ОЦЕНКА РОЛИ МЕХАНИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ МАКУЛОПАТИИ

Петрачков Д.В., Филиппов В.М.*, Урусова Э.А.
ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова», Москва

DOI: 10.25881/20728255_2026_21_4_S1_63

Резюме. Диабетическая макулопатия (ДМ) как одно из осложнений сахарного диабета входит в число ведущих причин слепоты и слабовидения среди трудоспособного населения. Для форм ДМ, требующих витреоретинального хирургического лечения, отсутствует консенсус по вопросу необходимости обязательного удаления внутренней пограничной мембраны (ВПМ) сетчатки. Открытыми остаются вопросы поиска причин неудовлетворительных результатов лечения и мер профилактики осложнений.

Цель – оценить частоту встречаемости, наличие и характер влияния транзиторных интраоперационных тракций (ТИТ), сопровождающих пилинг ВПМ при выполнении витрэктомии по поводу ДМ, на анатомо-функциональные результаты лечения.

Материал и методы. Выполнено ретроспективное когортное исследование 56 случаев (56 глаз) хирургического лечения ДМ методом витрэктомии с пилингом ВПМ. Для данных случаев была оценена частота ТИТ и их влияние на анатомо-функциональные результаты лечения. Сформированные группы по признаку наличия либо отсутствия ТИТ имели сопоставимую структуру.

Результаты. Установлено, что ТИТ является прогностически неблагоприятным фактором, ассоциированным с более низкой послеоперационной остротой зрения. При наличии ТИТ у пациентов в отдаленном послеоперационном периоде чаще регистрировали осложнения нейродегенеративного характера – атрофию внутренних слоев сетчатки и формирование дегенеративных ламеллярных разрывов в фовеа.

Заключение. ТИТ является независимым, но модифицируемым фактором риска процедуры пилинга ВПМ при витреоретинальном хирургическом лечении ДМ, значимо влияющим на анатомические и функциональные результаты лечения.

Ключевые слова: диабетическая ретинопатия (ДР), диабетическая макулопатия (ДМ), внутренняя пограничная мембрана сетчатки (ВПМ), транзиторные интраоперационные тракции (ТИТ).

ASSESSING THE ROLE OF THE MECHANICAL FACTOR IN THE DIABETIC MACULOPATHY SURGICAL TREATMENT

Petrachkov D.V., Filippov V.M.*, Urusova E.A.
Krasnov Research Institute of Eye Diseases, Moscow

Abstract. Diabetic maculopathy (DM) is a complication of diabetes mellitus and one of the leading causes of blindness and visual impairment among the working-age population. In cases of DM requiring vitreoretinal surgery, there is no consensus regarding the necessity of the internal limiting membrane (ILM) peeling. Questions remain concerning the causes of suboptimal treatment outcomes and strategies for preventing complications.

Objective: To evaluate the incidence, occurrence and impact of transient intraoperative tractions (TIT) which may arise during ILM peeling in vitrectomy for DM, on the anatomical and functional outcomes of treatment.

Material and Methods. A retrospective cohort study was conducted on 56 cases (56 eyes) involving vitrectomy with ILM peeling for the DM treatment. The incidence of TIT and its influence on anatomical and functional outcomes were assessed. The study groups categorized by the presence or absence of TIT were comparable in their baseline characteristics.

Results. TIT was identified as an unfavorable prognostic factor, associated with lower postoperative visual acuity. In cases where TIT occurred, patients were more likely to develop long-term neurodegenerative complications, such as atrophy of the inner retinal layers and the formation of degenerative lamellar macular holes.

Conclusion. TIT is an independent but modifiable risk factor associated with the ILM peeling procedure during vitreoretinal DM surgery which is significantly affecting both anatomical and functional treatment outcomes.

Keywords: diabetic retinopathy (DR), diabetic maculopathy (DM), internal limiting membrane (ILM), transient intraoperative tractions (TIT).

