

## ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ РАЗРЫВЫ СЕТЧАТКИ ПРИ ОСТРОЙ ЗАДНЕЙ ОТСЛОЙКЕ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА, ПАТОГЕНЕЗ, ПРЕДИКТОРЫ, ПРИЧИНЫ НЕСВОЕВРЕМЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ

Исламова Г.Р.<sup>1</sup>, Шаймова В.А.<sup>1,2</sup>, Кучкильдина С.Х.<sup>1</sup>, Дмух Т.С.<sup>3</sup>, Кравченко Т.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Центр зрения», Челябинск, e-mail: cheburland\_81@mail.ru;

<sup>2</sup>ФПК «Академия постдипломного образования» ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства, Москва;

<sup>3</sup>ООО «Центр коррекции зрения «Окулюс», Красноярск

**Цель работы:** сбор и анализ актуальных данных по патогенезу периферических разрывов сетчатки при острой задней отслойке стекловидного тела и диагностике невидимых периферических разрывов сетчатки. Проведен анализ отечественных и зарубежных литературных источников в специализированных научных базах eLibrary, Medline, Cyberleninka, Google Scholar, Researchgate, eyeWiki, содержащих информацию о периферических разрывах сетчатки. Изучены факторы, влияющие на усложнение диагностики периферических разрывов сетчатки при острой задней отслойке стекловидного тела. Особое внимание уделено факторам, связанным с ретиальной патологией и состоянием заднего отрезка глазного яблока: витреальные и ретиальные геморрагии, дегенерации «белое без давления» и «темное без давления», решетчатая дегенерация, локальные плоские отслойки сетчатки, буллезный ретиношизис, отороченные разрывы сетчатки, гипопигментации глазного дна. Рассмотрены основные механизмы патогенеза периферических разрывов сетчатки при острой задней отслойке стекловидного тела. Представлены факторы, выступающие в качестве предикторов развития ретиальных разрывов при симптоматической задней отслойке стекловидного тела, включая ретиальные и витреальные кровоизлияния, клетки пигментного эпителия в переднем отделе стекловидного тела («табачная пыль») и гиперрефлективные точки в задних отделах стекловидного тела, известные как признак «звездного неба» по данным оптической когерентной томографии. Результаты исследования показали значимый процент невыявленных разрывов сетчатки при острой задней отслойке стекловидного тела, что требует поиска новых диагностических решений.

**Ключевые слова:** острая задняя отслойка стекловидного тела, периферические разрывы сетчатки, ретмагенная отслойка сетчатки.

## PERIPHERAL RETINAL TEARS IN ACUTE POSTERIOR VITREOUS DETACHMENT: PATHOGENESIS, PREDICTORS, AND REASONS FOR DELAYED DIAGNOSIS

Islamova G.R.<sup>1</sup>, Shaimova V.A.<sup>1,2</sup>, Kuchkildina S.Kh.<sup>1</sup>, Dmukh T.S.<sup>3</sup>, Kravchenko T.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center Zreniya, Chelyabinsk, e-mail: cheburland\_81@mail.ru;

<sup>2</sup>Academy of Postgraduate Education of Federal Medical Biological Agency, Moscow;

<sup>3</sup>“Oculus” Center for Vision Correction, Krasnoyarsk

**The aim of the study:** to collect and analyze current data on the pathogenesis of peripheral retinal tears during acute posterior vitreous detachment and the diagnosis of invisible peripheral retinal tears. An analysis of domestic and foreign literary sources in specialized scientific databases E-Library, Medline, Cyberleninka, Google Scholar, ResearchGate, and eyeWiki, containing information about peripheral retinal tears, was conducted. Factors influencing the complexity of diagnosing peripheral retinal tears during acute posterior vitreous detachment were studied. Special attention was paid to factors related to retinal pathology and the condition of the posterior eye segment: vitreous and retinal hemorrhages, "white without pressure" and "dark without pressure" degenerations, lattice degeneration, localized shallow retinal detachments, bullous retinoschisis, delayed retinal tears, and hypopigmentation of the fundus. The main mechanisms of the pathogenesis of peripheral retinal tears during acute posterior vitreous detachment were considered. Factors that act as predictors of retinal tears in symptomatic posterior vitreous detachment were presented, including retinal and vitreous hemorrhages, pigment epithelial cells in the anterior vitreous ("tobacco dust"), and hyperreflective points in the posterior vitreous known as the "starry sky" sign according to optical coherence tomography data. The results of the study showed a significant percentage of undetected retinal tears in acute posterior vitreous detachment, necessitating the search for new diagnostic solutions.

