



<https://doi.org/10.34883/PI.2025.15.3.013>
УДК 617.75



Беляковский П.В. ✉, Позняк Н.И., Позняк О.Н., Потапнев М.П., Абельский Д.Е.,
Белькевич Ю.Л., Котович В.О., Лихорад Е.Г., Гусева Ю.А., Жуков К.В.
Центр микрохирургии глаза VOKA, Минск, Беларусь

Эффективность сочетанной хирургии макулярных разрывов с применением PRP и одномоментной фактоэмульсификацией

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования, написание текста, анализ литературы, описание результатов и выводов исследования – Позняк Н.И., Беляковский П.В.; сбор и обработка материала, статистическая обработка, табличное и графическое представление материала – Позняк Н.И., Беляковский П.В., Жуков К.В.; редактирование – Позняк О.Н., Потапнев М.П., Абельский Д.Е., Белькевич Ю.Л., Котович В.О., Лихорад Е.Г., Гусева Ю.А., Жуков К.В.

Подана: 02.07.2025

Принята: 08.09.2025

Контакты: beliakouskipavel.1977@gmail.com

Резюме

Введение. Идиопатические макулярные разрывы (ИМР) представляют собой одну из наиболее сложных задач современной витреоретинальной хирургии. Несмотря на совершенствование методик витрэктомии с пилингом внутренней пограничной мембраны (ВПМ) и использованием газовой тампонады, проблема оптимизации анатомических и функциональных результатов остается актуальной. В последние годы привлекает внимание применение аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP), благодаря ее потенциалу стимуляции процессов регенерации.

Цель. Оценить эффективность применения аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, при хирургическом лечении идиопатических макулярных разрывов II–IV стадии по сравнению со стандартной техникой витрэктомии с газовой тампонадой.

Материалы и методы. В исследование включено 55 глаз 50 пациентов с ИМР II–IV стадии по Gass ($MHD_{min} = 360,59 \pm 140,06$ мкм), которым была выполнена субтотальная витрэктомия с пилингом ВПМ и газовой тампонадой и одномоментной фактоэмульсификацией с имплантацией ИОЛ. В основной группе (41 глаз) дополнительно применяли PRP; в контрольной группе (14 глаз) операция проводилась без использования PRP. Оценку анатомических и функциональных результатов осуществляли с применением стандартного офтальмологического обследования и оптической когерентной томографии (ОСТ).

Результаты. Закрытие макулярного разрыва достигнуто во всех наблюдениях. В послеоперационном периоде отмечено достоверное улучшение некорригированной (НКОЗ: основная – $0,37 \pm 0,19$, контрольная – $0,32 \pm 0,16$) и максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ: основная – $0,52 \pm 0,14$, контрольная – $0,50 \pm 0,18$) в обеих группах ($p < 0,001$). При этом в группе с применением PRP наблюдалась тенденция к более выраженному восстановлению анатомической структуры макулы по данным ОКТ (дефект EZ уменьшился с $1099,70 \pm 296,49$ до $484,04 \pm 311,05$ мкм ($p < 0,001$, Wilcoxon), дефект ELM – с $1135,15 \pm 337,40$ до $316,00 \pm 277,62$ мкм ($p < 0,001$)) и лучшим функциональным результатам.

Выводы. Использование аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, при хирургическом лечении идиопатических макулярных разрывов способствует ускорению репаративных процессов и улучшению анатомических (дефект EZ уменьшился с $1099,70 \pm 296,49$ до $484,04 \pm 311,05$ мкм ($p < 0,001$, Wilcoxon), дефект ELM – с $1135,15 \pm 337,40$ до $316,00 \pm 277,62$ мкм ($p < 0,001$)) и зрительных исходов. Этот подход заслуживает дальнейшего изучения как перспективное дополнение к стандартной хирургической тактике.

Ключевые слова: идиопатический макулярный разрыв, витрэктомия, аутоплазма, обогащенная тромбоцитами, PRP, офтальмохирургия, оптическая когерентная томография

Belyakovsky P. ✉, Poznyak N., Poznyak O., Potapnev M., Abelsky D., Belkevich Yu., Kotovich V., Likhonad E., Guseva Yu., Zhukov K.
VOKA Eye Microsurgery Center, Minsk, Belarus

Efficiency of Combined Macular Hole Surgery Using PRP and Single-Stage Phacoemulsification

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: study concept and design, writing the text, literature analysis, description of the results and conclusions of the study – Poznyak N., Belyakovsky P.; collection and processing of material, statistical processing, tabular and graphical presentation of the material – Poznyak N., Belyakovsky P., Zhukov K.; editing – Poznyak O., Potapnev M., Abelsky D., Belkevich Yu., Kotovich V., Likhonad E., Guseva Yu., Zhukov K.

Submitted: 02.07.2025

Accepted: 08.09.2025

Contacts: beliakouskipavel.1977@gmail.com

Abstract

Introduction. Idiopathic macular holes (IMH) remain one of the most challenging conditions in modern vitreoretinal surgery. Despite advances in vitrectomy techniques involving internal limiting membrane (ILM) peeling and gas tamponade, the optimization of anatomical and functional outcomes remains a pressing issue. In recent years, interest has grown in the use of autologous platelet-rich plasma (PRP) due to its regenerative potential.

Purpose. To evaluate the efficacy of autologous PRP as an adjunct in the surgical treatment of stage II–IV idiopathic macular holes compared to standard vitrectomy with gas tamponade.

Materials and methods. The study included 55 eyes of 50 patients with stage II–IV IMH (Gass classification; mean minimum hole diameter 360.59 ± 140.06 μ m), all of whom underwent subtotal vitrectomy with ILM peeling, gas tamponade, and simultaneous phacoemulsification with intraocular lens implantation. In the main group (41 eyes), PRP was used intraoperatively; in the control group (14 eyes), surgery was performed without PRP. Anatomical and functional outcomes were assessed using standard ophthalmic examination and optical coherence tomography (OCT).



Results. Macular hole closure was achieved in all cases. Postoperative best uncorrected (0.37 ± 0.19 in the main group vs. 0.32 ± 0.16 in the control) and best corrected visual acuity (0.52 ± 0.14 vs. 0.50 ± 0.18 , respectively) significantly improved in both groups ($p < 0.001$). In the PRP group, OCT showed a more pronounced anatomical restoration: ellipsoid zone (EZ) defect decreased from 1099.70 ± 296.49 to 484.04 ± 311.05 μm ($p < 0.001$, Wilcoxon), and external limiting membrane (ELM) defect from 1135.15 ± 337.40 to 316.00 ± 277.62 μm ($p < 0.001$), accompanied by better functional outcomes.

Conclusion. The use of autologous PRP in IMH surgery may enhance reparative processes and improve anatomical (EZ defect: from 1099.70 ± 296.49 to 484.04 ± 311.05 μm ; ELM defect: from 1135.15 ± 337.40 to 316.00 ± 277.62 μm ; $p < 0.001$) and visual outcomes. This technique warrants further investigation as a promising adjunct to standard surgical management.

Keywords: idiopathic macular hole, vitrectomy, autologous platelet-rich plasma, PRP, ophthalmic surgery, optical coherence tomography

■ ВВЕДЕНИЕ

Макулярный разрыв (МР) остается одной из значимых причин стойкого снижения центрального зрения, особенно у пациентов старше 50 лет. Распространенность данной патологии увеличивается с возрастом и, по различным данным, варьирует от 0,1 до 0,8% в популяции лиц старше 40 лет, достигая пика у женщин старшей возрастной группы [1]. Несмотря на развитие хирургических технологий, идиопатический макулярный разрыв (ИМР) представляет собой одну из наиболее сложных форм витреоретинальной патологии, требующую индивидуального подхода к лечению.

Золотым стандартом хирургии МР в настоящее время признана 3-портовая витрэктомия с удалением задней гиалоидной мембраны и внутренней пограничной мембраны (ВПМ), сопровождаемая тампонадой витреальной полости газовой смесью. При данной методике в большинстве случаев удается добиться анатомического закрытия разрыва, особенно при его небольшом диаметре [2–4]. Однако в ситуациях, связанных с широким разрывом (более 400 мкм), миопической дегенерацией (размер глаза более 26 мм) или пожилым возрастом пациентов, процент неполного смыкания и риска рецидива увеличивается [5, 6].

