КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕГМАТОГЕННОЙ ОТСЛОЙКИ СЕТЧАТКИ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Далогланян А.А.*, Бабаева Д.Б., Файзрахманов Р.Р., Шишкин М.М., Ларина Е.А., Романова Д.А., Соболева Д.А.
ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова», Москва

DOI: 10.25881/20728255_2026_21_4_S1_98

Резюме. Результаты хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки (РОС) зависят от давности заболевания, топографии разрывов, распространённости отслойки и состояния наружных слоёв сетчатки. Клинические факторы анатомического успеха и восстановления зрения частично различаются: нижние разрывы и пролиферативная витреоретинопатия связаны с риском рецидива, тогда как функциональный исход дополнительно определяется сохранностью фоторецепторного комплекса. Оптическая когерентная томография позволяет оценить морфологическую стадию, наружную пограничную мембрану, эллипсоидную зону и длину фоторецепторов. Эти показатели дополняют анамнестическую давность заболевания, которая не полностью отражает выраженность структурного повреждения. Оптические и молекулярные характеристики субретинальной жидкости, а также колориметрия фундус-изображений рассматриваются как дополнительные источники прогностической информации. Применение комплексных моделей требует стандартизации измерений, учёта способа хирургического лечения и независимой проверки точности прогноза.

Ключевые слова: регматогенная отслойка сетчатки, прогноз, хирургическое лечение, оптическая когерентная томография, фоторецепторы, эллипсоидная зона, субретинальная жидкость, пролиферативная витреоретинопатия.

CLINICAL AND MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF RHEGMATOGENOUS RETINAL DETACHMENT IN PREDICTING SURGICAL OUTCOMES

Daloglanyan A.A.*, Babaeva D.B., Fayzrakhmanov R.R., Shishkin M.M., Larina E.A., Zhukova D.A., Soboleva D.A.
Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow

Abstract. Surgical outcomes in rhegmatogenous retinal detachment (RRD) depend on disease duration, break location, detachment extent, and the condition of the outer retina. Clinical factors associated with anatomical success and visual recovery partly differ: inferior breaks and proliferative vitreoretinopathy are associated with redetachment risk, whereas functional outcomes additionally depend on photoreceptor preservation. Optical coherence tomography (OCT) allows assessment of morphological stage, the external limiting membrane, the ellipsoid zone, and photoreceptor length. These findings complement the reported disease duration, which does not fully reflect the degree of structural damage. Optical and molecular characteristics of subretinal fluid and fundus image colorimetry provide potential additional sources of prognostic information. The use of integrated models requires standardized measurements, consideration of the surgical procedure, and independent evaluation of predictive performance.

Keywords: rhegmatogenous retinal detachment, prognosis, surgical treatment, optical coherence tomography, photoreceptors, ellipsoid zone, subretinal fluid, proliferative vitreoretinopathy.

Введение

Восстановление анатомического положения сетчатки при регматогенной отслойке сетчатки (РОС) не всегда сопровождается высокой остротой зрения. По данным D. Yorston и соавт., среди 2074 пациентов с успешно устранённой отслойкой, захватывавшей макулу, остроты зрения не менее 0,5 достигли 48,8%. Функциональный результат был связан с давностью потери центрального зрения, исходной остротой зрения, пролиферативной витреоретинопатией (ПВР) и сопутствующей патологией [1]. При оценке риска повторной отслойки существенное значение приобретали её распространённость и нижняя локализация разрывов [2]. Такое различие определяет необходимость сопоставлять клиническую картину с состоянием нейросенсорной сетчатки.

Локализация разрывов характеризует течение заболевания и условия хирургического устранения отслойки, тогда как оптическая когерентная томография (ОКТ) позволяет оценить выраженность повреждения макулярной области [3; 4]. Дополнительную информацию могут предоставлять цветовые характеристики глазного дна и состав субретинальной жидкости (СРЖ) [5; 6]. Прогностическое значение этих показателей определяется не только наличием связи с послеоперационным результатом, но и тем, какую информацию они добавляют к исходной клинической оценке.