**Keywords:** acute posterior vitreous detachment, peripheral retinal tears, rhegmatogenous retinal detachment.

## **Введение**

Периферические ретинальные разрывы являются основной причиной развития регматогенной отслойки сетчатки (РОС). Опасность развития РОС обусловлена проникновением жидкой части стекловидного тела через ретинальный разрыв в пространство между нейросенсорной сетчаткой и пигментным эпителием. Популяционная частота периферических ретинальных разрывов достигает 8% [1, с. 718]. По данным литературы, частота встречаемости регматогенной отслойки сетчатки представлена в диапазоне от 6 до 18,2 случая на 100 000 человек в год, причем в 10% случаев наблюдается билатеральное поражение. Отслойка сетчатки представляет угрозу потери зрения, и лечение этого состояния осуществляется исключительно хирургическим путем [2, с. 382 – 4].

Для предотвращения РОС необходимо своевременное выявление пациентов с риском развития и лечение периферических разрывов сетчатки [5]. Однако их выявление бывает затруднено в связи с необходимостью проведения мультимодального обследования и требования опыта специалистов [6; 7]. По данным литературы, частота РОС в нелеченых глазах с симптоматическими клапанными разрывами составляет 30-50%, а после проведения профилактического лазерного лечения – 1,4-8,8% [8].

**Цель:** провести анализ собранных актуальных данных по патогенезу периферических разрывов сетчатки при острой задней отслойке стекловидного тела и диагностике невидимых периферических разрывов сетчатки.

**Материалы и методы:** поиск литературных источников проведен в Российской научной электронной библиотеке (eLibrary), в базе данных Medline (Национальная медицинская библиотека США) и в других базах данных (Cyberleninka, Google Scholar, Researchgate, eyeWiki). Для поиска были использованы следующие ключевые слова: «периферический разрыв сетчатки», «периферический ретинальный разрыв», «задняя отслойка стекловидного тела», «peripheral retinal tear», «peripheral retinal break», «posterior vitreous detachment».

## **Результаты исследования и их обсуждение**

### **Распространенность периферических разрывов**

По данным литературы, при острой симптоматической задней отслойке стекловидного тела (ЗОСТ) периферические разрывы сетчатки диагностируются в 7–20%, а регматогенная отслойка сетчатки (РОС) - в 3–6,2% случаев [9-11].

По данным Е. Karahan, обследование 376 пациентов с острой ЗОСТ показало, что у 78,8% были выявлены клапанные разрывы, а у остальных (21,2%) - разрывы с крышечкой [12]. По данным ряда авторов, при острой ЗОСТ до 50% определяются множественные разрывы, при этом в большинстве случаев они могут быть клапанными с развитием значительной

витреоретинальной тракции и создавать высокий риск (30–55%) отслойки сетчатки [12; 13, с. 131].

В ряде научных исследований отмечается, что некоторые ранние разрывы сетчатки могут быть не замечены при первичном осмотре пациента с острой ЗОСТ и достигать от 3 до 15% [10; 14; 15]. По данным D.A. Brinton, частота выявления разрывов при РОС до оперативного лечения составила 90%. Это позволило автору предположить, что в остальных случаях разрывы оказались не выявлены по различным причинам [13, с. 117]. По данным Н. Косаоглан и соавторов, процент невыявленных разрывов у пациентов с РОС варьируется от 4 до 17,4% [16]. В глазах с нативным хрусталиком с РОС частота невыявленных разрывов перед оперативным лечением по поводу РОС (вitreэктомия и/или склеральное пломбирование) составила от 2,2–4%, тогда как у афакичных и псевдофакичных глаз этот показатель выше и составляет от 7 до 16% и от 5 до 22,5% соответственно. А. Salicone с соавторами подчеркивают, что основным условием эффективной хирургии РОС является выявление и своевременное блокирование разрыва сетчатки. Необнаруженные и недостаточно блокированные разрывы являются причиной неприлегания отслоенной сетчатки почти в половине случаев после первичной хирургии РОС [17–19].

