

Применение технологии АСТ при закрытии макулярных разрывов

Чупров А. Д.¹

*д.м.н., профессор, директор;
ORCID: 0000-0001-7011-4220*

Фирсов А. С.¹

*заведующий офтальмологическим отделением;
ORCID: 0000-0001-5523-7927; SPIN: 9278-3867*

Трубников В. А.¹

*к.м.н., заместитель директора по организационно-методической работе;
ORCID: 0000-0002-9451-8622; SPIN: 2002-1951*

Казакова Т. В.¹

*к.б.н., заведующий научно-образовательным отделом;
ORCID: 0000-0003-3717-4533; SPIN: 1283-1267*

¹Оренбургский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, 460047, г. Оренбург, Россия

Автор для корреспонденции: Фирсов Александр Сергеевич; **e-mail:** nauka@ofmnc.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 10.04.2025

Принята к печати: 12.05.2026

Аннотация

В статье представлен опыт Оренбургского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава РФ в применении технологии закрытия макулярных разрывов с использованием АСТ-массы. Полученные результаты указывают на значительное улучшение анатомических и функциональных показателей сетчатки. Успешная регенерация макулы и статистически достоверный прирост остроты зрения у прооперированных пациентов свидетельствуют о перспективности данного метода в офтальмохирургической практике.

Ключевые слова: макулярный разрыв, сетчатка, субтотальная витрэктомия, аутологичная клеточная технология (АСТ), плазма крови пациента

doi: 10.29234/2308-9113-2026-14-3-140-149

Для цитирования: Чупров А. Д., Фирсов А. С., Трубников В. А., Казакова Т. В. Применение технологии АСТ при закрытии макулярных разрывов. *Медицина* 2026; 14(3): 140-149. doi: 10.29234/2308-9113-2026-14-3-140-149

Введение

Макулярный разрыв – сквозной или ламеллярный дефект сетчатки в проекции фовеа, приводящий к снижению центрального зрения, появлению метаморфопсий и центральной скотоме [1]. Впервые патология была описана Кнаппом в 1869 году у пациента после

травмы глаза вследствие удара тупым предметом [2]. Однако это заболевание в большинстве случаев встречается у пациентов, не перенесших травмы, такие разрывы получили название идиопатических. Лечение макулярных разрывов – хирургическое, основной целью которого является блокирование поступления внутриглазной жидкости (ВГЖ) в просвет разрыва, в результате чего края разрыва центростремительно смыкаются и разрыв блокируется [3].

На сегодняшний день существует множество хирургических техник закрытия макулярных разрывов: механическое сближение краев разрыва, закрытие перевернутым лоскутом внутренней пограничной мембраны (ВПМ), применение препаратов на основе плазмы крови пациента (autologous conditioned plasma – ACP, autologous cellular technology – АСТ, platelet-rich plasma – PRP), закрытие больших разрывов аутологичной сетчаткой [5-8]. Метод перевернутого лоскута достаточно сложен, и требует от хирурга определенного опыта и навыка [9-11]. Закрытие больших разрывов аутологичной сетчаткой технически затруднено, а анатомический и функциональный результат остается дискуссионным [12-14]. В последнее время широкое распространение получил метод закрытия разрывов без удаления ВПМ, что позволяет достичь высоких зрительных функций, ввиду отсутствия диссоциации слоя нервных волокон в позднем послеоперационном периоде [15, 16].

Техники с удалением ВПМ, либо с полным ее сохранением, подразумевают использование специального биологического клея, в основу которого положен центрифугат венозной крови пациента. При помощи специальных центрифуг и пробирок производится уникальный биологический материал – обогащённая тромбоцитами плазма крови, либо кондиционированная плазма крови, богатая белками свертывания. Все эти биологические жидкости при их применении образуют на поверхности сетчатки непроницаемую для ВГЖ плёнку, которая рассасывается с течением времени. За период рассасывания плёнки происходит сближение краев разрыва, в результате чего разрыв блокируется и достигается анатомический результат операции [17, 18].