В связи с этим, наряду с традиционными подходами, активно внедряются модифицированные хирургические технологии, направленные на хирургию сложных случаев, такие как техника свободного или перевернутого лоскута внутренней пограничной мембраны [7–11, 21], различные виды ретинотомии, трансплантация амниотической мембраны или аутоотрансплантация участка сетчатки периферической зоны [12–14].

Особый интерес представляют биологически активные методы, включающие применение аутологичной, обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP) [15–17], обладающей гемостатическим, противовоспалительным и репаративным потенциалом. Благодаря высокой концентрации факторов роста, PRP способствует ускоренной регенерации нейросенсорной сетчатки и пигментного эпителия, оказывая влияние на процессы ангиогенеза, клеточной пролиферации и дифференцировки [18–20].

Дополнительным клиническим преимуществом может являться одномоментное выполнение факоэмульсификации у пациентов с сопутствующей катарактой [23]. Сочетание факоэмульсификации с витрэктомией и PRP позволяет оптимизировать хирургический доступ, минимизировать риски повторных вмешательств и улучшить функциональные исходы.

Несмотря на накопленные положительные клинические наблюдения, комплексный подход с применением PRP при макулярных разрывах в сочетании с факоэмульсификацией остается недостаточно изученным [15, 22]. Необходимость в проведении контролируемых сравнительных исследований обусловлена как высокой клинической значимостью данной категории пациентов, так и потребностью в объективной оценке анатомических и функциональных результатов в кратко- и среднесрочной перспективе.

Представленное исследование направлено на оценку эффективности комбинированного хирургического подхода с применением аутологичной PRP и одномоментной факоэмульсификацией с имплантацией ИОЛ у пациентов с макулярными разрывами, что, по нашему мнению, позволяет не только повысить частоту анатомического закрытия дефекта, но и достичь лучшего функционального восстановления.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность применения аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, при комбинированном хирургическом лечении идиопатических макулярных разрывов II–IV стадии по сравнению со стандартной техникой витрэктомии с газовоздушной тампонадой.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящее исследование основано на ретроспективном анализе результатов хирургического лечения идиопатических макулярных разрывов сетчатки II–IV стадии по классификации Gass, проведенного у 50 пациентов (55 глаз), находившихся на лечении в центре микрохирургии глаза «ВОКА». В зависимости от примененной хирургической методики пациенты были распределены на 2 группы – основную и группу сравнения (табл. 1). Средний возраст в основной группе составил $66,10 \pm 4,71$; в группе сравнения – $67,71 \pm 4,47$. В основную группу ($n=41$) вошли пациенты, которым выполнена субтотальная витрэктомия с дегидратацией зоны разрыва, вакуумным сближением краев дефекта с помощью силиконовой канюли и инстилляцией аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP), с последующей газовоздушной тампонадой SF₆. Во вторую группу сравнения ($n=14$) включены пациенты, оперированные без применения PRP – с выполнением аналогичного объема витрэктомии, дегидратации и сближения краев разрыва, но без использования биологического компонента, с последующей газовоздушной тампонадой SF₆. В обеих группах выполнялась одномоментная факоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы.

Критериями включения являлись: наличие макулярного разрыва, подтвержденного данными оптической когерентной томографии (ОКТ), и отсутствие выраженных сопутствующих офтальмопатологий, влияющих на макулярную зону (например, пролиферативной диабетической ретинопатии, влажной формы ВМД, миопии более 8 дптр).



В основной группе средняя некорректируемая острота зрения (НКОЗ) составила $0,16 \pm 0,09$, максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) – $0,29 \pm 0,15$. Минимальный диаметр макулярного разрыва (MHD_{min}) по данным ОКТ составлял $334,24 \pm 139,19$ мкм, максимальный диаметр макулярного разрыва (MHD_{max}) – $718,39 \pm 286,17$ мкм.

В группе сравнения средняя НКОЗ составила $0,14 \pm 0,07$; МКОЗ – $0,26 \pm 0,14$. MHD_{min} равнялся $386,93 \pm 140,92$ мкм, MHD_{max} – $730,71 \pm 286,33$ мкм.

Статистически значимых достоверных различий между группами не отмечено по всем параметрам ($p > 0,05$), что свидетельствует о сопоставимости групп по дооперационным характеристикам.

До и после операции выполнялось полное офтальмологическое обследование, включая определение некорректированной (НКОЗ) и максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ), авторефрактометрия, биометрия с определением осевой длины глаза, измерение сферического и цилиндрического компонентов рефракции, оценка переднего отрезка и глазного дна с использованием щелевой лампы и фундус-линзы.

Морфометрическая оценка макулярного дефекта осуществлялась по данным оптической когерентной томографии (ОКТ) с измерением параметров макулярного разрыва: минимальный (MHD_{min}), максимальный (MHD_{max}) диаметр, высота макулярного отверстия (MH_{height}), протяженность дефекта эллипсоидной зоны (EZ) и наружной пограничной мембраны (ELM), а также толщина сетчатки в центре и по краю фовеа.

Анатомический успех определяли как полное закрытие МР по данным ОКТ. Все пациенты соблюдали позицию «лицом вниз» в течение 3 суток после операции.

Таблица 1
Дооперационные клиничко-морфологические характеристики пациентов основной и контрольной групп

Table 1
Preoperative clinical and morphological characteristics of patients in the main and control groups

Показатель	Группа 1 (n=41)	Группа 2 (n=14)	p-значение
Средний возраст (лет)	$66,10 \pm 4,71$	$67,71 \pm 4,47$	0,192
Женщины/мужчины	30/8	11/2	0,979
НКОЗ	$0,16 \pm 0,09$	$0,14 \pm 0,07$	0,362
МКОЗ	$0,29 \pm 0,15$	$0,26 \pm 0,14$	0,487
ПЗО, мм	$23,50 \pm 0,83$	$23,64 \pm 0,69$	0,612
Сферическая рефракция (sph, D)	$-0,09 \pm 1,30$	$-0,41 \pm 1,31$	0,429
Цилиндрическая рефракция (cyl, D)	$-0,10 \pm 1,0$	$0,14 \pm 0,73$	0,387
Роговичный астигматизм (cyl, D)	$0,67 \pm 0,35$	$0,63 \pm 0,25$	0,713
MHD_{min} , мкм	$334,24 \pm$	$386,93 \pm 140,92$	0,244
MHD_{max} , мкм	$718,39 \pm$	$730,71 \pm 286,33$	0,885
MH_{height} , мкм	$423,70 \pm 69,84$	$388,29 \pm 43,06$	0,071
Дефект эллипсоидной зоны, EZ, мкм	$1099,70 \pm$	$935,91 \pm 305,93$	0,161
Дефект наружной пограничной мембраны, ELM, мкм	$1135,15 \pm 337,40$	$1029,36 \pm 360,08$	0,404

Примечания: MHD_{min} – минимальный диаметр макулярного разрыва, MHD_{max} – максимальный диаметр, EZ – зона эллипсоида, ELM – наружная пограничная мембрана.

Пациенты с сопутствующими патологиями сетчатки, такими как пролиферативная диабетическая ретинопатия, кровоизлияние в стекловидное тело, отслоение сетчатки, влажная форма возрастной макулярной дегенерации, воспалительные заболевания, сосудистая окклюзия, высокая миопия >8,00 дптр или травма, были исключены.

Хирургическое вмешательство рекомендовалось, если в течение предоперационного периода наблюдения (3–6 месяцев с момента формирования макулярного разрыва) наблюдались следующие признаки: наличие макулярного разрыва, значительное снижение остроты зрения, прогрессирование патологической фовеолярной морфологии и/или значительное ухудшение качества жизни, вызванное метаморфопсией. Анатомический успех определялся как закрытие отверстия и положительная послеоперационная морфология на ОКТ.

У всех пациентов первым этапом проводилась факоэмульсификация стандартным методом Phaco chop через роговичный доступ шириной 2,2 мм. После полной аспирации ядра и кортикальных масс капсульный мешок заполнялся вискоэластиком, после чего интраокулярная линза имплантировалась инъекторным способом. Удаление вискоэластика из передней и частично из задней камеры осуществлялось методом ирригации-аспирации. Роговичный разрез герметизировался посредством гидратации.