Резюмируя вышеизложенное, периферические ретинальные разрывы, встречающиеся у значительного процента пациентов с острой задней отслойкой стекловидного тела, нередко остаются невыявленными при первичном осмотре, что может увеличивать риск развития регматогенной отслойки сетчатки.

### **Роль периферических разрывов сетчатки в патогенезе РОС**

Согласно современным представлениям, патогенез регматогенной отслойки сетчатки состоит из следующих ключевых патогенетических факторов:

- деструктивные изменения стекловидного тела с развитием аномальной ЗОСТ;
- витреоретинальная тракция, формирующая периферический разрыв сетчатки;
- гравитационные силы способствуют патологическому движению жидкости в

субретинальное пространство через края разрыва [20; 21, с. 641]. Структура стекловидного тела претерпевает изменения в результате течения возрастных процессов. В ходе этих изменений происходит разжижение (синхизис) и агрегация коллагеновых фибрилл в пучки (синерезис). По мере прогрессирования процесса синхизиса и ослабления витреоретинальной адгезии наблюдается сначала частичная, а затем полная ЗОСТ [22].

Известно, что стекловидное тело наиболее прочно прикрепляется у основания, диска и макулы, а также над кровеносными сосудами сетчатки [23, с. 22]. Там, где ослабление витреоретинальных спаек протекает медленнее, чем синхизис стекловидного тела, возникает аномальная ЗОСТ, что может привести к образованию разрывов сетчатки [24, с. 20].

Таким образом, периферические разрывы сетчатки, возникающие вследствие аномальной задней отслойки стекловидного тела и витреоретинальной тракции, являются основными факторами в патогенезе регматогенной отслойки сетчатки.

### **Виды периферических разрывов**

У пациентов с острой ЗОСТ обнаруживаются как изолированные периферические разрывы сетчатки, так и разрывы на фоне периферических дегенераций. По данным В.А. Шаимовой с соавторами, исследование 130 глаз с периферическими клапанными разрывами показало, что преимущественно (86,9%) преобладали изолированные разрывы, реже (13,1%) – на фоне решетчатой дегенерации [8]. Тракционное воздействие стекловидного тела может привести к трем основным вариантам развития разрыва сетчатки: неполный ретинальный разрыв L-образной формы; клапанный разрыв U-формы; разрыв с крышечкой, возникающий при усилении витреоретинальной тракции в результате самопроизвольного отрыва клапана [23, с. 37; 25, с. 151; 26].

В 1975 году R.Y. Foos разработал анатомическую классификацию разрывов сетчатки на основе исследования аутопсий глаз. Он определил три типа разрывов: интрабазальные, которые находятся в области основания стекловидного тела; юкстабазальные, расположенные у заднего края основания стекловидного тела; и экстрабазальные, находящиеся в экваториальной зоне периферической сетчатки, за пределами основания стекловидного тела. Юкстабазальные разрывы часто возникают из-за витреоретинальной тракции в ходе острой ЗОСТ и приводят к формированию клапанного разрыва. Foos отметил, что большинство разрывов сетчатки относятся к юкстабазальному типу [27]. Разрыв происходит в задней части базиса стекловидного тела, которая представляет собой округлую зону, простирающуюся примерно на 2 мм впереди от зубчатой линии и на 4 мм взади от нее, где стекловидное тело вызывает значительную тракцию сетчатки [28; 29]. Таким образом, периферические разрывы сетчатки при острой ЗОСТ преимущественно представлены изолированными клапанными разрывами в юкстабазальной зоне, часто сочетаясь с решетчатой дегенерацией сетчатки.

### **Причины гиподиагностики периферических разрывов при острой ЗОСТ**

В литературе представлены причины, затрудняющие диагностику периферических разрывов сетчатки. D. Gupta с соавторами классифицировали этиологические факторы, затрудняющие диагностику разрывов: связанные с передним отрезком глаза, с хрусталиком, с задним отрезком, ятрогенные факторы.