Клинические факторы анатомического и функционального исхода

Давность РОС остаётся одним из наиболее значимых факторов восстановления зрения. При этом начало фотопсий, появление периферической «завесы» и утрата центрального зрения могут соответствовать разным этапам заболевания. Для отслойки с вовлечением фовеа наиболее информативен интервал от снижения центрального зрения до операции. В японском регистре, включавшем 719 глаз, после статистического выравнивания исходных характеристик лучшие функциональные результаты через 6 месяцев отмечались при вмешательстве в первые 2–3 дня по сравнению с более поздними сроками [7]. Точность анамнеза ограничивается моментом, когда пациент заметил снижение зрения. Поэтому календарная длительность отслойки не всегда соответствует выраженности структурных изменений. Исходную максимально корригированную остроту зрения (МКОЗ) следует оценивать с учётом фовеального статуса, возраста, состояния хрусталика и сопутствующей макулярной патологии [1]. При одинаковой

• e-mail: sandrikdalog@gmail.com

исходной МКОЗ сохранность наружных слоёв сетчатки может существенно различаться, что объясняет интерес к морфологическим предикторам.

Топография разрывов имеет особое значение для анатомического прогноза. В когорте из 5508 операций витрэктомии первичная анатомическая неуспешность в течение 6 месяцев отмечена в 13,9% случаев; её вероятность возрастала при нижних разрывах, тотальной отслойке и вовлечении нижних квадрантов [2]. Эти признаки необходимо рассматривать совместно с количеством и размерами разрывов, ПВР и выбранным вмешательством [3].

ПВР сочетает клеточную пролиферацию, образование мембран и тракционное ремоделирование сетчатки. Её клиническая классификация отражает выраженность и распределение изменений, но не даёт прямой количественной оценки активности воспалительно-фиброзного процесса [8]. Наличие ПВР ухудшает анатомический прогноз, предполагаемое восстановление зрения дополнительно зависит от состояния макулы. При интерпретации функциональных моделей важно учитывать состав выборки, поскольку результаты, полученные только на успешных случаях, как в работе D. Yorston и соавт., не отражают риск рецидива отслойки[1].

Первичное прилегание после одного вмешательства и после повторных операций характеризуют разные стороны эффективности лечения. Аналогично, достижение определённого уровня МКОЗ и её прирост относительно исходного значения не являются одинаковыми функциональными исходами. Для пациента с исходно сохранным центральным зрением существенна возможность его сохранения, а при отслойке фовеа степень последующего восстановления. Поэтому сопоставление прогностических факторов предполагает одинаковые определения исходов и сроки наблюдения.

ОКТ-признаки структурной сохранности сетчатки

ОКТ позволяет сопоставить давность заболевания с состоянием наружной сетчатки. I. Martins Melo и соавт. в проспективном исследовании 49 глаз описали последовательность изменений: отделение нейросенсорной сетчатки от пигментного эпителия, утолщение фоторецепторного слоя, появление наружных складок, утрату их чёткости и частичную либо распространённую потерю фоторецепторных сегментов. Морфологическая стадия была связана с длительностью симптомов и послеоперационной остротой зрения [9].

В последующей работе на 351 пациенте более выраженные исходные изменения сопровождались худшей МКОЗ на сроках 3, 6 и 12 месяцев [10]. K. Zhu и соавт. также выявили связь стадии с остротой зрения и метаморфопсиями у 39 пациентов после эписклерального пломбирования [11]. Таким образом, стадирование характеризует не только предполагаемый уровень зрительного восстановления, но и качество зрения. Вместе с тем исходная классификация разрабатывалась без включения ряда сложных и хронических случаев, в том числе выраженной ПВР, что ограничивает её применение за пределами изученной группы [9].

Сохранность наружной пограничной мембраны (ELM) и эллипсоидной зоны (EZ) отражает состояние фоторецепторного комплекса. В исследовании D.H. Park и соавт. на 180 глазах предоперационная целостность ELM, распространённость и давность отслойки были связаны с функциональным исходом. Восстановление EZ и изменения соотношений толщины наружных слоёв оценивались уже после операции [12].

Количественную оценку дополняет длина фоторецепторов (photoreceptor length, PRL), измеряемая от ELM до наружных концов фоторецепторов. N. Hirata и соавт. при анализе 69 анатомически успешно леченных глаз установили независимую связь большей исходной PRL с лучшей итоговой остротой зрения. Значимой корреляции PRL с давностью не выявлено [13]. Следовательно, этот параметр может дополнять сведения о продолжительности заболевания характеристикой сохранности фоторецепторного слоя. Перенос результатов на все случаи РОС ограничен отбором глаз с пригодными для измерения ОКТ-сканами.