В современной хирургической практике наиболее популярными остаются технологии применения PRP и ACP. PRP терапия – введение аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы пациента в проекцию макулярного разрыва. Обогащённая плазма изготавливается из крови пациента путем центрифугирования её при 3400 оборотах в течение 10 мин и обязательным наличием антикоагулянта 3,2 % цитрата натрия. Недостатком данной методики является скорость приготовления препарата, отсутствие гарантированного результата и сложность забора полученной плазмы [19, 20].

Технология ACP (Arthrex, Германия) подразумевает использование кондиционированной плазмы, богатой тромбоцитами и белками свертывания. Метод приготовления препарата гораздо проще, чем при технологии PRP, однако требует применения специальных двойных шприцов, что значительно удорожает стоимость вмешательства. Полученная кондиционированная плазма собирается во внутреннем шприце, что даёт

гарантированный результат в её получении и облегчает забор полученного препарата [21-25].

Аналогом АСР технологии с недавнего времени является технология АСТ (Солофарм, РФ). Данная методика является полностью отечественной, что значительно снижает стоимость приготовления препарата. Система является полностью закрытой, что минимизирует контакт с внешней средой. Центрифугирование производится при 1500 об\мин в течение 5 минут. Данная методика подразумевает отсутствие необходимости применения цитрата натрия. Ко всему прочему, объем полученной плазмы гораздо больше, чем при технологии АСР, что дает возможность в расширении показаний к его применению.

Цель исследования

Цель исследования – представить опыт Оренбургского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава РФ в применении технологии АСТ при хирургическом лечении макулярных разрывов.

Материалы и методы

Технология закрытия макулярных разрывов с использованием АСТ-массы в Оренбургском филиале ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава РФ применяется с 2024 г. В данное исследование включено 20 пациентов (20 глаз). Пациентам до операции проводилось стандартное офтальмологическое обследование, включающее визометрию и оптическую когерентную томографию (ОКТ) макулярной зоны.

Во всех случаях осуществлялась стандартная субтотальная витрэктомия трёхпортовым доступом калибра 25Ga с удалением задней гиалоидной мембраны. Внутренняя пограничная мембрана удалялась с помощью витреоретинального пинцета в пределах сосудистых аркад с предварительным окрашиванием трепановым синим. Тампонаду витреальной полости проводили стерильным воздухом, после чего инстиллировали АСТ-массу непосредственно на область разрыва. Склеротомические отверстия ушивались нитью полигликолид 8-0. Пациентам рекомендовали положение «лицом вниз» в течение 12 часов. Все пациенты были выписаны на следующий день после операции. Интра- и постоперационных осложнений не выявлено. Пациентам даны рекомендации в виде закапывания противовоспалительных капель, контроль ОКТ через месяц. Острота зрения также оценивалась через один и три месяца наблюдения после операции.

Статистический анализ проводился с использованием специализированного программного обеспечения Statistica 10.0 (Statsoft, Inc., США). Предварительно все количественные данные проверялись на соответствие закону нормального распределения с помощью теста

Шапиро-Уилка [26, 27]. На основании проведенного анализа установлено, что распределение показателей возраста пациентов и размера макулярного разрыва соответствовали нормальному закону ($W=0,94$, $p=0,26$ и $W=0,93$, $p=0,23$, соответственно). В связи с этим данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Показатели максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ) до операции и в раннем послеоперационном периоде (1 месяц) не соответствовали нормальному распределению ($W=0,83$, $p=0,003$; $W=0,89$, $p=0,04$; соответственно). К 3-му месяцу распределение показателей МКОЗ соответствовали нормальному закону ($W=0,92$, $p=0,12$). В связи с исходным отклонением признака от нормального закона на всех этапах исследования данные МКОЗ представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (Me [Q1; Q3]). Для множественного сравнения зависимых переменных применялся критерий Фридмана с использованием стандартного уровня значимости $p < 0,05$. Для попарного сравнения зависимых выборок использовали критерий Вилкоксона с поправкой Бонферрони. С учетом трех этапов динамического наблюдения критический уровень значимости для *post-hoc* теста был установлен на уровне $p < 0,017$. Дополнительно рассчитывалась величина эффекта Розенталя (r) на основе стандартизированного значения Z-статистики критерия Вилкоксона. Интерпретация величины эффекта проводилась в соответствии с общепринятыми критериями Коэна: 0,1 – малый эффект; 0,3 – средний эффект; 0,5 и выше – большой эффект [28]. Для оценки точности и надежности интервальных показателей силы эффекта рассчитывался 95 %-й доверительный интервал (95 % ДИ) с использованием Z-преобразования Фишера [29]. Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Результаты