После имплантации ИОЛ проводилась установка троакаров 25+...27+ gauge с клапанной системой, после чего выполнялась субтотальная витрэктомия. Техника операции 25–27-gauge-витрэктомии проводилась под местной или общей анестезией с использованием хирургического аппарата CONSTELLATION (ALCON, USA).

Задняя гиалоидная мембрана удалялась с использованием витреотома в режиме аспирации, после чего проводились селективное окрашивание и пилинг внутренней пограничной мембраны (ВПМ) с помощью ILM-пинцета (Alcon) по классической методике. Это обеспечивало подвижность сетчатки в макулярной зоне, что способствовало выполнению газовой тампонады.

Освобожденный от ВПМ участок сетчатки четко контрастировал с окружающими тканями, подтверждая эффективность проведенного этапа операции. Завершающим шагом являлась дегидратация области макулярного разрыва при помощи силиконовой канюли, вакуумное сближение его краев, нанесение раствора PRP и последующая экспозиция. Плазму к макулярному разрыву вводили в количестве 10–15 мкл. Для восстановления полости стекловидного тела применялись сбалансированный солевой раствор BSS (ALCON, USA), воздух, газозоогазовая смесь (20% SF₆).

Во время витреоретинального этапа отмечалась адекватная визуализация сетчатки практически у всех пациентов. Наличие ИОЛ обеспечивало качественное выполнение передней витрэктомии. Кроме того, на этапе заполнения витреальной полости стерильным воздухом наблюдалось четкое смыкание краев макулярного отверстия, что способствовало эффективной и атравматичной дегидратации зоны разрыва. Применение PRP на сомкнутые края дефекта позволило контролировать стабильность его закрытия на протяжении всего периода экспозиции.

Всем пациентам рекомендовано соблюдать положение «лицом вниз» в течение 72 часов после операции.

Исследование проведено в соответствии со стандартами и принципами Хельсинкской декларации. До включения в исследование от всех участников было получено



добровольное письменное информированное согласие о характере лечения и возможных осложнениях.

Для оценки достоверности различий между группами и выявления значимых связей между клинико-морфологическими показателями до и после хирургического вмешательства был проведен комплексный статистический анализ с использованием стандартных методов вариационной и корреляционной статистики.

Статистическая значимость различий между группами оценивалась с использованием критерия Манна – Уитни для количественных данных и критерия χ^2 для качественных переменных. Уровень статистической значимости принят за $p < 0,05$.

Таким образом, дооперационные параметры в 2 группах были статистически сопоставимы. По параметрам достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$), что свидетельствует о сопоставимости групп по дооперационным характеристикам и позволяет объективно сравнивать эффективность вмешательств.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В исследование были включены 55 глаз у 50 пациентов с идиопатическими макулярными разрывами (ИМР), которые были разделены на 2 группы в зависимости от примененной тактики хирургического вмешательства. Основная группа включала 41 глаз, где дополнительно использовалась аутологичная плазма, обогащенная тромбоцитами (PRP), тогда как в контрольной группе (14 глаз) проводилась стандартная витрэктомия с удалением внутренней пограничной мембраны и газовой тампонадой SF_6 . Демографические характеристики пациентов, включая возраст и пол, оказались сопоставимыми в обеих группах. Средний возраст пациентов составил $66,10 \pm 4,71$ года в основной и $67,71 \pm 4,47$ года в контрольной группе ($p = 0,327$), различия статистически не значимы.

В послеоперационном периоде не выявлено признаков воспаления, изменений ВГД или дислокации ИОЛ.

Анатомическое закрытие ИМР было достигнуто во всех случаях обеих групп, что подтверждает высокую эффективность примененных хирургических методик. В 1 случае в основной группе потребовалась повторная газовоздушная тампонада SF_6 . Небольшая частота повторной тампонады (в основной группе) соответствует данным литературы. Однако оценка функциональных и морфологических параметров в до- и послеоперационном периоде выявила ряд статистических и клинически значимых различий.

Дооперационные значения некорректируемой остроты зрения (НКОЗ) и максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ) статистически значимо не различались между группами ($p > 0,05$). Однако после хирургического лечения наблюдалось достоверное улучшение этих параметров в обеих группах ($p < 0,001$) (табл. 2).

До хирургического лечения некорректируемая острота зрения НКОЗ в основной группе увеличилась с $0,16 \pm 0,09$ до $0,37 \pm 0,19$ ($p < 0,001$, Wilcoxon), а в контрольной – с $0,14 \pm 0,07$ до $0,32 \pm 0,16$ ($p < 0,001$). МКОЗ в основной группе улучшилась с $0,29 \pm 0,15$ до $0,52 \pm 0,14$ ($p < 0,001$), в контрольной – с $0,26 \pm 0,14$ до $0,50 \pm 0,18$ ($p < 0,001$). Несмотря на положительную динамику в обеих группах, при сравнении постоперационных значений между группами различия были недостоверными ($p > 0,05$, Mann – Whitney), что может быть связано с ограниченным числом наблюдений во второй группе (рис. 1).

Таблица 2
Динамика показателей остроты зрения пациентов основной и контрольной групп до и после операции (3 месяца)
Table 2
Dynamics of visual acuity indicators in patients in the main and control groups before and after surgery (3 months)

Группа	Показатель	До операции (M±SD)	После операции (M±SD)	p (до – после)
Основная	НКОЗ	0,16±0,09	0,37±0,19	<0,001
	МКОЗ	0,29±0,15	0,52±0,14	<0,001
Контрольная	НКОЗ	0,14±0,07	0,32±0,16	<0,001
	МКОЗ	0,26±0,14	0,50±0,18	<0,001

Несмотря на тенденцию к более высокому конечному значению МКОЗ в контрольной группе (межгрупповое сравнение послеоперационных значений показало преимущество основной группы по НКОЗ ($p=0,049$)), различия между группами оставались в пределах статистической погрешности ($p>0,1$) и не достигли статистической значимости ($p=0,284$).

Дооперационные параметры рефракции и длины глаза были однородны в обеих группах. После операции различия в сферической и цилиндрической рефракции, а также в роговичном астигматизме не достигли статистической значимости. Тем не менее наблюдалась тенденция к меньшему остаточному роговичному астигматизму в контрольной группе ($0,49\pm0,30$ D против $0,66\pm0,34$ D, $p=0,048$).

Изучение динамики сферической и цилиндрической рефракции в основной и контрольной группах пациентов до и после оперативного вмешательства позволило выявить ряд закономерностей, имеющих клиническое значение (табл. 3).

На этапе предоперационного обследования средняя сферическая рефракция составила в основной группе $-0,09\pm1,30$ D (от $+2,5$ до $-5,25$ D), а в группе контроля $-0,41\pm1,31$ D (от $+2,25$ до $-7,75$ D). Различия между группами на данном этапе не были статистически значимыми ($p=0,223$ по критерию Манна – Уитни). Послеоперационная динамика выявила достоверные различия: в основной группе среднее значение

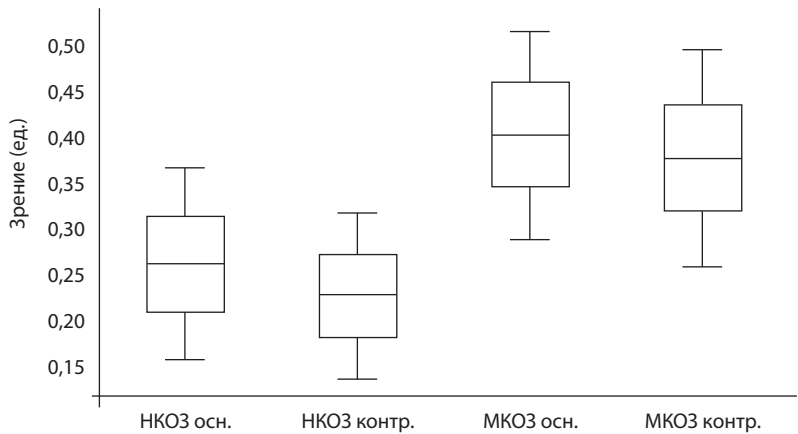


Рис. 1. Динамика остроты зрения в основной и контрольной группах до и после операции (3 месяца)
Fig. 1. Dynamics of visual acuity in the main and control groups before and after surgery (3 months)

Таблица 3
Динамика показателей рефракции и роговического астигматизма у пациентов основной и контрольной групп до и после операции (3 месяца)
Table 3
Dynamics of refraction indicators and corneal astigmatism in patients in the main and control groups before and after surgery (3 months)

Параметр	Основная группа до операции	Контрольная группа до операции	Основная группа после операции	Контрольная группа после операции
Sph (D) рефракция	-0,09±1,30	-0,41±1,31	-0,48±1,03	+0,27±0,51
Cyl (D) рефракция	-0,10±1,0	+0,14±0,73	-0,38±0,74	-0,71±0,64
Cyl (D) роговичный	0,67±0,35	0,63±0,25	0,66±0,34	0,73±0,37

составило $-0,48\pm1,03$ D, в контрольной группе $+0,27\pm0,51$ D. Статистическая проверка показала наличие достоверных различий между группами как по критерию Манна – Уитни ($p=0,019$), так и по критерию Краскела – Уоллиса ($p=0,024$), что указывает на различие рефракционных сдвигов в результате вмешательства, что, в свою очередь, требует учитывать особенности планирования целевой рефракции у таких пациентов и объясняется предоперационным выбором пациентом целевой рефракции в пользу дали или близи (табл. 4).