Актуальность

Диабетическая ретинопатия (ДР) – специфическое позднее микрососудистое осложнение сахарного диабета (СД), занимающее одно из ведущих место в структуре причин слепоты, слабовидения и снижения остроты зрения у лиц трудоспособного возраста [1]. Отдельно выделяют различные формы диабетической макулопатии (ДМ) как состояния с повреждением наиболее функционально значимого отдела сетчатки – области желтого пятна. Методом терапии первой линии при отечной форме ДМ является применение ингибиторов ангиогенеза для интравитреального введения [2]. В ряде случаев, например, при тракционной форме диабетического макулярного отека, при сочетании ДМ с патологическими изменениями зоны витреомакулярного интерфейса (эпиретинальная мембрана, тракция со стороны задней гиалоидной мембраны), методом выбора является операция витрэктомии с мембранопилингом [3].

Для данной категории операций отсутствует консенсус по вопросу необходимости, объема и четко регламентированных показаний к удалению внутренней пограничной мембраны сетчатки (ВПМ). Как удаление, так и сохранение интактной ВПМ имеет ряд положительных и отрицательных сторон, изучению которых посвящены многие исследования и метаанализы [4–6]. Вместе с тем, ряд аспектов остается слабоизученными. Так, в большинстве доступных публикаций не оценивают механические интраоперационные факторы самой процедуры пилинга ВПМ, а лишь изучают ее возможные анатомические и функциональные эффекты по данным результатов визометрии, микропериметрии, оптической когерентной томографии и иных диагностических методов [7–9].

Цель исследования – оценить частоту встречаемости, наличие и характер влияния интраоперационных тракций, сопровождающих пилинг ВПМ при выполнении витрэктомии по поводу ДМ, на анатомо-функциональные результаты лечения.

Материал и методы

В ретроспективное исследование включали пациентов с СД, получавших витреоретинальное хирургическое

* e-mail: vmfilippov712@yandex.ru

лечение в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова» в период с 2019 по 2022 гг. Формирование первичной выборки осуществляли по критериям: подтверждённый диагноз (СД, пролиферативная ДР, ДМ), факт выполненной операции – витрэктомии с пилингом ВПМ.

Техника операции включала стандартную трехпортовую витрэктомию инструментами 25 Ga. Последовательно выполняли центральную и заднюю витрэктомию, механическую индукцию отслойки задней гиалоидной мембраны (в случае ее отсутствия), витальное окрашивание, сегментацию и деламинацию эпиретинальных пролиферативных тканей, диатермокоагуляцию источников кровотечения (при наличии), повторное витальное окрашивание и пилинг ВПМ в зоне округлой формы с центром в фовеоле с диаметром пилинга до 2 диаметров ДЗН. Завершающими этапами операции выполняли периферическую эндолазеркоагуляцию и тампонаду витреальной полости сбалансированным солевым раствором и пузырьком воздуха с целью контроля герметизации доступов. Все склеротомические отверстия ушивали узловыми швами с целью профилактики послеоперационной гипотонии и геморрагических осложнений.

По указанным критериям было отобрано 140 случаев (140 глаз). Далее, на основании данных историй болезни, из исследования были исключены пациенты с низким уровнем компенсации СД (показатели гликированного гемоглобина свыше 9,0%) – 63 случая (63 глаза). Далее, на основании анализа видеоматериалов хирургических операций, данных послеоперационного наблюдения с уточнением факта визита в установленные исследованием сроки и наличия всех необходимых для анализа обследований, дополнительно был исключен 21 случай (21 глаз). Таким образом, итоговая выборка составила 56 случаев (56 глаз). В итоговой выборке в зависимости от выявленного интраоперационно наличия или отсутствия транзиторных интраоперационных тракций (ТИТ), сопровождавших пилинг ВПМ, были сформированы две группы – с наличием и с отсутствием ТИТ соответственно.

Для анализа влияния ТИТ на анатомо-функциональные результаты лечения применяли данные визометрии по Early Treatment Diabetic Retinopathy Study, оптической когерентной томографии (Heidelberg Engineering GmbH, Гейдельберг, Германия), выполненной в режиме p.pole follow-up для повторяющихся обследований на контрольных сроках исследования. По данным томографии оценивали динамику центральной толщины сетчатки, наличие и характер изменений послойной структуры. В частности, оценивали частоту развития ламеллярных дефектов в области фовеа, а также наличие истончения внутренних слоев сетчатки. Для обеих групп исследования также оценивали исходные клинико-демографические данные. Оценку результатов выполняли через 1 (контроль структурных изменений сетчатки по данным томографии) и 6 месяцев после проведенной операции (весь представленный выше перечень параметров).