В ходе проведенной работы было установлено, что средний возраст пациентов составил $61,5 \pm 4,5$ лет. При этом в структуре выборки преобладали лица женского пола – 13 человек (65 %), в то время как мужчин было 7 человек (35 %).

Рассматривая результаты офтальмологического обследования до операции, было установлено, что у пациентов отмечались сквозные макулярные разрывы преимущественно средних и крупных размеров ($437,35 \pm 176,95$ мкм), что, как следствие, привело к стойкому снижению центрального зрения ($0,085$ [0,045; 0,3]).

Через 1 месяц после хирургического лечения было установлено закрытие макулярного разрыва в 18 случаях (90 %). Отсутствие анатомического результата в 2 случаях (10 %) было обусловлено большим диаметром разрыва и длительным течением заболевания. Применение критерия Фридмана для анализа данных, полученных в различные периоды наблюдения, выявило статистически значимое увеличение МКОЗ ($\chi^2 = 28,69$; $df=2$; $p=0,00001$) (таблица 1).

Таблица 1. Динамика максимально скорректированной остроты зрения у пациентов после хирургического лечения макулярного разрыва с применением АСТ-массы

Этапы наблюдения	МКОЗ, Ме [Q1; Q3]
до операции	0,085 [0,045; 0,3]
через 1 месяц	0,4 [0,2; 0,7]***
через 3 месяца	0,45 [0,25; 0,7]***
Критерий Фридмана (p)	p=0,00001

Примечание: данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (Ме [Q1; Q3]); 95% ДИ – 95 %-й доверительный интервал; *** – ($p \leq 0,001$) – p-уровень значимости при сравнении с показателями до операции (использование критерия Вилкоксона с поправкой Бонферрони)

На основании статистически значимых результатов, полученных с помощью критерия Фридмана, были выполнены апостериорные сравнения МКОЗ в различные периоды наблюдения с применением критерия Вилкоксона и последующей коррекцией на множественные сравнения по Бонферрони. Установлено, что через 1 месяц МКОЗ статистически значимо была больше, чем до операции в 4,7 раз ($Z=3,78$, $p=0,00015$). При этом отмечался большой размер эффекта $r=0,6$ при 95 % доверительном интервале от 0,35 до 0,77. Через 3 месяца МКОЗ статистически значимо была больше, чем до операции в 5,3 раза ($Z=3,84$, $p=0,00012$). Размер эффекта составил $r=0,61$ при 95 % доверительном интервале от 0,37 до 0,77. Полученные данные свидетельствуют о большом размере эффекта, что математически подтверждает высокую клиническую значимость хирургического лечения с применением АСТ-массы. Выявлено, что показатели МКОЗ через 3 месяца после операции были больше на 12,5 % ($Z=2,24$, $p=0,025$) по сравнению с данными через 1 месяц. Размер эффекта составил $r=0,35$ при 95 % доверительном интервале от 0,04 до 0,6. Однако следует отметить, что данная динамика не носила статистически значимого характера с учетом поправки Бонферрони (критический уровень $p=0,017$).

Обсуждение

Представленные результаты свидетельствуют о высокой эффективности технологии закрытия макулярных разрывов с использованием АСТ-массы у пациентов с различными размерами макулярного разрыва. Примененная хирургическая тактика, а именно стандартная субтотальная витрэктомия с окрашиванием внутренней пограничной мембраны трепановым синим и пилингом в пределах сосудистых аркад, позволяет тщательно удалить эпиретинальные ткани и обеспечить необходимую подготовку макулы к нанесению АСТ-массы. Воздушная тампонада создает благоприятные условия для фиксации материала к сетчатке и стимулирует процессы регенерации. При этом положение «лицом вниз» в течение 12 часов после оперативного вмешательства служит дополнительным фактором, способствующим прилеганию АСТ-массы к области разрыва и последующему восстановлению анатомии макулярной зоны.