Следует отметить, что в основной группе наблюдалась тенденция к усилению миопии после хирургического вмешательства, тогда как в контрольной группе, напротив, имело место смещение в сторону слабой гиперметропии. Эти изменения, вероятно, связаны с особенностями хирургической тактики и предоперационного расчета (имплантации монофокальных асферических ИОЛ без астигматического компонента с выбором целевой рефракции пациентов для близи или дали), а также с различиями в биометрических параметрах глаз пациентов обеих групп.

Цилиндрическая составляющая рефракции до операции в основной группе находилась на уровне $-0,10\pm1,0$ D (от $+1,75$ до $-3,0$ D), в контрольной группе $+0,14\pm0,73$ D (от $+1,25$ до $-1,5$ D). Статистическая проверка различий между группами также не выявила достоверности ($p=0,184$).

После операции в обеих группах наблюдалось усиление астигматического компонента: до $-0,38\pm0,74$ D в основной группе и до $-0,71\pm0,64$ D в контрольной. Несмотря

Таблица 4
Сравнительный анализ по критериям Манна – Уитни и Краскела – Уоллиса динамики показателей рефракции и роговического астигматизма у пациентов основной и контрольной групп до и после операции (3 месяца)
Table 4
Comparative analysis according to the Mann-Whitney and Kruskal-Wallis criteria of the dynamics of refraction indicators and corneal astigmatism in patients in the main and control groups before and after surgery (3 months)

Показатель	P-значение Манна – Уитни (до операции)	P-значение Манна – Уитни (после операции)	P-значение Краскела – Уоллиса
Sph (D)	0,223	0,019 (достоверно)	0,024 (достоверно)
Cyl (D)	0,184	0,082	0,094
Корн. Cyl (D)	0,427	0,381	0,398

на увеличение величины цилиндра, различия между группами оставались статистически недостоверными как по Манну – Уитни ($p=0,082$), так и по Краскелу – Уоллису ($p=0,094$) (табл. 4).

Данный факт свидетельствует о том, что на изменения цилиндрической рефракции в большей степени влияют общие факторы оперативного вмешательства и отсутствия имплантации ИОЛ с торическим компонентом, а не особенности конкретного подхода хирургии макулярного разрыва или группы.

Показатели роговичного астигматизма до операции были схожими в основной ($0,67\pm0,35$ D) и контрольной группах ($0,63\pm0,25$ D), без статистически значимых различий ($p=0,427$). После операции изменения также были минимальными: $0,66\pm0,34$ D в основной группе и $0,73\pm0,37$ D в контрольной ($p=0,381$ по Манну – Уитни) (табл. 4).

Это свидетельствует о том, что хирургическое вмешательство, включая фактоэмульсификацию и вмешательство на макулярной зоне, не оказывает существенного влияния на величину роговичного астигматизма, что соответствует данным литературы о стабильности переднего сегмента глаза при подобных операциях.

Полученные данные позволяют утверждать, что рефракционные изменения после комбинированных операций носят разноплановый характер в зависимости от исследуемого параметра. Изменения сферического компонента показали достоверную разницу между группами, что требует учета при предоперационном планировании и выборе рефракции цели, особенно у пациентов, для которых критична рефракционная точность исхода (например, пациентов с высокими зрительными требованиями).

Динамика цилиндрической рефракции продемонстрировала некоторое усиление астигматизма после вмешательства, однако без достоверной разницы между группами. Это указывает на то, что факторы, влияющие на цилиндрическую составляющую, скорее универсальны для хирургического процесса в целом и связаны с послеоперационной перестройкой биомеханики роговицы и внутренней архитектуры глаза и предполагают имплантацию ИОЛ с торическим компонентом.

Стабильность роговичного астигматизма до и после операции подтверждает, что фактоэмульсификация в сочетании с витреоретинальными манипуляциями при правильной технике выполнения не вносит значимых изменений в анатомию роговицы.

Поля зрения в послеоперационном периоде претерпевали незначительные динамические изменения.

Проведенный анализ показал, что внутриглазное давление в ранние сроки после комбинированного хирургического вмешательства (витрэктомии с лечением макулярного разрыва и одномоментной фактоэмульсификации) демонстрировало

Таблица 5
Динамика показателей пневмотонометрии и периметрии у пациентов основной и контрольной групп до и после операции (3 месяца)
Table 5
Dynamics of pneumotonometry and perimetry indicators in patients in the main and control groups before and after surgery (3 months)

Показатель	До операции	После операции (1 мес.)	Динамика
ПТМ (мм рт. ст.)	$17,05\pm2,72$ (10–24)	$18,59\pm4,79$ (7,6–36)	+1,54
Суммарное поле зрения (град.)	$472\pm22,87$ (390–575)	$457,17\pm26,07$ (365–490)	–14,83

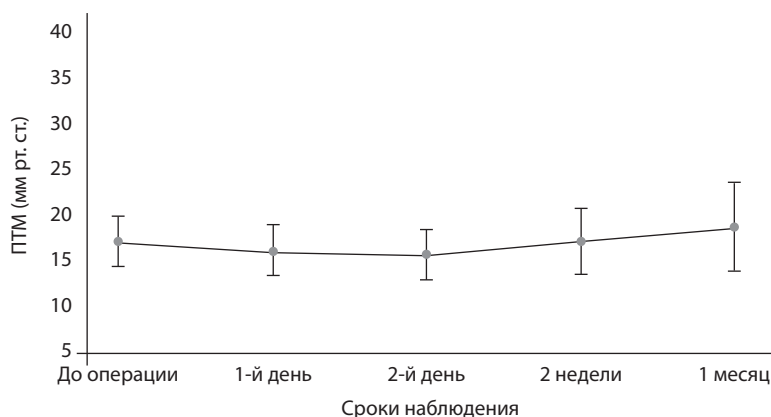


Рис. 2. Динамика внутриглазного давления в основной и контрольной группах после операции
Fig. 2. Dynamics of intraocular pressure in the main and control groups after surgery

тенденцию к снижению, что, вероятно, связано с улучшением оттока внутриглазной жидкости после удаления стекловидного тела. Так, в 1-й день: ПТМ снизилась до $16,03 \pm 2,77$ мм рт. ст., при этом минимальное значение составило 11,3 мм рт. ст., а максимальное достигало 31,5 мм рт. ст. (рис. 2).

Во 2-й день: ПТМ продолжила снижаться до $15,65 \pm 2,69$ мм рт. ст. Диапазон колебаний оказался несколько менее выраженным (9–25,2 мм рт. ст.), что указывает на стабилизацию глазного давления у большинства пациентов. Отмечен широкий разброс показателей, что, вероятно, связано с послеоперационной реакцией тканей и индивидуальной гидродинамикой глаза. Однако в некоторых случаях на 1–2-й день после операции зафиксированные эпизоды повышения внутриглазного давления можно объяснить в том числе введением газа SF₆ в полость стекловидного тела для тампонады макулярной области. Через 2 недели показатель ПТМ приблизился к исходным значениям ($17,05 \pm 3,64$ мм рт. ст., min 9,7 / max 27,8 мм рт. ст.), что свидетельствует о восстановлении нормальной циркуляции внутриглазной жидкости (рис. 2).