Табл. 1. Данные групп до лечения и распределение в группы в зависимости от наличия ТИТ

Параметр		Группа 1	Группа 2	p
Наличие ТИТ		Да	Нет	–
Число случаев, N (%)		31 (55,36%)	25 (44,64%)	–
Возраст, лет		47; 38-57 (28-71)	47; 37,5-58,5 (31-70)	0,966
Пол, N (%)	Женский	18 (58,1%)	11 (44%)	0,420
	Мужской	13 (41,9%)	14 (56%)	
Уровень HbA1c, %		7,8; 7,2-8,2 (6,2-8,8)	7,5; 6,75-8,45 (6,2-9,0)	0,614
Тип СД, N (%)	1	15 (48,4%)	11 (44%)	0,793
	2	16 (51,6%)	14 (56%)	
Исходная острота зрения, lett. ETDRS		52; 43-62 (31-72)	55; 48-64 (39-74)	0,181
Исходная центральная толщина сетчатки, мкм		487; 404-542 (335-591)	446; 397,5-543,5 (329-597)	0,608

Примечание: в данной и последующих таблицах для неабсолютных параметров данные представлены в формате квартилей, где q_2 – второй квартиль, q_1 – первый квартиль, q_3 – третий квартиль; диапазон значений представлен в формате min-max – минимального и максимального значений в совокупности. Статистически значимые различия выделены жирным шрифтом

Группы исследования были сопоставимы по исходным данным визометрии, значениям показателя центральной толщины сетчатки, клинико-анамнестическим данным, включая возрастную и половую структуру, соотношение по типу СД и степени его компенсации по показателю гликированного гемоглобина. Данные представлены в таблице 1.

Результаты

По результатам оценки ТИТ выявили в 31 случае из 56 выполненных операций. Встречаемость более чем в половине случаев пилинга ВПМ является достаточно высокой, что требует учета при проведении данного этапа лечения.

Результаты лечения в отдаленном послеоперационном периоде представлены в таблице 2.

Табл. 2. Результаты лечения (6 месяцев)

Параметр	Группа 1	Группа 2	p
Итоговая острота зрения, lett.. ETDRS	56; 42-66 (25-79)	79; 69,5-84 (47-88)	**<0,001**
P bl-6	0,301	**<0,001**	–
Итоговая центральная толщина, мкм	350; 246-396 (183-481)	298; 267,5-340 (224-500)	0,416
P bl-6	**<0,001**	**<0,001**	–
Развитие признаков атрофии внутренних слоев сетчатки, N (%)	19 (61,3%)	6 (24%)	**0,007**
Развитие дегенеративных ламеллярных макулярных разрывов, N (%)	12 (38,7%)	1 (4%)	**0,003**