По данным оптической когерентной томографии, у 90 % пациентов (18 из 20) удалось добиться полного блокирования разрыва, что указывает на хорошую биосовместимость и адгезионные свойства применяемого препарата. Интересно отметить, что у двух пациентов с особо крупными дефектами и длительным периодом заболевания конечный анатомический результат не был достигнут, что требовало повторной хирургии. Существенное повышение максимальной корригируемой остроты зрения через месяц после операции подчеркивает значимый функциональный эффект вмешательства. Кроме того, пациенты отметили снижение метаморфопсий. Отсутствие интра- и постоперационных осложнений также подтверждает безопасность предлагаемой методики.

Заключение

Таким образом, технология с использованием АСТ-массы показывает высокую эффективность и безопасность в лечении макулярных разрывов. Полученные в ходе исследования результаты указывают на значительное улучшение анатомических и функциональных показателей сетчатки. Успешная регенерация макулы и статистически значимый прирост остроты зрения доказывают перспективность данного метода в офтальмохирургической практике.

Список литературы

1. Павловский О.А. Макулярный разрыв: классификационные признаки морфологических дефектов. *Современные технологии в офтальмологии* 2018; (2): 154-156.
2. Gass J.D. Reappraisal of biomicroscopic classification of stages of development of a macular hole. *Am. J. Ophthalmol.* 1995; 119(6): 752-759. doi: 10.1016/s0002-9394(14)72781-3
3. Куликов А.Н., Чурашов С.В., Попов Е.М. Методы лечения макулярного разрыва – история и перспективы. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова* 2021; 16(1): 135-138. doi:10.25881/BPNMSC.2021.14.53.026
4. Шкворченко Д.О., Захаров В.Д., Шпак А.А. и др. Наш опыт применения богатой тромбоцитами плазмы крови в хирургии макулярных разрывов. *Современные технологии в офтальмологии* 2016; 1(9): 245-246.
5. Чупров А.Д., Казеннов А.Н., Бажитова Е.А. Опыт хирургического лечения рецидива оперированного макулярного разрыва. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2021; 17(2): 400-402.
6. Фирсов А.С., Чупров А.Д., Трубников В.А., Воронина А.Е. Опыт хирургического лечения идиопатических макулярных разрывов в Оренбургском филиале ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Фёдорова». *Современные технологии в офтальмологии* 2021;37(2): 97-100. doi: 10.25276/2312-4911-2021-2-97-100
7. Чупров А.Д., Казеннов А.Н., Мамбетова Э.М. Стандартизированный подход к выбору базового хирургического лечения больших макулярных разрывов. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2020; 16(2): 687-690.