К концу первого месяца после вмешательства зафиксировано небольшое увеличение среднего уровня внутриглазного давления – до $18,59 \pm 4,79$ мм рт. ст. Минимальное значение составило 7,6 мм рт. ст., а максимальное – 36 мм рт. ст., что, по-видимому, связано с регулярными инстилляциями кортикостероидных препаратов (дексаметазона), способных вызывать транзиторную стероид-индуцированную гипертензию у предрасположенных пациентов, требующую внимания и возможной корректирующей терапии (табл. 5).

Что касается динамики суммарного поля зрения, незначительное его снижение после операции (средний показатель уменьшился до $457,17 \pm 26,07$ град., а разброс значений сократился – от 365 до 490 град.) может быть обусловлено реактивными изменениями со стороны периферических отделов сетчатки, в частности временной отечностью или реакцией на хирургическое вмешательство (табл. 5). Также небольшое снижение суммарного поля зрения в раннем послеоперационном периоде может быть связано с послеоперационным отеком макулы, наличием газа в витреальной полости или изменением преломляющих свойств глаза после факоемульсификации.

Следует отметить, что разброс минимальных и максимальных значений полей зрения уменьшился, что свидетельствует о большей стабильности результатов в группе, относительно выравнивании результатов между пациентами и отсутствии выраженных негативных эффектов у отдельных пациентов.

В целом полученные данные подтверждают безопасность и обоснованность выбранной хирургической тактики. Однако подчеркивается необходимость тщательного динамического контроля внутриглазного давления в раннем и позднем послеоперационных периодах, а также мониторинга состояния периферии сетчатки для своевременного выявления возможных изменений.

Сравнение параметров макулярного разрыва, полученных с помощью ОКТ, показало, что минимальный диаметр (MHD_{min}) до операции в основной группе составил $334,24 \pm 139,19$ мкм, в контрольной – $386,93 \pm 140,92$ мкм. Максимальный диаметр (MHD_{max}) был близок в обеих группах: $718,39 \pm 286,17$ мкм в основной и $730,71 \pm 286,33$ мкм в контрольной. Высота макулярного отверстия составила $423,70 \pm 69,84$ мкм в основной группе и $388,29 \pm 43,06$ мкм в контрольной.

После операции наблюдалось значительное уменьшение ширины дефекта эллипсоидной зоны: с $1099,70 \pm 296,49$ до $484,04 \pm 311,05$ мкм ($p < 0,001$, Wilcoxon) в основной группе и с $935,91 \pm 305,93$ мкм до $609,10 \pm 463,92$ мкм ($p < 0,05$) в контрольной (табл. 6).

Также уменьшились размеры дефекта наружной пограничной мембраны: с $1135,15 \pm 337,40$ до $316,00 \pm 277,62$ мкм ($p < 0,001$) в основной и с $1029,36 \pm 360,08$ до $352,25 \pm 440,31$ мкм ($p < 0,05$) в контрольной группе (табл. 6).

Отдельно стоит отметить более выраженное сокращение данных параметров в основной группе, что может свидетельствовать о благоприятном влиянии PRP на регенерацию фоторецепторного слоя.

Минимальная толщина фовеа после операции в основной группе составила $196,76 \pm 47,63$ против $173,92 \pm 44,07$ мкм в контрольной ($p = 0,03$). Максимальная толщина по краю фовеа оказалась статистически значимо выше в основной группе – $337,45 \pm 34,11$ против $305,33 \pm 37,22$ мкм ($p = 0,01$), что может указывать на более полное восстановление архитектоники макулярной зоны при использовании PRP (рис. 4).

Таблица 6
Послеоперационные OCT-морфологические характеристики сетчатки пациентов основной и контрольной групп
Table 6
Postoperative OCT-morphological characteristics of the retina of patients in the main and control groups

Показатель	Группа	До операции (M±SD)	После операции (M±SD)	p (до – после)
Дефект EZ (мкм)	Основная	1099,7±296,5	484,0±311,1	<0,001
	Контрольная	935,9±305,9	609,1±463,9	0,027
Дефект ELM (мкм)	Основная	1135,2±337,4	316,0±277,6	<0,001
	Контрольная	1029,4±360,1	352,3±440,3	0,005
Минимальная толщина фовеа (мкм)	Основная	–	196,8±47,6	–
	Контрольная	–	173,9±44,1	–
Максимальная толщина сетчатки	Основная	–	337,5±34,1	–
	Контрольная	–	305,3±37,2	–

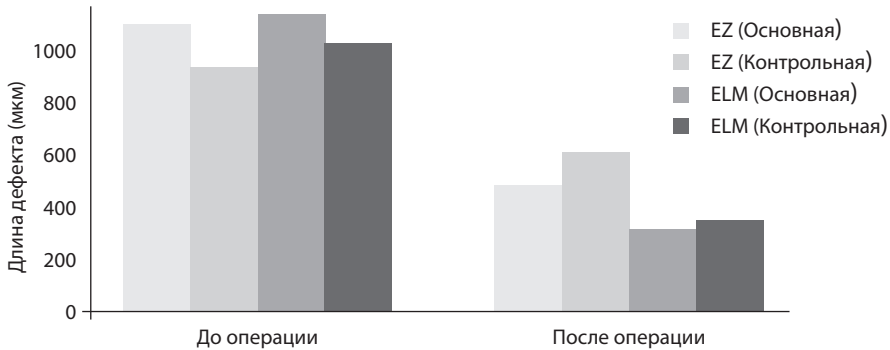


Рис. 3. Динамика уменьшения дефекта эллипсоидной зоны и наружной пограничной мембраны в основной и контрольной группах до и после операции (3 месяца)

Fig. 3. Dynamics of reduction of the defect of the ellipsoid zone and the external limiting membrane in the main and control groups before and after surgery (3 months)

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности применения PRP в хирургии ИМП, что согласуется с исследованиями наших коллег [24–26], особенно в отношении морфологического восстановления фоторецепторных и эпителиальных структур макулярной зоны. Улучшение функциональных показателей (НКОЗ и МКОЗ) оказалось статистически значимым в обеих группах, но морфологическая реконструкция (EZ, ELM, толщина фовеа) была более выраженной при применении PRP (рис. 4).

Это может быть связано в том числе и с биологическим действием факторов роста, содержащихся в PRP, на регенерацию нейросенсорных и глиальных структур сетчатки. Представленные результаты свидетельствуют о том, что использование PRP при хирургии макулярного разрыва не только безопасно, но и может способствовать более выраженному восстановлению архитектоники сетчатки, особенно

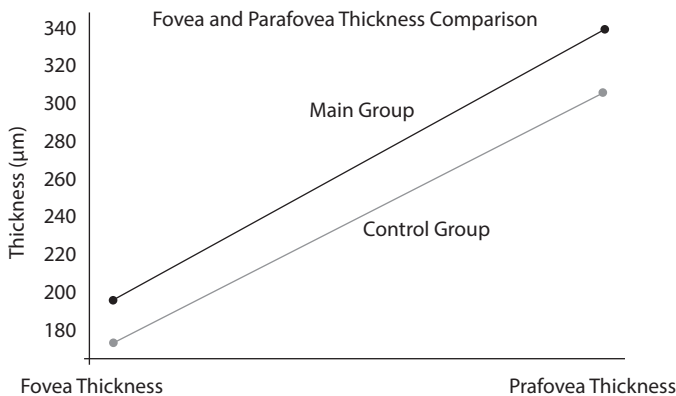


Рис. 4. Толщина сетчатки в центре fovea и по краю фовеолярной зоны в основной и контрольной группах после операции (3 месяца)

Fig. 4. Thickness of the retina in the center of the fovea and along the edge of the foveolar zone in the main and control groups after surgery (3 months)

в зоне наружных ретинальных слоев, что согласуется с мнением наших зарубежных коллег [18, 27]. Отсутствие статистически значимого преимущества по остроте зрения, вероятно, связано с гетерогенностью сроков заболевания, размером ИМР и индивидуальными особенностями нейросенсорного восстановления. Несмотря на отсутствие статистически значимых различий по большинству параметров, тенденция к более выраженной морфологической регенерации в основной группе указывает на потенциал данного метода. Полученные данные соответствуют современным представлениям о роли факторов роста, содержащихся в тромбоцитах, в стимулировании восстановления фоторецепторного слоя и ретинальной структуры в целом.