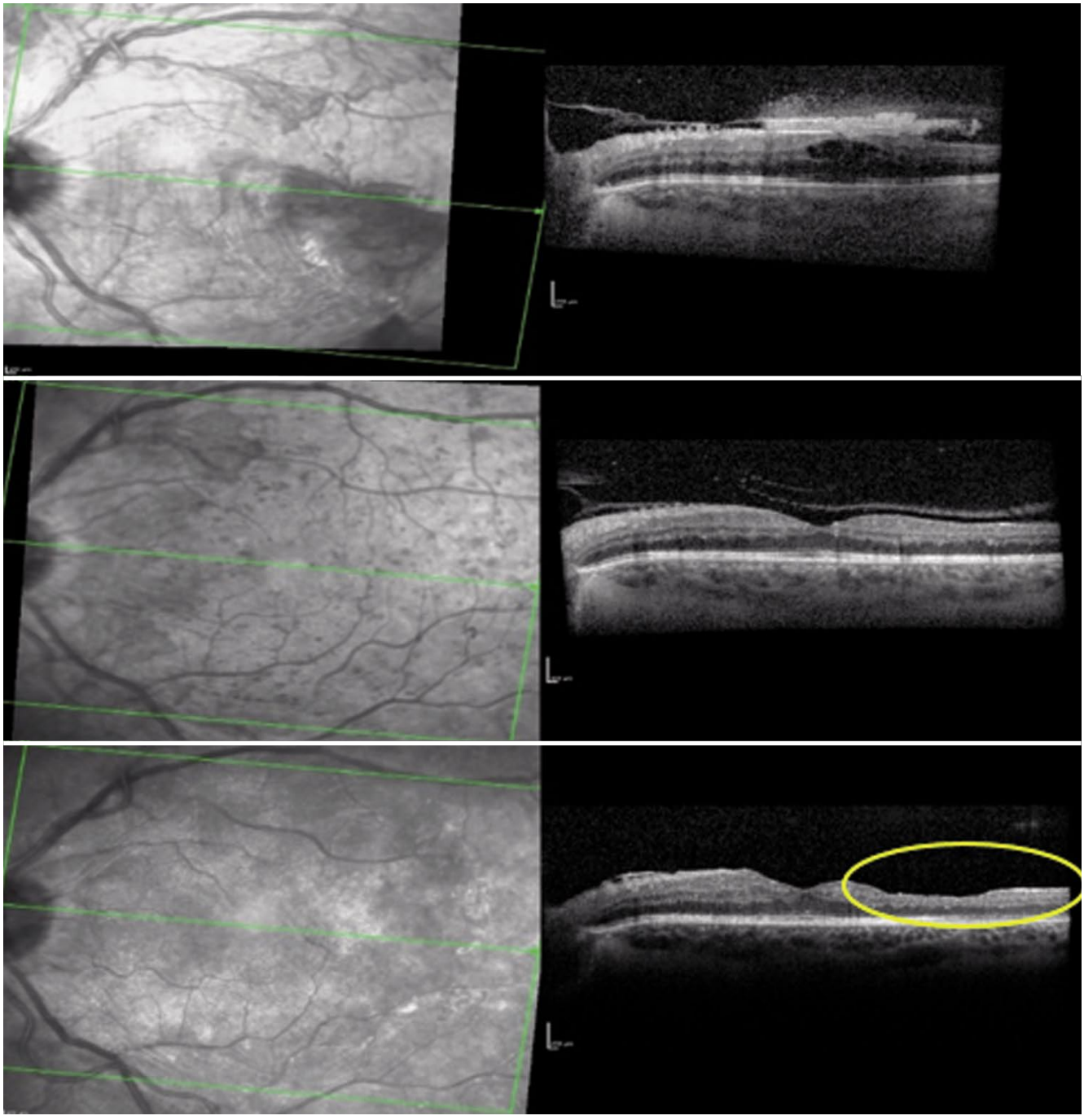


Рис. 1. Клинический пример развития атрофии внутренних слоев сетчатки у пациента группы 1. Сверху вниз – данные оптической когерентной томографии до лечения, через 1 и 6 месяцев после лечения соответственно. Зона атрофических изменений отмечена желтым овалом.

Сравнительная оценка итоговой остроты зрения на сроке в 6 месяцев после выполнения операции показала отсутствие статистически значимого ее увеличения в группе пациентов, у которых интраоперационно выявляли ТИТ. В группе отсутствия ТИТ было получено значимое улучшение как относительно исходной остроты зрения, так и относительно парной группы, что может указывать на роль тракций как фактора риска более низких функциональных результатов лечения.

Сравнительная оценка динамики центральной толщины сетчатки показала, что независимо от наличия тракций витрэктомия с мембранопилингом приводит к значимому снижению толщины сетчатки относительно исходных показателей. Статистически значимого различия между группами исследования выявлено не было.