Причины, связанные с передним отрезком глаза, включают: недостаточное расширение зрачка, помутнение роговицы, что затрудняет осмотр периферии сетчатки.

Причины, связанные с хрусталиком и ятрогенные факторы, включают помутнение хрусталика, блики от интраокулярной линзы (ИОЛ) после операции по удалению катаракты,

а также наличие помутнений задней капсулы после факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ.

Причины, связанные с задним отрезком глаза, включают небольшие размеры разрывов и их переднее расположение, ухудшение визуализации в связи с остатками коры стекловидного тела при аномальной ЗОСТ, помутнения стекловидного тела [18].

Кроме того, гипопигментация глазного дна и плохая контрастность на фоне истонченной сетчатки, хориоретинальной атрофии, стафиломы, а также витреальные и ретинальные кровоизлияния дополнительно ухудшают возможность визуализации разрывов [19]. Дегенерации «белое без давления» и «темное без давления», локальные плоские отслойки сетчатки без формирования характерных ретинальных складок затрудняют своевременное выявление дефекта сетчатки [30; 31]. Высокая отслойка хориоидеи или сетчатки буллезный ретиношизис также являются причинами гиподиагностики ретинальных разрывов [18; 32], кроме этого, имеет значение навык и опыт исследователя [33]. В дополнение к данным факторам гиподиагностики необходимо принять во внимание появление отсроченных разрывов при персистенции частичной ЗОСТ, так как дифференцировать отсроченные разрывы от первоначально не выявленных может быть особенно сложно [28; 34].

Для обнаружения ретинальных разрывов при первичном осмотре у пациентов с острой ЗОСТ часто используют бинокулярную офтальмоскопию и биомикроскопию с различными контактными линзами. Эти методы, в комбинации с методом вдавления периферической сетчатки, значительно повышают вероятность выявления разрывов. Однако T.R.W. Nixon и соавторы, проведя исследование 1010 пациентов с клиникой острой ЗОСТ, выявили, что при использовании метода биомикроскопии с помощью щелевой лампы не было диагностировано 15% разрывов сетчатки. В то же время при бинокулярной офтальмоскопии со склеральным вдавлением не было выявлено 3% ретинальных разрывов [10]. S.Y. Shukla с соавторами в проспективном исследовании 25 пациентов (50 глаз) с жалобами на фотопсии и мушки перед глазами, появившиеся в пределах 3 месяцев, и 25 пациентов (50 глаз) без симптомов не выявили дополнительных преимуществ в выявлении ретинальных разрывов при обследовании с использованием 28-диоптрийной линзы со склеральным вдавлением [35]. По данным литературы, в 6% случаев разрывы сетчатки не обнаруживаются даже в процессе проведения витректомии *pars plana*, несмотря на тщательный поиск [36].

В связи с трудностями диагностики некоторые состояния глазного дна, такие как светлые участки дегенерации «белое без давления», часто сочетающиеся с темно-красными зонами «темное без давления», требуют детального анализа для дифференциации с ретиношизисом и отслойкой сетчатки, причем разрывы сетчатки могут возникать вдоль задней границы или непосредственно в пределах этих дегенераций [25; 37; 38].

Субклиническая отслойка вследствие своей плоской конфигурации и/или крайне периферического расположения, отсутствия ретинальных складок сетчатки остается незамеченной при офтальмоскопии. С.L. Schepens в 1952 году выделил факторы, осложняющие диагностику субклинических отслоек: стекловидное тело прикрывает отслойку на периферии; крайнее периферичное расположение отслойки; скрытые отслойки, для диагностики которых необходима офтальмоскопия со склеральной депрессией [31]. D.A. Brinton, С.P. Wilkinson описали, что локальная субклиническая отслойка сетчатки может иметь следующие пути клинического течения в зависимости от степени витреоретинальной тракции: прогрессирование до развития регматогенной отслойки сетчатки, в связи с появлением разрыва сетчатки; стабильное состояние с образованием демаркационных линий, возникающие после 3 месяцев существования субретинальной жидкости на границе отслоившейся и интактной сетчатки за счет пролиферации пигментного эпителия с переходом в дальнейшем в фиброзную метаплазию. Появление пигментированной демаркационной линии, окружающей субретинальную жидкость, может являться предиктором стабилизации процесса в диагностике и в прогнозе течения субклинической отслойки сетчатки [13, с. 36].