Для сопоставимости измерений необходимо сохранять положение центрального среза и одинаково определять границы наружных слоёв. PRL представляет собой расстояние между выбранными анатомическими ориентирами, а состояние EZ оценивается по непрерывности и отражательной способности соответствующей полосы. Эти характеристики взаимосвязаны, но описывают разные свойства изображения. При объединении PRL, EZ и морфологической стадии в одной модели важно установить, сохраняет ли каждый показатель самостоятельную связь с исходом после учёта остальных признаков [4].

Наружная складчатость имеет менее однозначное значение. В исследовании Y.D. Yeo и Y.C. Kim на 114 глазах складки чаще выявлялись при длительности симптомов 10–30 дней, однако их наличие не обеспечивало самостоятельного прогноза итоговой остроты зрения [14]. Отсутствие складок может соответствовать различным стадиям процесса и не служит безусловным признаком сохранности ткани. При оценке ELM, EZ и PRL также необходим контроль качества изображения: недостаточная визуализация структуры не равнозначна её анатомической утрате [4].

Геометрию отслойки характеризует высота субфовеальной жидкости. C. Baumann и соавт. в проспективной серии из 61 пациента с утратой центрального зрения длительностью не более недели выявили связь большей исходной высоты СРЖ с худшей МКОЗ через 3 месяца после витрэктомии [15]. Этот показатель дополняет оценку наружной сетчатки, однако зависит от условий измерения и не имеет универсального прогностического порога для всех вариантов РОС.

Субретинальная жидкость и цветовые характеристики глазного дна

Относительная оптическая плотность СРЖ позволяет количественно оценивать её ОКТ-сигнал. A. Leshno и соавт. на 35 глазах сопоставляли интенсивность сигнала в СРЖ и стекловидном теле; полученный показатель был связан с длительностью симптомов и остротой зрения через 3 месяца [16]. Однако интенсивность ОКТ-сигнала не является прямым измерением концентрации белка или вязкости жидкости. Молекулярные исследования дополняют визуализацию сведениями о воспалительных и профибротических процессах [6].

L.J.A.G. Ricker и соавт. сравнили образцы СРЖ 21 пациента с последующим рецидивом вследствие ПВР и 54 пациентов без осложнений. Добавление CCL22, интерлейкина-3 и фактора, ингибирующего миграцию макрофагов, к исходной степени ПВР повысило площадь под ROC-кривой с 0,67 до 0,93 [17]. Эти результаты получены в ретроспективном исследовании «случай–контроль» и требуют проверки в последовательной клинической когорте. S. Zandi и соавт. показали перспективность CCL19 при сопоставлении стадий ПВР, исследуя стекловидное тело [18]. Различия биологических сред и инвазивное получение материала, обычно во время операции, ограничивают применение таких маркеров для предоперационного прогноза.

Неинвазивный подход представлен колориметрией фундус-изображений. Были выявлены различия нормированных цветовых коэффициентов при верхних и нижних разрывах: медианы суммарного RGB-коэффициента составили 1,020 и 0,749 соответственно. При верхних разрывах коэффициент красного канала был обратно связан с длительностью симптомов ($\rho = -0{,}693$; $p = 0{,}001$) [5]. Послеоперационные исходы в этой работе не анализировались, поэтому полученные зависимости характеризуют клинический фенотип отслойки. В указанном исследовании анализировали изображения, полученные на Huvitz HOCT-1/1F, с измерением интенсивности цветовых каналов в ImageJ. Для расчёта коэффициентов использовали бессосудистый участок отслоённой сетчатки и нейроретинальный ободок диска зрительного нерва.

Комплексное прогнозирование результатов лечения

Функциональный результат зависит как от исходного состояния сетчатки, так и от вмешательства. В ОКТ-анализе исследования PIVOT после пневморетинопексии и витрэктомии обнаружены различия в сохранности фоторецепторных структур [19]. В исследовании PostRD положение лицом вниз уменьшало частоту смещения сетчатки, однако сопоставимого различия по остроте зрения и выраженности искажений не выявлено [20]. Это подчёркивает необходимость различать анатомические признаки и клинические конечные точки, учитывая условия лечения и срок наблюдения.