Анализ структуры сетчатки по данным оптической когерентной томографии показал, что в группе пациентов, у которых интраоперационно выявляли ТИТ, значимо

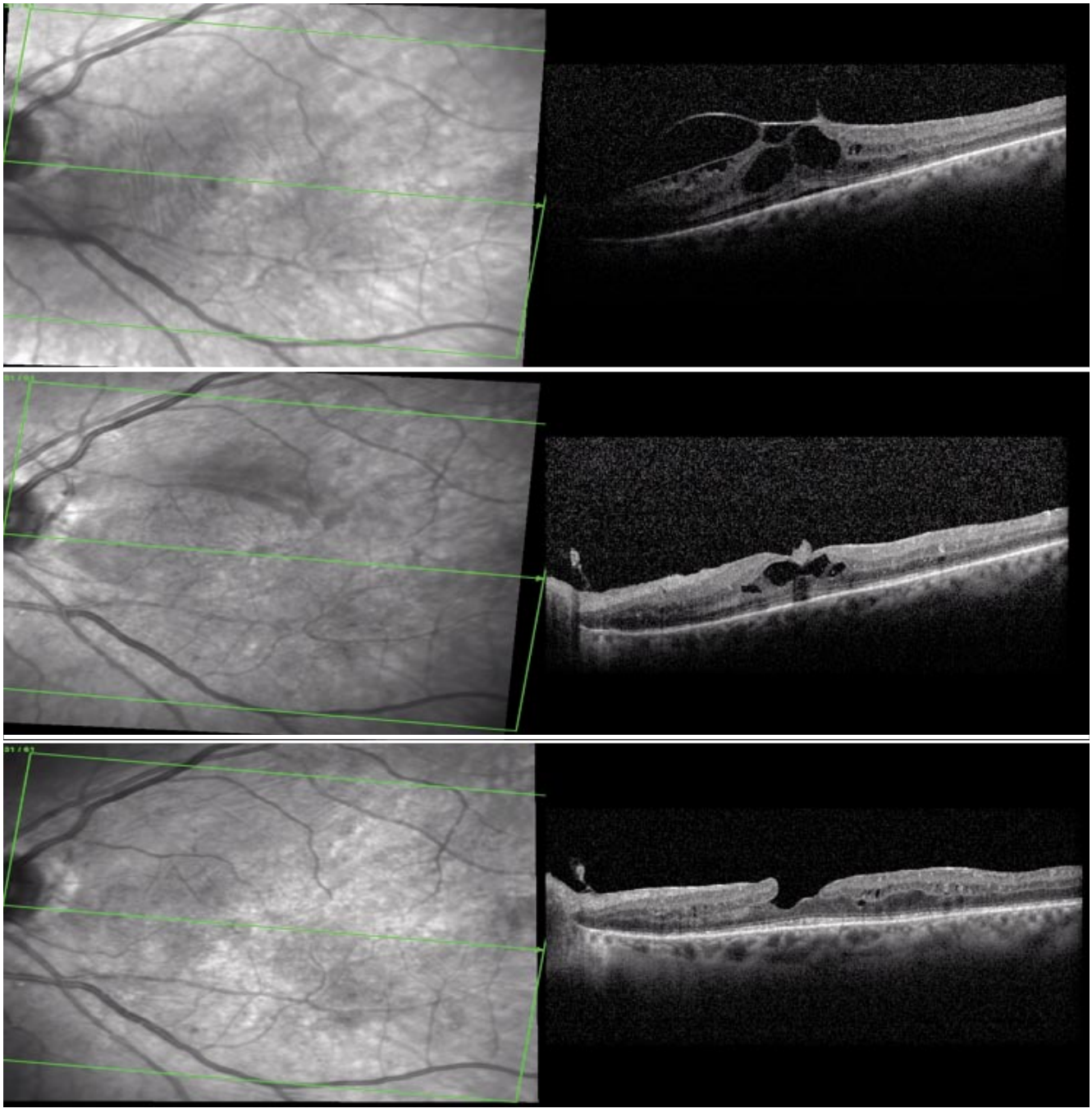


Рис. 2. Клинический пример развития дегенеративного ламеллярного макулярного разрыва у пациента группы 1. Сверху вниз – данные оптической когерентной томографии до лечения, через 1 и 6 месяцев после лечения соответственно.

чаще развивались явления нейродегенерации и атрофии во внутренних слоях сетчатки и чаще формировались ламеллярные макулярные разрывы дегенеративного генеза.

Клинические примеры описанных выше осложнений представлены на рисунках 1 и 2. Важно отметить, что первые признаки нейродегенеративных изменений во внутренних слоях сетчатки определяются уже с первого месяца наблюдения, в то время как дегенеративные ламеллярные разрывы формируются в более поздние сроки после лечения.