Для окончательной верификации этих результатов требуется дальнейшее накопление клинического материала и проведение многоцентровых исследований с большим объемом выборки и длительным периодом наблюдения.

Следует отметить, что интерпретация литературных данных о влиянии PRP на результаты хирургического лечения ретинальных дефектов достаточно затруднительна. Это связано, на наш взгляд, с тем, что авторами представлены различные методики выделения тромбоцитов. В том числе возраст и гендерная характеристика оперированных пациентов достаточно вариабельны. Общим результатом всех исследований является мнение авторов о положительном влиянии аутологичных продуктов крови на исходы их применения в ходе хирургического лечения макулярных дефектов.

Вследствие оценки результатов исследований сформировалось мнение об основных механизмах влияния PRP на устранение ретинальных дефектов. В первую очередь это свойство аутологичной плазмы формировать биологическую пленку, фиксирующую края разрыва и заполняющую дефект. Так, после введения плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP), в область макулярного дефекта происходит формирование тромбоцитарных конгломератов, структура которых стабилизируется за счет фибрина и адгезивных гликопротеинов [28].

Таким образом, после адгезии тромбоцитов к тканям и их агрегации происходит выброс содержимого альфа-гранул и стимуляция гемостаза. В результате каскада реакций, которые отвечают за свертывание крови, формируются сети волокон фибрина и происходит переход крови из жидкого состояния в желеобразное, что и обуславливает механическое стягивание краев дефектов фибриновой сеткой [29].

Агрегация тромбоцитов представляет собой процесс их взаимодействия между собой, а также с окружающими структурами поврежденной ткани. Ведущую роль в данном процессе играет рецептор GPIIb-IIIa (интегрин $\alpha IIb\beta 3$), обеспечивающий межклеточные связи. По мере распространения сигнала активации образуется плотный слой тромбоцитов, укрепленный фибриновой сеткой, что инициирует формирование первичной тромбоцитарной пробки. Фибриновые мономеры, сцепляясь между собой, образуют прочную полимерную сеть, которая менее подвержена разрушению фибринолитическими ферментами и устойчивее к механическим нагрузкам. Такая матрица не только выполняет механическую функцию, но и способствует клеточной миграции, улучшая репаративные процессы. Кроме того, она способствует сближению краев дефекта и предотвращает проникновение остатков стекловидного тела в зону макулярного разрыва [30, 31].



Также следует помнить, что терапевтический потенциал компонентов крови, включая плазму, в значительной степени обусловлен наличием в их составе биологически активных белков и факторов роста, способных активировать процессы восстановления и регенерации тканей. В контексте применения PRP (обогащенной активированными тромбоцитами плазмы) основное значение имеют такие молекулы, как тромбоцитарный фактор роста (PDGF), стимулирующий ангиогенез и синтез коллагена; фактор роста фибробластов (FGF), запускающий работу клеток, продуцирующих внеклеточный матрикс; трансформирующий фактор роста бета (TGF- β), участвующий в регуляции процессов заживления и репарации; эпидермальный фактор роста (EGF), обладающий схожими функциями с TGF- β , и фактор роста сосудистого эндотелия (VEGF), играющий ключевую роль в восстановлении сосудистой сети и обеспечении трофики регенерирующих тканей [32, 33].

Для объективной оценки тромбоцитарного пула было предложено использовать ряд показателей: общее количество тромбоцитов (PLT), долю незрелых форм (IPF), а также морфометрические параметры, отражающие уровень их активации – средний объем (MPV), вариабельность размеров (PDW) и долю крупных форм (P-LCR). Повышенные значения этих показателей свидетельствуют о преобладании метаболически активных и функционально зрелых тромбоцитов. Некоторые авторы предлагают использовать данные параметры для прогнозирования эффективности БотП в офтальмохирургии, включая патологию роговицы, глаукому и травматические повреждения [18].

Работа Лыкова А.П. и соавторов [34] продемонстрировала, что добавление PRP в комплексное лечение возрастной макулярной дегенерации способствует более выраженному восстановлению зрительных функций как в ближайшие сроки после вмешательства (на 15-е сутки), так и спустя 3 месяца в сравнении с контрольной группой, где применялась лишь хирургическая коррекция ($p \leq 0,05$). В рамках исследования были проанализированы уровни ряда медиаторов в аутологичной PRP, обогащенной лизатом тромбоцитов. Выявлены как провоспалительные (IL-1 β , TNF- α , IL-6, IL-8), так и противовоспалительные (IL-10) цитокины, а также ростовые факторы (Epo, PDGF-AB, IGF1, TGF β 1) и оксид азота. Особенно интересно, что уровень IL-6 и IL-8 находился в тесной корреляции ($R_s = 0,66$; $p \leq 0,05$), что указывает на активное участие воспалительных механизмов в инициировании репаративного каскада. Также было установлено, что с возрастом пациентов наблюдается достоверное снижение содержания тромбоцитов ($R_s = -0,77$; $p \leq 0,05$), вероятно, в связи с возрастной инволюцией гемопоэтической активности.

Данные литературы подтверждают поло- и возрастзависимый характер биологической активности плазмы, обогащенной тромбоцитами. Так, концентрации ключевых факторов (EGF, HGF, IGF1, PDGF-AB, PDGF-BB, TGF β 1, VEGF) статистически значимо выше у женщин моложе 25 лет [35].

Учитывая все вышесказанное, становится очевидным, что функциональная активность тромбоцитов представляет собой один из критически важных факторов, определяющих успех закрытия макулярных отверстий.

Интересно отметить, что исследование Burmeister S.L. et al. (2009) [36] показало сопоставимую эффективность использования замороженных и активированных тромбоцитом тромбоцитов с таковой свежих клеток. Это, по мнению авторов, объясняется высоким содержанием факторов роста в активированной замороженной

субстанции и ее влиянием на активацию клеток Мюллера, вовлеченных в процессы регенерации.

Некоторые исследователи [37, 38] полагают, что тромбоциты способствуют закрытию макулярных отверстий посредством комплекса эффектов, связанных с высвобождением биологически активных молекул, индуцирующих сокращение отростков клеток Мюллера. Это сокращение способствует уменьшению диаметра отверстия, что особенно важно при его исходном размере менее 400 мкм, когда возможно самопроизвольное закрытие. Кроме того, восстановление фовеолярной структуры может происходить за счет как пролиферации нейроглиальных клеток и клеток пигментного эпителия, так и их смещения, направленного активностью клеток Мюллера.

В одном из наблюдений указывается на то, что у всех пациентов (19 из 19) послеоперационно достигнута полная анатомическая реконструкция фовеолярной зоны [39]. Включение PRP в хирургический протокол лечения макулярных отверстий позволяет добиться как морфологического, так и функционального улучшения. Кроме того, обсуждается и возможность профилактики формирования вторичного макулярного отверстия за счет стабилизирующего действия факторов роста, входящих в состав PRP. Это дает основания для пересмотра существующих подходов к лечению, в том числе в пользу более раннего вмешательства.

Ряд авторов [40–45] подчеркивают значение реактивности клеток Мюллера под влиянием высоких концентраций факторов роста, а также положительный эффект от использования криоконсервированных и активированных тромбоцитов в восстановлении анатомии фовеа.

Подводя итог вышеизложенного, можно утверждать, что для достижения устойчивого терапевтического эффекта при лечении ретинальных дефектов однократного применения PRP недостаточно: необходимо учитывать как качественные характеристики используемой субстанции (включая концентрацию факторов роста), так и индивидуальные особенности пациента – возраст, пол и тип активации тромбоцитов.

Продолжая рассуждение о целесообразности хирургического лечения ИМР, согласно данным ряда исследований, в клинической практике описаны случаи самопроизвольного закрытия макулярных разрывов. В одном из обзоров [46] сообщается об анализе 68 глаз, у которых было зафиксировано спонтанное закрытие макулярного дефекта (около 3% от всей исследуемой выборки). Примечательно, что большинство пациентов составляли женщины (62%), а средний возраст пациентов на момент наблюдения был 67,5 года. После спонтанного закрытия показатели остроты зрения улучшились с 20/78 до 20/33 по шкале Снеллена. Средний размер дефекта составлял около 176,8 мкм, при этом максимальный диаметр достигал 350 мкм. В ряде других работ частота самопроизвольного закрытия варьировала от 3 до 15%. Отверстия, размер которых не превышал 250 мкм, закрывались значительно чаще (22,2%) по сравнению с более крупными дефектами: от 250 до 400 мкм (13,3%) и более 400 мкм (0%). Предполагается, что положительный визуальный исход напрямую связан с активным участием глиальных клеток, в частности клеток Мюллера, в процессе восстановления анатомической целостности. Это подтверждали и авторы другого исследования [47], предлагая гипотезу, согласно которой основную роль в спонтанном закрытии макулярных отверстий



играет не столько отслоение задней гиалоидной мембраны, сколько участие глиальных элементов, особенно клеток Мюллера. По мнению авторов, именно эти клетки обладают потенциалом к структурной реконструкции в отличие от терминально дифференцированных нейросенсорных клеток сетчатки и клеток пигментного эпителия.

