postoperative complications of combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy in diabetic retinopathy patients. Front Med (Lausanne). 2022; 9: 978346. doi: 10.3389/fmed.2022.978346.
18. Петрачков Д.В., Барышев К.В., Аржуханов Д.Д. Влияние интраоперационной панретинальной лазеркоагуляции сетчатки на морфометрические показатели макулярной области у пациентов с диабетической ретинопатией в ранние сроки наблюдения // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2021. – Т.17, №2. – С.356–361. [Petrachkov DV, Baryshev KV, Arzhukhanov DD. Influence of intraoperative panretinal laser coagulation of the retina on the morphometric parameters of the macular area in patients with diabetic retinopathy in the early stages of follow-up. Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2021; 17(2): 356-361. (In Russ.)]
19. Damian I, Nicoară SD. Visual outcomes and prognostic factors following 23G vitrectomy for vitreous hemorrhage in eyes with proliferative diabetic retinopathy. Arq Bras Oftalmol. 2023; 86(2): 105-112. doi: 10.5935/0004-2749.20230037.
20. Sun D, Lin Y, Zeng R, et al. The incidence and risk factors of neovascular glaucoma secondary to proliferative diabetic retinopathy after vitrectomy. Eur J Ophthalmol. 2021; 31(6): 3057-3067. doi: 10.1177/1120672120980686.