В наблюдательных сериях выбор операции и тампонады связан с исходной сложностью отслойки. Поэтому худшие результаты в группе определённого вмешательства могут отражать особенности отбора пациентов. Для оценки самостоятельного вклада клинико-морфологических параметров необходимо учитывать хирургическую тактику, состояние хрусталика и повторные операции. МКОЗ при этом следует дополнять оценкой метаморфопсий и бинокулярных нарушений, которые могут сохраняться при относительно высокой остроте зрения [11; 20].

Заключение

Прогноз хирургического лечения РОС формируется при сопоставлении давности потери центрального зрения, исходной МКОЗ, распространённости отслойки, топографии разрывов и ПВР с состоянием наружных слоёв сетчатки. ОКТ-стадирование, сохранность ELM и EZ, длина фоторецепторов дополняют клиническую оценку, поскольку анамнестическая длительность не полностью отражает выраженность структурного повреждения. Оптические характеристики СРЖ, молекулярные и цветовые показатели расширяют диагностические возможности, но их индивидуальная прогностическая ценность изучена неодинаково. Объединение параметров в многофакторные модели представляется обоснованным при раздельной оценке анатомического и функционального исходов, стандартизации измерений и независимой проверке точности прогноза.

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

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Yorston D, Donachie PHJ, Laidlaw DA, et al. Factors affecting visual recovery after successful repair of macula-off retinal detachments: findings from a large prospective UK cohort study. Eye. 2021; 35(5): 1431–1439. doi: 10.1038/s41433-020-1021-y.
2. Yorston D, Donachie PHJ, Laidlaw DA, et al. Stratifying the risk of re-detachment: variables associated with outcome of vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment in a large UK cohort study. Eye. 2023; 37: 1527–1537. doi: 10.1038/s41433-023-02388-0.
3. Бабаева Д.Б., Файзрахманов Р.Р., Шишкин М.М. и др. Локализация разрыва как ключевой фактор, определяющий течение и исходы хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки // Офтальмология. Восточная Европа. – 2026. – №16(3). – С.385–392. [Babaeva DB, Fayzrakhmanov RR, Shishkin MM, et al. Localization of the tear as a key factor determining the course and outcomes of surgical treatment of rhegmatogenous retinal detachment. Ophthalmology. Eastern Europe. 2026; 16(3): 385–392. (In Russ.)] doi:10.34883/PI.2026.16.3.022.
4. Бабаева Д.Б., Файзрахманов Р.Р., Ларина Е.А. и др. ОКТ-биомаркеры регматогенной отслойки сетчатки: возможности прогноза анатомо-функциональных результатов хирургического лечения // Клиническая практика. – 2026. – №17(2). – С.139–147. [Babaeva DB, Fayzrakhmanov RR, Larina EA, et al. OCT biomarkers of rhegmatogenous retinal detachment: the possibilities of predicting the anatomic and functional outcomes of surgical treatment. Clinical Practice. 2026; 17(2): 139–147. (In Russ.)] doi: 10.17816/clinpract692182.
5. Бабаева Д.Б., Файзрахманов Р.Р., Шишкин М.М. и др. Сравнительный анализ параметров цветовой интенсивности регматогенной отслойки сетчатки с верхней и нижней локализацией разрывов по данным фундус-изображений // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2026. – №14(2). – С.225–238. [Babaeva DB, Fayzrakhmanov RR, Shishkin MM, et al. Comparative analysis of the color intensity parameters of rhegmat-

ogenous retinal detachment with upper and lower tear localization based on fundus images. The Science of the Young (Eruditio Juvenium). 2026; 14(2): 225–238. (In Russ.)] doi: 10.23888/HMJ2026142225-238.