8. Шкворченко Д.О., Какунина С.А., Норман К.С. и др. Хирургическое лечение незакрывшихся после первичного вмешательства макулярных разрывов. *Офтальмохирургия* 2023; (S3): 109-115. doi: 10.25276/0235-4160-2023-3S-109-115
9. Шпак А.А., Авакян Ф.А., Колесник А.И. Клинико-функциональные результаты лечения идиопатических макулярных разрывов с сохранением фовеальной внутренней пограничной мембраны. *Офтальмохирургия* 2023; (3): 78-85. doi: 10.25276/0235-4160-2023-3-78-85
10. Белый Ю.А., Терещенко А.В., Шкворченко Д.Р. и др. Результаты использования методики формирования фрагмента внутренней пограничной мембраны для закрытия больших макулярных разрывов. *«Макула-2016»: сборник науч. трудов*. Ростов-на-Дону, 2016. С. 302-307.
11. Белый Ю.А., Терещенко А.В., Шкворченко Д.Р. и др. Новая методика формирования фрагмента внутренней пограничной мембраны в хирургическом лечении больших идиопатических макулярных разрывов. *Офтальмология* 2015; 12 (4): 27-33. doi: 10.18008/1816-5095-2015-4-27-33
12. Ding C., Li S., Zeng J. Autologous Neurosensory Retinal Transplantation for Unclosed and Large Macular Holes. *Ophthalmic Res.* 2019; 61(2): 88–93. doi: 10.1159/000487952.
13. Dilraj S.G., Steve Ch., Parolini B., et al. Autologous retinal transplant for refractory macular holes: multicenter international collaborative study group multicenter study. *Ophthalmology* 2019; 126(10): 1399–1400. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.01.027.
14. Homayoun T. Vascularization and Reperfusion of Autologous Retinal Transplant for Giant Macular Holes. *JAMA Ophthalmol.* 2020; 138(3): 305–309. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2019.5733.
15. Каримов А.И., Лыскин П.В., Згоба М.И., Макаренко И.Р. Хирургическое лечение макулярных отверстий без пилинга внутренней пограничной мембраны. *Современные технологии в офтальмологии* 2018; 4: 137–139.
16. Лыскин П.В., Володин П.Л., Макаренко И.Р. Функциональные результаты хирургического лечения макулярных отверстий с полным сохранением внутренней пограничной мембраны в сравнении с традиционной методикой. *Российский офтальмологический журнал* 2023; 16(4): 44-49. doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-4-44-49
17. Шамкин С.С., Субботина С.Н., Степанянц А.Б. Механизмы закрытия центральных и периферических разрывов сетчатки при использовании PRP плазмы. *Уральский медицинский журнал* 2023; 22(5): 115-122. doi: 10.52420/2071-5943-2023-22-5-115-122
18. Шкворченко Д.О., Ведерникова О.Ю., Шпак А.А. Результаты хирургического лечения ламеллярных макулярных разрывов с применением богатой тромбоцитами плазмы крови. *Офтальмохирургия* 2023; (2): 44-52. doi: 10.25276/0235-4160-2023-2-44-52
19. Чупров А.Д., Ломухина Е.А., Казеннов А.Н. Опыт хирургического лечения макулярных разрывов с использованием аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP) (первые клинические результаты). *Практическая медицина* 2017; 2(9(110)): 247-249.
20. Шпак А.А., Шкворченко Д.О., Крупина Е.А. Структурные изменения макулярной области после хирургического лечения макулярных разрывов с применением богатой тромбоцитами плазмы крови. *Офтальмохирургия* 2018; (4): 52-57. doi: 10.25276/0235-4160-2018-4-52-57
21. Арсютов Д.Г. Трехлетний опыт использования аутологичной кондиционированной плазмы в хирургии сложной витреоретинальной патологии. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2021; 17(2): 275-278.
22. Арсютов Д.Г. Пятилетний опыт использования аутологичной кондиционированной плазмы в хирургии переднего и заднего отрезков глаза. *Современные технологии в офтальмологии* 2024; 2(4): 199. doi: 10.25276/2312-4911-2024-4-199
23. Арсютов Д.Г. Новый подход к лечению центральной отслойки сетчатки с макулярным разрывом у пациентов с экстремальной миопией и стафиломой склеры. *Российский офтальмологический журнал* 2023; 16(4): 7-10. doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-4-7-10

24. Егорова Э.В., Узунян Д.Г., Тилляходжаев С.С. и др. Пред- и интраоперационная диагностика патологии периферии сетчатки у больных с макулярными разрывами. *Офтальмохирургия* 2011; (4): 28-31.
25. Арсютков Д.Г., Паштаев Н.П. Современная технология хирургического лечения центральной отслойки сетчатки с макулярным разрывом у пациентов с высокой осложненной миопией и стафиломой склеры. *The Eye Глаз* 2023; 25(2): 108-114. doi: 10.33791/2222-4408-2023-2-108-114
26. Razali N.M., Wah Y.B. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*. 2011; 2(1): 21-33.
27. Субботина А.В., Гржибовский А.М. Описательная статистика и проверка нормальности распределения количественных данных. *Экология человека*. 2014; №2: 51-57.
28. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988. 567 p.
29. Cumming G. Understanding The New Statistics: Effect Sizes, Confidence Intervals, and Meta-Analysis. New York: Routledge; 2012. 536 p.