В клинической работе [48] представлены данные о 31 глазе (9,2%), у которых было зафиксировано самопроизвольное закрытие макулярного дефекта в среднем спустя 44 дня после постановки диагноза. У этих пациентов отмечались лучшие исходные показатели максимальной корригированной остроты зрения (BCVA), а также меньший диаметр отверстий (оба показателя с достоверной статистической значимостью, $p < 0,0001$). Эти наблюдения позволяют авторам осторожно предположить, что у определенной категории пациентов с малыми по размеру разрывами возможно первоначальное динамическое наблюдение без немедленного хирургического вмешательства.

С данной точкой зрения трудно не согласиться. Вероятно, при небольших макулярных дефектах может быть целесообразным применение аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP), до проведения витреоретинальной хирургии. Систематическое наблюдение за такими пациентами позволит объективно оценить эффективность подобного подхода и, возможно, определить критерии отбора лиц, которым показано предварительное PRP-лечение.

■ ВЫВОДЫ

1. Применение PRP при хирургии макулярных разрывов обеспечивает высокую анатомическую эффективность и более выраженное улучшение зрительных функций: в основной группе прирост НКОЗ и МКОЗ был статистически значимым и превышал показатели контрольной группы; послеоперационные значения НКОЗ были достоверно выше ($p = 0,049$).
2. Рефракционные изменения после комбинированной хирургии различались: в основной группе – сдвиг в сторону миопии ($-0,48 \pm 1,03$ D), в контрольной – в сторону гиперметропии ($+0,27 \pm 0,51$ D), с достоверной разницей между группами ($p = 0,019$; $p = 0,024$). Цилиндрическая рефракция увеличивалась в обеих группах без статистически значимых различий, что важно учитывать при подборе целевой рефракции и типа ИОЛ.
3. Послеоперационное ВГД колебалось с возвратом к исходным значениям через 2 недели и умеренным повышением к концу месяца ($18,59 \pm 4,79$ мм рт. ст.) предположительно из-за применения стероидов и газовой тампонады. Суммарное поле зрения снизилось до $457,17 \pm 26,07^\circ$ с меньшей вариабельностью между пациентами.
4. В группе PRP отмечено достоверное сокращение дефектов эллипсоидной зоны (с $1099,70 \pm 296,49$ до $484,04 \pm 311,05$ мкм, $p < 0,001$) и наружной пограничной мембраны (с $1135,15 \pm 337,40$ до $316,00 \pm 277,62$ мкм, $p < 0,001$), а также большей сформированной минимальной толщины фовеа ($196,76 \pm 47,63$ мкм против $173,92 \pm 44,07$ мкм, $p = 0,03$) и максимальной толщины по ее краю ($337,45 \pm 34,11$ мкм против $305,33 \pm 37,22$ мкм, $p = 0,01$), что может свидетельствовать о положительном влиянии PRP на анатомическое восстановление центральной зоны сетчатки.

5. Методика комбинированной хирургии макулярного разрыва с использованием обогащенной активированными тромбоцитами плазмы (PRP) крови безопасна, легко воспроизводима и может быть рекомендована как дополнение к стандартной витреоретинальной хирургии макулярных разрывов.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Alpatov S.A., Shchuko A.G., Malyshov V.V. *Pathogenesis and treatment of idiopathic macular holes*. Novosibirsk: Nauka; 2005. 192 p.
2. Shkvorchenko D.O., Khoroshilova-Maslova I.P., Andreeva L.D., et al. Surgical treatment of idiopathic holes with removal of the internal limiting membrane of the retina. In: *Modern technologies for the treatment of vitreoretinal pathology: Coll. scientific. articles*. M.; 2002. P. 338–346.
3. Gupta D. Face-down posturing after macular hole surgery. A review. *Retina*. 2009;29(4):430–443.
4. Jančo L., Vida R., Bartoš M., et al. Surgical treatment of the idiopathic macular hole – our experience. *Cesk Slov Oftalmol*. 2013;69(3):102–105.
5. Alpatov S.A., Shchuko A.G., Malyshov A.A. *Pathogenesis in the treatment of idiopathic macular holes*. Novosibirsk: Science; 2005. 192 p. (in Russian)
6. Shpak A.A., Shkvorchenko D.O., Sharafetdinov I.K. Predicting the results of surgical treatment of idiopathic macular hole. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery = Oftalmohirurgiya*. 2015;2:55–61. doi: 10.25276/0235-4160-2015-2-55-61. (in Russian)
7. Bely Yu.A., Tereshchenko A.V., Shkvorchenko D.O., et al. Surgical treatment of large idiopathic macular holes. *Practical Medicine*. 2015;(2):119–123.
8. Stolyarenko G.E., Savostyanova N.V., Levkovets V.E. How to simultaneously fight for a functional result and think about a way out of a possible confusion in primary surgery of a through macular hole. *The World of Ophthalmology*. 2016;3(29):4–5.
9. Duker J.S., Kaiser P.K., Binder S., et al. The International Vitreomacular Traction Study Group classification of vitreomacular adhesion, traction, and macular hole. *Ophthalmology*. 2013;120(12):2611–2619.
10. Michalewska Z., Michalewski J., Adelman R., et al. Inverted internal limiting membrane flap technique for large macular holes. *Ophthalmology*. 2010;117(10):2018–2025.
11. Michalewska Z., Michalewski J., Dulciewska-Cichecka K., et al. Inverted internal limiting membrane flap technique for surgical repair of myopic macular holes. *Retina*. 2014;34(4):664–669.
12. Charles S., Randolph J.C., Neekhra A., Salisbury C.D., Littlejohn N., Calzada J.L. Arcuate retinotomy for the repair of large macular holes. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2013 Jan-Feb;44(1):69–72. doi: 10.3928/23258160-20121221-15
13. Meyer C.H., Szurman P., Haritoglou C., Maier M., Wolf A., Lytvynchuk L., Priglinger S., Hillenkamp J., Wachtlin J., Becker M., Mennel S., Koss M.J. Application of subretinal fluid to close refractory full thickness macular holes: treatment strategies and primary outcome: APOSTEL study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2020 Oct;258(10):2151–2161. doi: 10.1007/s00417-020-04735-3
14. Frisina R., Tozzi L., Sabella P., Cacciatori M., Midena E. Surgically Induced Macular Detachment for Treatment of Refractory Full-Thickness Macular Hole: Anatomical and Functional Results. *Ophthalmologica*. 2019;242(2):98–105. doi: 10.1159/000500573
15. Shkvorchenko D.O., Zakharov V.D., Shpak A.A. Our experience of using platelet-rich blood plasma in macular hole surgery. *Modern technologies in ophthalmology*. 2016;1(9):245–246.
16. Arsyutov D.G. Surgical treatment of non-exudative forms of central chorioretinal dystrophy of the retina using autologous blood plasma with an increased platelet content (PRP mass). *Modern technologies in ophthalmology*. 2017;1(14):24–27.
17. Ivanov S.V., Gilyazev R.M., Konovalov M.E. The first experience of using autologous plasma rich in platelets (PRP) in macular hole surgery. *East-West perspective*. 2017;2:95–97.
18. Kazaykin V.N., Demchenko N.S., Kleimenov A.Yu. Optimization of Platelet-Rich Plasma Fraction Selection for Surgical Treatment of Macular Holes. *Ophthalmology in Russia*. 2023;20(4):664–674. doi: 10.18008/1816-5095-2023-4-664-674. (in Russian)
19. Loshkareva A.O., Maychuk D.Yu. Use of platelet-rich plasma in patients with chronic corneal erosions. *Modern technologies in ophthalmology*. 2016;4:131–132.
20. Arbenyeva N.S., Bratko V.I., Bratko G.V., Trunov A.N., Poveshchenko O.V., Chernykh V.V. Results of the use of autologous platelet-rich plasma as part of a complex treatment regimen for uveitis associated with systemic diseases, accompanied by macular edema. *Ophthalmosurgery*. 2020;2:20–25.
21. Fayzakhmanov R.R. The method of closing macular holes with partial preservation of the internal limiting membrane. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2020;136(1):73–79. doi: 10.17116/oftalma202013601173. (in Russian, in English)
22. Shkvorchenko D.O., Zakharov V.D., Krupina E.A., Pismenskaya V.A., Kakunina S.A., Normann K.S., Petersen E.V. Surgical treatment of primary macular hole using platelet-rich blood plasma. *Ophthalmosurgery*. 2017;3:27–30.
23. Stebnev V.S., Malov V.M., Stebnev S.D. Results of one-stage combined surgical treatment of patients with cataract and idiopathic macular hole. *Bulletin of OSU*. 2013 April;4(153):246–249.
24. Chuprov A.D., Lopukhina E.A., Kazeinov A.N. Experience of surgical treatment of macular holes using autologous platelet-rich plasma (PRP) (first clinical results). *Ophthalmology*. 2017;2(9):247–249.
25. Gaudric A., Massin P., Paques M., Santiago P.Y., Guez J.E., Le Gargasson J.F., Mundler O., Drouet L. Autologous platelet concentrate for the treatment of full-thickness macular holes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1995 Sep;233(9):549–54. PMID: 8543204. doi: 10.1007/BF00404704
26. Arsyutov D.G. Use of autologous conditioned plasma in surgery of the cicatricial stage of subretinal neovascular membrane. *Saratov Scientific Medical Journal*. 2020;16(2):569–572.
27. Hagenau F., Osterode E.V., Klaas J.E., Vogt D., Keidel L.F., Schworm B., Siedlecki J., Mayer W.J., Kreutz T.C., Priglinger S.G. Long-Term Results of Adjunct Autologous Platelet-Rich Plasma in Lamellar Macular Hole Surgery Showing Lasting Restoration of Foveal Anatomy. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023;24(5):4589. doi: 10.3390/ijms24054589
28. Aristeidis Konstantinidis, Mark Hero, Panagiotis Nanos, Georgios D Panos. Efficacy of autologous platelets in macular hole surgery. *Klin Ophthalmol*. 2013;7:745–50.
29. Susanne L. Burmeister, Dirk Hartwig, G Astrid Limb, Claudia Kremling, Hans Hoerauf, Maya Müller, Gerd Geerling Effect of various platelet preparations on retinal muller cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009 Oct;50(10):4881–6.