6. Бабаева Д.Б., Файзрахманов Р.Р., Ларина Е.А. и др. Молекулярно-диагностические биомаркеры субретинальной жидкости в оценке тяжести и прогноза регматогенной отслойки сетчатки // Вестник офтальмологии. – 2025. – №141(6). – С.119–126. [Babaeva DB, Faizrakhmanov RR, Larina EA, et al. Molecular-diagnostic biomarkers of subretinal fluid in assessing the severity and prognosis of rhegmatogenous retinal detachment. Vestnik ofhthalmology. 2025; 141(6): 119–126. (In Russ.)] doi: 10.17116/oftalma2025141061119.
7. Miyake M, Nakao SY, Morino K, et al. Effect of Duration of Macular Detachment on Visual Prognosis after Surgery for Macula-Off Retinal Detachment: Japan-Retinal Detachment Registry. Ophthalmology Retina. 2023; 7(5): 375–382. doi: 10.1016/j.oret.2023.01.014.
8. Бабаева Д.Б., Файзрахманов Р.Р., Далогланян А.А. Современный взгляд на классификацию и этиопатогенез пролиферативной витреоретинопатии: обзор литературы // Точка зрения. Восток–Запад. – 2025. – №12(3). – С.56–61. [Babaeva DB, Fayzrakhmanov RR, Daloglanyan AA. A modern view on the classification and etiopathogenesis of proliferative vitreoretinopathy: a literature review. Point of View. East–West. 2025; 12(3): 56–61. (In Russ.)] doi: 10.25276/2410-1257-2025-3-56-61.
9. Martins MI, Bansal A, Naidu S, et al. Morphologic Stages of Rhegmatogenous Retinal Detachment Assessed Using Swept-Source OCT. Ophthalmology Retina. 2023; 7(5): 398–405. doi: 10.1016/j.oret.2022.11.013.
10. Martins MI, Naidu S, Pecaku A, et al. Impact of Baseline Morphologic Stage of Rhegmatogenous Retinal Detachment on Postoperative Visual Acuity. Ophthalmology Retina. 2024; 8(7): 624–632. doi: 10.1016/j.oret.2024.01.014.
11. Zhu K, Wang Y, Wang L, Ni Y, Xu G. Influence of the Baseline Morphologic Stage on Postoperative Visual Acuity and Metamorphopsia Outcomes in Fovea-Off Rhegmatogenous Retinal Detachment. Retina. 2026; 46(7): 1195–1202. doi: 10.1097/IAE.0000000000004818.
12. Park DH, Choi KS, Sun HJ, Lee SJ. Factors associated with visual outcome after macula-off rhegmatogenous retinal detachment surgery. Retina. 2018; 38(1): 137–147. doi: 10.1097/IAE.0000000000001512.
13. Hirata N, Iwase T, Kobayashi M, et al. Correlation between preoperative factors and final visual acuity after successful rhegmatogenous retinal reattachment. Scientific Reports. 2019; 9: 3217. doi: 10.1038/s41598-019-39839-2.
14. Yeo YD, Kim YC. Significance of outer retinal undulation on preoperative optical coherence tomography in rhegmatogenous retinal detachment. Scientific Reports. 2020; 10: 15747. doi: 10.1038/s41598-020-72907-6.
15. Baumann C, Almarzooqi A, Johannigmann-Malek N, Maier M, Kaye S. Importance of subfoveal fluid height on visual outcome in macula-off retinal detachments. British Journal of Ophthalmology. 2023; 107(10): 1467–1471. doi: 10.1136/bjo-2022-321604.
16. Leshno A, Barak A, Loewenstein A, Weinberg A, Neudorfer M. Optical Density of Subretinal Fluid in Retinal Detachment. Investigative Ophthalmology & Visual Science. 2015; 56(9): 5432–5438. doi: 10.1167/iovs.15-16952.
17. Ricker LJAG, Kessels AGH, de Jager W, et al. Prediction of proliferative vitreoretinopathy after retinal detachment surgery: potential of biomarker profiling. American Journal of Ophthalmology. 2012; 154(2): 347–354.e2. doi: 10.1016/j.ajo.2012.02.004.
18. Zandi S, Pfister IB, Traine PG, et al. Biomarkers for PVR in rhegmatogenous retinal detachment. PLoS One. 2019; 14(4): e0214674. doi: 10.1371/journal.pone.0214674.
19. Muni RH, Felfeli T, Sadda SR, et al. Postoperative Photoreceptor Integrity Following Pneumatic Retinopexy vs Pars Plana Vitrectomy for Retinal Detachment Repair: A Post Hoc Optical Coherence Tomography Analysis From the Pneumatic Retinopexy vs Vitrectomy for the Management of Primary Rhegmatogenous Retinal Detachment Outcomes Randomized Trial. JAMA Ophthalmology. 2021; 139(6): 620–627. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2021.0803.
20. Casswell EJ, Yorston D, Lee E, et al. Effect of Face-Down Positioning vs Support-the-Break Positioning After Macula-Involving Retinal Detachment Repair: The PostRD Randomized Clinical Trial. JAMA Ophthalmology. 2020; 138(6): 634–642. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2020.0997.