Одним из факторов затруднения выявления ретинальных разрывов является снижение контрастности глазного дна [19]. Существует широкое разнообразие в видах пигментации нормального глазного дна, которые, по-видимому, в большинстве случаев коррелируют с пигментацией кожи [39, с. 31]. Степень пигментации глазного дна оценивается различными степенями градации. В основе классификации лежит степень видимости сосудов хориоидеи: светлый тип – при наличии видимых хориоидальных сосудов в макуле и на периферии, средний тип – при наличии видимых хориоидальных сосудов за пределами аркад, но не в макуле, темный тип – при отсутствии видимых хориоидальных сосудов в заднем полюсе [40].

Разрывы, отслойку сетчатки, ассоциированные с ретиношизисом, которые сложно обнаружить офтальмоскопически, эффективно выявляют с помощью периферической ОКТ [32; 41]. По данным литературы, ретиношизис осложняется развитием отслойки сетчатки в 0,9-1% случаев при разрыве наружного листка, который может достигать 5 диаметров диска зрительного нерва [42].

Согласно литературным данным, разрывы в решетчатой дегенерации при острой ЗОСТ возникают вдоль заднего края пораженного участка или на концах решетчатой дегенерации [13, с. 28; 33; 43]. Это объясняется авторами более интенсивным витреоретинальным сращением по краям дегенерации в форме U-образной тракции стекловидного тела, а также разжижением стекловидного тела над дегенерацией. Решетчатая дегенерация у пациентов с РОС встречается в 20–30%, однако может стать непосредственной причиной РОС примерно в 1% случаев [2, с. 710; 25]. Решетчатая дегенерация также характеризуется образованием

атрофических разрывов в пределах дистрофии, иногда с субретинальной жидкостью, которые чаще встречаются у молодых пациентов с миопической рефракцией [29]. По данным Д.С. Мальцева с соавторами, разрывы по краям решетчатой дегенерации могут вызывать затруднения в диагностике [33]. К.К. Jindachomthong с соавторами установили, что решетчатая дегенерация является существенным фактором риска развития отсроченных разрывов после острой ЗОСТ [15].

Таким образом, в этом разделе были представлены основные причины гиподиагностики разрывов сетчатки при острой ЗОСТ, которые могут привести к развитию регматогенной отслойки сетчатки.

### **Предикторы ретинальных разрывов**

В литературе представлены предикторы ретинальных разрывов при острой ЗОСТ: гемофтальм и ретинальные кровоизлияния, признак Шаффера, гиперрефлективные точки в стекловидном теле [2, с. 724; 44; 45]. Кроме того, следует принимать во внимание дополнительные факторы, такие как миопия, травмы, артификация, афакция, периферические витреоретинальные дегенерации, наличие в анамнезе регматогенной отслойки сетчатки в парном глазу и отягощенный семейный анамнез по РОС [46].

Наличие ретинального кровоизлияния или частичного гемофтальма является признаком увеличения вероятности развития ретинальных разрывов до 50-70%, выявление которых затруднено в связи со снижением визуализации глазного дна [28; 47]. Кроме того, наличие кровоизлияний в сетчатку или в стекловидное тело может являться причиной формирования отсроченных новых ретинальных разрывов [11; 46].

S. Sharma с соавторами в 1999 году выявили, что наличие гранул пигмента в переднем сегменте стекловидного тела по типу «табачной пыли» (признак Шаффера) или кровоизлияния в стекловидное тело значительно увеличивает риск разрыва сетчатки (в 52 раза) у пациентов с острой ЗОСТ [44].