30. Anubhav Garg, Brian G Ballios, Peng Yan. Spontaneous Closure of an Idiopathic Full-Thickness Macular Hole: A Literature Review. *J Vitreoretin Dis.* 2021 Oct 24;6(5):381–390.
31. Okubo A, Unoki K, Yamakiri K. Early structural changes during spontaneous closure of idiopathic full-thickness macular hole determined by optical coherence tomography: a case report. *BMC Res Notes.* 2013;6(1):396.
32. Achkasov EE, Bezuglov EN, Ulyanov AA, Kurshev VV, Repetyuk AD, Egorova ON. Use of autologous plasma enriched with platelets in clinical practice. *Biomedicine.* 2013;(4):46–59.
33. Potapnev MP, et al. Blood plasma enriched with soluble platelet factors: production, standardization, medical use. *Healthcare.* 2018;10:38–44.
34. Lykov A.P., Poveshchenko O.V., Surovtseva M.A., Stanishevskaya O.M., Chernykh D.V., Arben'eva N.S., Bratko V.I. Autologous Plasma Enriched with Platelet Lysate for the Treatment of Idiopathic Age-Related Macular Degeneration: A Prospective Study. *Annals of the Russian academy of medical sciences.* 2018;73(1):40–48. doi: 10.15690/vramn932
35. Evanson JR, Guyton MK, Oliver DL, et al. Gender and age differences in growth factor concentrations from platelet-rich plasma in adults. *Mil Med.* 2014;179(7):799–805.
36. Burmeister S.L., Hartwig D., Limb G.A., Kremling C., Hoerauf H., Müller M., Geerling G. Effect of various platelet preparations on retinal muller cells. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2009;50:4881–4886.
37. Bringmann A, Jochmann C, Unterlauff JD, Wiedemann R, Rehak M, Wiedemann P. Different modes of foveal regeneration after closure of full-thickness macular holes by (re)vitrectomy and autologous platelet concentrate. *Int J Ophthalmol.* 2020 Jan 18;13(1):36–48. PMID: 31956568. PMCID: PMC6942947. doi: 10.18240/ijo.2020.01.06
38. Gelomini F, D'antico S, Ricardi F, Parisi G, Borrelli E, Marolo P, Conte F, Salafia M, Reibaldi M. Platelet concentrates in macular hole surgery. A journey through the labyrinth of terminology, preparation, and application: a comprehensive review. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2024 Aug;262(8):2365–2388. Epub 2024 Jan 25. PMID: 38270630. PMCID: PMC11271331. doi: 10.1007/s00417-023-06365-x
39. Hagenau F, Osterode EV, Klaas JE, Vogt D, Keidel LF, Schworm B, Siedlecki J, Mayer WJ, Kreutzer TC, Priglinger SG. Long-Term Results of Adjunct Autologous Platelet-Rich Plasma in Lamellar Macular Hole Surgery Showing Lasting Restoration of Foveal Anatomy. *International Journal of Molecular Sciences.* 2023;24(5):4589. doi: 10.3390/ijms24054589
40. Hagenau F, Luft N, Nobl M, Vogt D, Klaas JE, Schworm B, Siedlecki J, Kreutzer TC, Priglinger SG. Improving morphological outcome in lamellar macular hole surgery by using highly concentrated autologous platelet-rich plasma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2022 May;260(5):1517–1524. Epub 2021 Dec 6. PMID: 34870734; PMCID: PMC9007791. doi: 10.1007/s00417-021-05486-5
41. De Giacinto C, Pastore MR, Cirigliano G, Tognetto D. Macular Hole in Myopic Eyes: A Narrative Review of the Current Surgical Techniques. *J Ophthalmol.* 2019 Mar 11;2019:3230695. doi: 10.1155/2019/3230695. PMID: 30984418; PMCID: PMC6432738.
42. Bikbova G, Oshitari T, Baba T, Yamamoto S, Mori K. Pathogenesis and Management of Macular Hole: Review of Current Advances. *J Ophthalmol.* 2019 May 2;2019:3467381. doi: 10.1155/2019/3467381. PMID: 31191994; PMCID: PMC6525843.
43. Bringmann A, Jochmann C, Unterlauff JD, Wiedemann R, Rehak M, Wiedemann P. Different modes of foveal regeneration after closure of full-thickness macular holes by (re)vitrectomy and autologous platelet concentrate. *Int J Ophthalmol.* 2020 Jan 18;13(1):36–48. doi: 10.18240/ijo.2020.01.06. PMID: 31956568; PMCID: PMC6942947.
44. Aristeidis Konstantinidis, Mark Hero, Panagiotis Nanos, Georgios D Panos. Efficacy of autologous platelets in macular hole surgery. *Klin Ophthalmol.* 2013;7:745–50.
45. Susanne L Burmeister, Dirk Hartwig, G Astrid Limb, Claudia Kremling, Hans Hoerauf, Maya Müller, Gerd Geerling Effect of various platelet preparations on retinal muller cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009 Oct;50(10):4881–6.
46. Anubhav Garg, Brian G Ballios, Peng Yan. Spontaneous Closure of an Idiopathic Full-Thickness Macular Hole: A Literature Review. *J Vitreoretin Dis.* 2021 Oct 24;6(5):381–390.
47. Okubo A, Unoki K, Yamakiri K. Early structural changes during spontaneous closure of idiopathic full-thickness macular hole determined by optical coherence tomography: a case report. *BMC Res Notes.* 2013;6(1):396.
48. Neubauer J, Geliskens F, Ozturk T, Bartz-Schmidt KU, Dimopoulos S The time course of spontaneous closure of idiopathic full-thickness macular holes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2024 Sep;262(9):2859–2865.