Проведенный регрессионный анализ показал, что для итоговой остроты зрения благоприятным фактором является исходно более высокая остроты зрения ($p = 0,010$, 95% доверительный интервал 0,103–0,726), в то время как факторами риска более низких послеоперационных зрительный функций являются наличие ТИТ ($p = 0,001$, 95% доверительный интервал (-21,694) – (-5,991)), более низкая центральная толщина сетчатки ($p = 0,037$, 95% доверительный интервал (-0,115) – (-0,004)) и наличие признаков атрофических изменений внутренних сло-

ев сетчатки (p = 0,007, 95% доверительный интервал (-18,374) – (-3,068).

Проведенный регрессионный анализ в отношении факторов, влияющих на послеоперационную толщину сетчатки, дал следующие результаты. Факторами, ассоциированными с более высокой послеоперационной толщиной, являются женский пол (p = 0,035, 95% доверительный интервал 2,755–69,846), СД 2-го типа (p = 0,023, 95% доверительный интервал 10,323–132,243) и наличие ТИТ (p = 0,007, 95% доверительный интервал 15,600–93,829), в то время как с более низкой послеоперационной толщиной закономерно ассоциировались наличие признаков атрофических процессов (p<0,001, 95% доверительный интервал (-110,015) – (-39,842)) и ламеллярных дефектов (p = 0,036, 95% доверительный интервал (-90,653) – (-3,270)).

Факторный анализ, проведенный в отношении возможных причин развития ТИТ, не показал ассоциаций с клинико-анамнестическими и анатомическими параметрами изучаемых глаз. Таким образом, можно предположить, что ТИТ является независимым, но модифицируемым фактором риска процедуры пилинга ВПМ при витреоретинальном хирургическом лечении ДМ.

Обсуждение

В настоящее время все большее количество исследователей склоняется к пересмотру устоявшейся концепции об обязательном пилинге ВПМ с целью достижения более быстрого анатомического результата и профилактики развития вторичной эпиретинальной пролиферации [7; 10].

Так, в крупных исследования и метаанализах было показано, что пилинг ВПМ является фактором риска ятрогенной травмы внутренних слоев сетчатки с развитием дефектов поля зрения – микроскотом [9]. Отсутствие выраженных анатомо-функциональных преимуществ в исследованиях с длительным сроком наблюдения при сравнении с техниками сохранением интактной ВПМ также указывает на необходимость избирательности и осторожности в применении пилинга ВПМ.

Гистологические исследования удаленных фрагментов эпиретинальных мембран с ВПМ и изолированных образцов ВПМ указывают на наличие риска травмы клеток Мюллера при выполнении пилинга ВПМ [11–13]. Ввиду важной роли этих клеток в структурообразующей функции, водном и электролитном обмене, а также в участии в местных регуляторных биохимических каскадах, непреднамеренное их повреждение способно нести весьма тяжелые и отдаленные последствия [11–13].

По результатам выполненного исследования установлено, что ТИТ встречали более чем в половине случаев в исследуемой выборке пациентов. С учетом данных об их значимом влиянии на отдаленные результаты лечения и риски осложнений, целесообразными является разработка как способов профилактики их возникновения, так и разработка способов и хирургических техник, применение которых исключает развитие ТИТ. С учетом известных осложнений техник с сохранением ВПМ, связанных с рецидивом эпиретинальных пролиферативных процессов [4–7; 10]. Перспективным представляется поиск способа частичного пилинга, сочетающего в себе плюсы обеих техник и минимизирующего риски их осложнений.

Заключение

Полученные в рамках исследования данные указывают на важность феномена ТИТ с учетом его роли как фактора риска более низких функциональных результатов лечения и развития анатомических дегенеративного характера. Интраоперационное выявление и профилактика ТИТ могу значимо повысить успех операции с сохранением результатов в отдаленном периоде наблюдения.