В последние годы в отдельных исследованиях с помощью оптической когерентной томографии выявлен еще один предиктор разрыва сетчатки у пациентов с острой ЗОСТ: наличие гиперрефлективных точек в задних отделах стекловидного тела, известных как признаки «звездной пыли», «падающего пепла» или «звездного неба». В настоящее время отсутствует единое мнение об этиопатогенезе возникновения данного признака. Одни авторы считают, что гиперрефлективные точки являются эритроцитами, возникающими при разрыве сосудов мелкого калибра при острой ЗОСТ, другие - клетками пигментного эпителия вследствие дефекта сетчатки, третьи - клетками фоторецепторов, мигрирующих из ретинального разрыва в стекловидное тело [45; 48; 49].

Таким образом, основными предикторами ретинальных разрывов при острой ЗОСТ являются: ретинальные и витреальные кровоизлияния, клетки пигментного эпителия в переднем отделе стекловидного тела («табачная пыль»), ОКТ-признаки гиперрефлективных точек в задних отделах стекловидного тела («звездное небо»).

### **Заключение**

В обзоре авторами статьи были представлены данные литературы о распространенности, видах ретинальных разрывов, роли их в формировании РОС, причинах гиподиагностики, предикторах разрывов сетчатки. Своевременное выявление периферических разрывов сетчатки и проведение адекватного лечения на этапах первичного осмотра пациента при острой ЗОСТ и в отсроченном периоде позволят предотвратить развитие РОС.

### **Список литературы**

1. Salmon J.F. Kanski's clinical ophthalmology: a systematic approach. 9th ed. Amsterdam: Elsevier, 2019. 956 p.
2. 2022-2023 Basic and clinical science course, section 12: Retina and vitreous. San Francisco: American Academy of Ophthalmology, 2022. 528 p.
3. Li J.Q., Welchowski T., Schmid M., Holz F.G., Finger R.P. Incidence of Rhegmatogenous Retinal Detachment in Europe - A Systematic Review and Meta-Analysis // *Ophthalmologica*. 2019. Vol. 242. Is.2. P.81-86. DOI: 10.1159/000499489.
4. Schick T., Heimann H., Schaub F. Netzhautablösung – Teil 1 [Retinal Detachment Part 1 - Epidemiology, Risk Factors, Clinical Characteristics, Diagnostic Approach] // *Klin. Monbl. Augenheilkd.* 2020 Vol.237. Is. 12. P.1479-1491. DOI: 10.1055/a-1243-1363.
5. Flaxel C.J., Adelman R.A., Bailey S.T., et al. Posterior Vitreous Detachment, Retinal Breaks, and Lattice Degeneration Preferred Practice Pattern® [published correction appears in *Ophthalmology*. 2020 Sep;127(9):1279. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.06.049] // *Ophthalmology*. 2020. Vol. 127. Is. 1. P. 146-181. DOI: 10.1016/j.ophtha.2019.09.027.
6. Kumar J., Kohli P., Babu N., Krishnakumar K., Arthur D., Ramasamy K. Comparison of two ultra-widfield imaging for detecting peripheral retinal breaks requiring treatment // *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2021. Vol. 259, Is. 6. P. 1427-1434. DOI: 10.1007/s00417-020-04938-8.
7. Шаймова В.А., Исламова Г.Р., Ключко Н.А., Шаймов Т.Б., Кучкильдина С.Х., Аскаева А.А., Кравченко Т.Г., Фомин А.В. Ретинальная карта периферических дегенераций и разрывов сетчатки. Часть 1. Нерегматогенные интравитреальные дегенерации сетчатки //

Офтальмология. 2024. Т. 21, № 2. С. 311-318. DOI: 10.18008/1816-5095-2024-2-311-318.

8. Шаимова В.А., Шаимов Т.Б., Шаимов Р.Б., Бойко Э.В., Зарезина А.С., Кравченко Т.Г., Галин А.Ю., Кучкильдина С.Х., Шаимова Т.А., Аксенфельд Г.В., Фомин А.В. Отдаленные результаты профилактического лазерного лечения тракционных симптоматических клапанных разрывов сетчатки // Вестник офтальмологии. 2020. Т. 136, № 3. С. 32-38. DOI: 10.17116/oftalma202013603132.