Use of autologous cellular technology (ACT) in closure of macular holes

Chuprov A. D.¹

Professor, doctor of medical science, director;

ORCID: 0000-0001-7011-4220

Firsov A. S.¹

Head of the Ophthalmology Department;

ORCID: 0000-0001-5523-7927; SPIN: 9278-3867

Trubnikov V. A.¹

Candidate of Medical Sciences, Deputy Director for Organizational and Methodological Work;

ORCID: 0000-0002-9451-8622; SPIN: 2002-1951

Kazakova T. V.¹

Candidate of Biological Sciences, Head of the Research and Education Department;

ORCID: 0000-0003-3717-4533; SPIN: 1283-1267

¹ Orenburg branch of The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Orenburg, Russia

Corresponding Author: Firsov A.S., **e-mail:** nauka@ofmntk.ru

Funding. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. None declared.

Received: 10.04.2025

Accepted: 12.05.2026

Abstract

The article presents the experience of the Orenburg branch of The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution in the use of the technology of closing macular holes using ACT. The obtained results indicate a significant improvement in the anatomical and functional parameters of the retina. Successful regeneration of the macula and statistically significant increase in visual acuity in the operated patients indicate the prospects of this method in ophthalmosurgical practice.

Key words: macular hole, retina, subtotal vitrectomy, autologous cellular technology (ACT), patient's blood plasma