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

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Дедов И.И., Шестакова М.В., Сухарева О.Ю. и др. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. 12-й выпуск // Сахарный диабет. – 2025. – №28(5S). – С.1-175. [Dedov I, Shestakova M, Sukhareva O, et al. Standards of Specialized Diabetes Care. 12th Edition. Diabetes mellitus. 2025; 28(5S): 1-175. (In Russ.)] doi: 10.14341/DM20255S.
2. Чехонин Е.С., Файзрахманов Р.Р., Суханова А.В., Босов Э.Д. Анти-VEGF препараты в лечении диабетической ретинопатии // Вестник офтальмологии. – 2021. – №137(4). – С.136-142. [Chekhonin ES, Fayzrakhmanov RR, Sukhanova AV, Bosov ED. Anti-VEGF therapy for diabetic retinopathy. Russian Annals of Ophthalmology. 2021; 137(4): 136-142. (In Russ.)] doi: 10.17116/oftalma2021137041136.
3. Файзрахманов Р.Р., Петрачков Д.В., Павловский О.А. и др. Диабетическая ретинопатия и диабетический макулярный отек: этиопатогенез и витреоретинальная хирургия как один из методов лечения // Вестник офтальмологии. – 2026. – №142(2). – С.86-91. [Fayzrakhmanov RR, Petrachkov DV, Pavlovskiy OA, et al. Diabetic retinopathy and diabetic macular edema: etiopathogenesis and vitreoretinal surgery as one of the methods of treatment. Russian Annals of Ophthalmology. 2026; 142(2): 86-91. (In Russ.)] doi: 10.17116/oftalma202614202186.
4. Rinaldi M, dell'Omo R, Morescalchi F, et al. ILM peeling in nontractional diabetic macular edema: review and metanalysis. Int Ophthalmol. 2018; 38(6): 2709-2714. doi: 10.1007/s10792-017-0761-6.
5. Chung YR, Lee E, Kim H, et al. Efficacy of Internal Limiting Membrane Peeling in Eyes with Proliferative Diabetic Retinopathy: A Meta-Analysis. Ophthalmologica. 2025; 248(5-6): 386-400. doi: 10.1159/000547416.
6. Nakajima T, Roggia MF, Noda Y, Ueta T. Effect of internal limiting membrane peeling during vitrectomy for diabetic macular edema: Systematic Review and Meta-analysis. Retina. 2015; 35(9): 1719-25. doi: 10.1097/IAE.0000000000000622.
7. Kumagai K, Hangai M, Ogino N, Larson E. Effect of internal limiting membrane peeling on long-term visual outcomes for diabetic macular edema. Retina. 2015; 35(7): 1422-8. doi: 10.1097/IAE.0000000000000497.
8. Romano MR, Cennamo G, Schiemer S, et al. Deep and superficial OCT angiography changes after macular peeling: idiopathic vs diabetic epiretinal membranes. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2017; 255(4): 681-689. doi: 10.1007/s00417-016-3534-4.
9. Akino K, Nagai N, Watanabe K, et al. Risk of newly developing visual field defect and neurodegeneration after pars plana vitrectomy for idiopathic epiretinal membrane. Br J Ophthalmol. 2021; 105(12): 1683-1687. doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-317478.
10. Gunay BO, Erdogan G. Evaluation of Macular Changes in the Long Term after Pars Plana Vitrectomy with Internal Limiting Membrane Peeling for Diabetic Macular Edema. Ophthalmologica. 2021; 244(3): 237-244. doi: 10.1159/000514992.
11. Bringmann A, Pannicke T, Grosche J, et al. Müller cells in the healthy and diseased retina. Prog Retin Eye Res. 2006; 25(4): 397-424. doi: 10.1016/j.preteyeres.2006.05.003.
12. Matsunaga N, Ozeki H, Hirabayashi Y, et al. Histopathologic evaluation of the internal limiting membrane surgically excised from eyes with diabetic maculopathy. Retina. 2005; 25(3): 311-6. doi: 10.1097/00006982-200504000-00010.
13. Столяренко Г.Е., Колчин А.А., Диденко Л.В. и др. Пористая коралловидная структура — новое представление о морфологии внутренней пограничной мембраны сетчатки? // Вестник офтальмологии. – 2016. – №132(6). – С.70-77. [Stolyarenko GE, Kolchin AA, Didenko LV, et al. A porous coral-like structure — a new insight into the morphology of the inner limiting membrane of the retina? Russian Annals of Ophthalmology. 2016; 132(6): 70-77. (In Russ.)] doi: 10.17116/oftalma2016132670-77.