References

1. Pavlovskiy O.A. Makulyarnyy razryv: klassifikatsionnye priznaki morfologicheskikh defektov [Macular hole: classification features of morphological defects] *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology] 2018; (2): 154-156 (in Russ.).
2. Gass J.D. Reappraisal of biomicroscopic classification of stages of development of a macular hole. *Am. J. Ophthalmol.* 1995; 119(6): 752-759. doi: 10.1016/s0002-9394(14)72781-3
3. Kulikov A.N., Churashov S.V., Popov E.M. Metody lecheniya makulyarnogo razryva – istoriya i perspektivy [Methods of treatment of macular hole: history and prospects] *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N. I. Pirogova* [Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov] 2021; 16(1): 135-138 (in Russ.). doi:10.25881/BPNMSC.2021.14.53.026
4. Shkvorchenko D.O., Zakharov V.D., Shpak A.A. et al. Nash opyt primeneniya bogatoy trombotsitami plazmy krovi v khirurgii makulyarnykh razryvov [Our experience with platelet-rich plasma in macular hole surgery] *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology] 2016; 1(9): 245-246. (in Russ.).
5. Chuprov A.D., Kazennov A.N., Bazhitova E.A. Opyt khirurgicheskogo lecheniya retsidiva operirovannogo makulyarnogo razryva [Experience of surgical treatment of recurrent macular rupture developed in post-operation period]. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal* [Saratov Scientific Medical Journal] 2021; 17(2): 400-402. (in Russ.).
6. Firsov A.S., Chuprov A.D., Trubnikov V.A., Voronina A.E. Opyt khirurgicheskogo lecheniya idiopaticeskikh makulyarnykh razryvov v Orenburgskom filiale FGOU NMITs «MNTK »Mikrokhirurgiya glaza« im. akad. S.N. Fedorova» [Experience in surgical treatment of idiopathic macular ruptures in Orenburg branch of The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution] *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology] 2021; 37(2): 97-100. (in Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2021-2-97-100
7. Chuprov A.D., Kazennov A.N., Mambetova E.M. Standartizirovannyi podkhod k vyboru bazovogo khirurgicheskogo lecheniya bol'shikh makulyarnykh razryvov [A standardized approach to the choice of basic surgical treatment for large macular holes]. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal* [Saratov Scientific Medical Journal] 2020; 16(2): 687-690. (in Russ.).
8. Shkvorchenko D.O., Kakunina S.A., Norman K.S., et al. Khirurgicheskoe lechenie nezakryvshikhsya posle pervichnogo vmeshatel'stva makulyarnykh razryvov [Surgical treatment of recurrent macular hole]. *Oftal'mokhirurgiya* [Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery] 2023; (S3): 109-115. (in Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-S3-109-115
9. Shpak A.A., Avakyan F.A., Kolesnik A.I. Kliniko-funktsional'nye rezul'taty lecheniya idiopaticeskikh makulyarnykh razryvov s sokhraneniem foveal'noy vnutrenney pograničnoy membrany [Clinical and functional results of idiopathic macular holes treatment with foveal internal limiting membrane sparing]. *Oftal'mokhirurgiya* [Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery] 2023; (3): 78-85. (in Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-3-78-85
10. Belyi Yu.A., Tereshchenko A.V., Shkvorchenko D.R., et al. Rezul'taty ispol'zovaniya metodiki formirovaniya fragmenta vnutrenney pograničnoy membrany dlya zakrytiya bol'shikh makulyarnykh razryvov. «Makula-2016»: sbornik nauch. trudov. [Results of using the technique of inverted internal limiting membrane flap formation for closing large macular holes. Macula-2016: Collected papers]. Rostov-on-Don, 2016. P. 302-307. (in Russ.).
11. Belyi Yu.A., Tereshchenko A.V., Shkvorchenko D.R., et al. Novaya metodika formirovaniya fragmenta vnutrenney pograničnoy membrany v khirurgicheskom lechenii bol'shikh idiopaticeskikh makulyarnykh razryvov [A new technique of inverted internal limiting membrane flap formation in a surgical treatment for large idiopathic macular holes]. *Oftal'mologiya* [Ophthalmology] 2015; 12 (4): 27-33. (in Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2015-4-27-33
12. Ding C., Li S., Zeng J. Autologous Neurosensory Retinal Transplantation for Unclosed and Large Macular Holes. *Ophthalmic Res.* 2019; 61(2): 88–93. doi: 10.1159/000487952.
13. Dilraj S.G., Steve Ch., Parolini B., et al. Autologous retinal transplant for refractory macular holes: multicenter international collaborative study group multicenter study. *Ophthalmology* 2019; 126(10): 1399–1400. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.01.027.
14. Homayoun T. Vascularization and Reperfusion of Autologous Retinal Transplant for Giant Macular Holes. *JAMA Ophthalmol.* 2020; 138(3): 305–309. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2019.5733.
15. Karimov A.I., Lyskin P.V., Zgoba M.I., Makarenko I.R. Khirurgicheskoe lechenie makulyarnykh otverstiy bez pilinga vnutrenney pograničnoy membrany [Surgical treatment of macular holes without peeling of the internal limiting membrane]. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology] 2018; 4: 137–139. (in Russ.).

16. Lyskin P.V., Volodin P.L., Makarenko I.R. Funktsional'nye rezul'taty khirurgicheskogo lecheniya makulyarnykh otverstiy s polnym sokhraneniem vnutrenney pogranichnoy membrany v sravnenii s traditsionnoy metodikoy [Functional results of surgical treatment of macular holes fully preserving the internal limiting membrane as compared with the traditional method]. *Rossiyskiy oftal'mologicheskiy zhurnal* [Russian Ophthalmological Journal] 2023; 16(4): 44-49. (in Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-4-44-49
17. Shamkin S.S., Subbotina S.N., Stepanyants A.B. Mekhanizmy zakrytiya tsentral'nykh i perifericheskikh razryvov setchatki pri ispol'zovanii PRP plazmy [Mechanisms of closure of central and peripheral retinal tears using PRP plasma]. *Ural'skiy meditsinskiy zhurnal* [Ural Medical Journal] 2023; 22(5): 115-122. (in Russ.). doi: 10.52420/2071-5943-2023-22-5-115-122
18. Shkvorchenko D.O., Vedernikova O.Yu., Shpak A.A. Rezul'taty khirurgicheskogo lecheniya lamellyarnykh makulyarnykh razryvov s primeneniem bogatoy trombotsitami plazmy krovi [Surgical outcomes of lamellar macular holes treatment using autologous platelet-rich plasma] *Oftal'mokhirurgiya* [Fedorov Journal of Ophthalmic Surgery] 2023; (2): 44-52. (in Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-2-44-52
19. Chuprov A.D., Lomukhina E.A., Kazennov A.N. Opyt khirurgicheskogo lecheniya makulyarnykh razryvov s ispol'zovaniem autoplazmy, obogashchennoy trombotsitami (PRP) (pervye klinicheskie rezul'taty) [Experience of surgical treatment of macular ruptures using platelet-rich autoplasm (PRP) (first clinical results)]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical medicine] 2017; 2(9(110)): 247-249. (in Russ.).
20. Shpak A.A., Shkvorchenko D.O., Krupina E.A. Strukturnye izmeneniya makulyarnoy oblasti posle khirurgicheskogo lecheniya makulyarnykh razryvov s primeneniem bogatoy trombotsitami plazmy krovi [Structural changes in the macular area after surgical treatment of macular holes with the use of a platelet-rich plasma]. *Oftal'mokhirurgiya* [Fedorov Journal of Ophthalmic Surgery] 2018; (4): 52-57. (in Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2018-4-52-57
21. Arsyutov D.G. Trekhletniy opyt ispol'zovaniya autologichnoy konditsionirovannoy plazmy v khirurgii slozhnoy vitreoretinal'noy patologii [Three years of experience using autologous conditioned plasma in surgery of complex vitreoretinal pathology] *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal* [Saratov Scientific Medical Journal] 2021; 17(2): 275-278. (in Russ.).
22. Arsyutov D.G. Pyatiletniy opyt ispol'zovaniya autologichnoy konditsionirovannoy plazmy v khirurgii perednego i zadnego otrezkov glaza [Five years of experience using autologous conditioned plasma in surgery of the anterior and posterior eye segments] *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology]. 2024; 2(4): 199. (in Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2024-4-199
23. Arsyutov D.G. Novyy podkhod k lecheniyu tsentral'noy otsloyki setchatki s makulyarnym razryvom u patsientov s ekstremal'noy miopiey i stafilomoy sklery [A new approach to the treatment of central retinal detachment with a macular hole in patients with extreme myopia and scleral staphyloma] *Rossiyskiy oftal'mologicheskiy zhurnal* [Russian Ophthalmological Journal] 2023; 16(4): 7-10. (in Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-4-7-10
24. Egorova E.V., Uzunyan D.G., Tilyakhodzhaev S.S. et al. Pred- i intraoperatsionnaya diagnostika patologii periferii setchatki u bol'nykh s makulyarnymi razryvami [Pre- and intra-operative diagnosis of peripheral retinal pathology in patients with macular holes] *Oftal'mokhirurgiya* [Fedorov Journal of Ophthalmic Surgery] 2011; (4): 28-31. (in Russ.).
25. Arsyutov D.G., Pashtayev N.P. Sovremennaya tekhnologiya khirurgicheskogo lecheniya tsentral'noy otsloyki setchatki s makulyarnym razryvom u patsientov s vysokoy oslozhnennoy miopiey i stafilomoy sklery [Modern technology of surgical treatment for central retinal detachment with macular hole in patients with highly complicated myopia and scleral staphyloma] *The Eye Glaz.* 2023; 25(2): 108-114. (in Russ.). doi: 10.33791/2222-4408-2023-2-108-114
26. Razali N.M., Wah Y.B. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics.* 2011; 2(1): 21-33.
27. Subbotina A.V., Grzhibovskiy A.M. Opisatel'naya statistika i proverka normal'nosti raspredeleniya kolichestvennykh dannykh [Descriptive statistics and normality testing for quantitative data] *Human Ecology* 2014; (2): 51-57. (in Russ.).
28. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988. 567 p.
29. Cumming G. *Understanding The New Statistics: Effect Sizes, Confidence Intervals, and Meta-Analysis.* New York: Routledge; 2012. 536 p.