9. Seider M.I., Conell C., Melles R.B. Complications of acute posterior vitreous detachment // *Ophthalmology*. 2022. Vol. 129. Is. 1. P. 67-72. DOI: 10.1016/j.ophtha.2021.07.020.

10. Nixon T.R.W., Davie R.L., Snead M.P. Posterior vitreous detachment and retinal tear - a prospective study of community referrals // *Eye (Lond)*. 2023. Advance online publication. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nature.com/articles/s41433-023-02779-3> (дата обращения: 06.02.2024). DOI: 10.1038/s41433-023-02779-3.

11. Uhr J.H., Obeid A., Wibbelsman T.D., Wu C.M., Levin H.J., Garrigan H., Spirn M.J., Chiang A., Sivalingam A., Hsu J. Delayed Retinal Breaks and Detachments after Acute Posterior Vitreous Detachment // *Ophthalmology*. 2020 Vol. 127. Is. 4. P. 516-522. DOI: 10.1016/j.ophtha.2019.10.020.

12. Karahan E., Karti O., Er D., Cam D., Aydın R., Zengin M.O., Kaynak S. Risk factors for multiple retinal tears in patients with acute posterior vitreous detachment // *International ophthalmology*. 2018. Vol. 38. Is. 1. P. 257-263. DOI: 10.1007/s10792-017-0455-0.

13. Brinton D.A., Wilkinson C.P. Retinal detachment: principles and practice. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2009 280 p.

14. Sharma M.C., Regillo C.D., Shuler M.F., Borrillo J.L., Benson W.E. Determination of the incidence and clinical characteristics of subsequent retinal tears following treatment of the acute posterior vitreous detachment-related initial retinal tears // *American journal of ophthalmology*. 2004. Vol. 138. Is. 2. P. 280-284. DOI: 10.1016/j.ajo.2004.03.009.

15. Jindachomthong K.K., Cabral H., Subramanian M.L., Ness S., Siegel N.H., Chhablani J., Hsu S.X., Chen X. Incidence and Risk Factors for Delayed Retinal Tears after an Acute, Symptomatic Posterior Vitreous Detachment // *Ophthalmol Retina*. 2023 Vol.7. Is. 4. P. 318-324. DOI:10.1016/j.oret.2022.10.012.

16. Kocaoglan H., Unlü N., Acar M.A., Sargin M., Aslan B.S., Duman S. Management of rhegmatogenous retinal detachment without detectable breaks // *Clinical & experimental ophthalmology*. 2002. Vol. 30. Is. 6. P. 415-418. DOI: 10.1046/j.1442-9071.2002.00571.x.

17. Salicone A., Smiddy W.E., Venkatraman A., Feuer W. Management of retinal detachment when no break is found // *Ophthalmology*. 2006. Vol. 113. Is. 3. P. 398-403. DOI: 10.1016/j.ophtha.2005.10.002.

18. Gupta D., Ching J., Tornambe P.E. Clinically undetected retinal breaks causing retinal detachment: A review of options for management // *Surv Ophthalmol.* 2018. Vol. 63 Is. 4. P. 579-588. DOI: 10.1016/j.survophthal.2017.08.002.
19. Родионов О.В., Шакиров Р.Ф., Боходиров Б.Б. Способ диагностики скрытых ретинальных разрывов в экстрасклеральной хирургии отслойки сетчатки // *Медицинский вестник Башкортостана.* 2021. Т. 16. № 4 (94). С. 56-59.
20. Дога А.В., Шкворченко Д.О., Крыль Л.А., Таевере М.Р., Буряков Д.А. Регматогенная отслойка сетчатки: современные подходы к лечению // *РМЖ. Клиническая офтальмология.* 2020. Т. 20. № 2. С. 72-78. DOI: 10.32364/2311-7729-2020-20-2-72-78.
21. Офтальмология. Национальное руководство / под ред. С.Э. Аветисова, Е.А. Егорова, Л.К. Мошетоной, В.В. Нероева, Х.П. Тахчиди. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 904 с
22. Sebag J. Anomalous posterior vitreous detachment: a unifying concept in vitreo-retinal disease // *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology.* 2004. Vol. 242. Is. 8. P. 690-698. DOI: 10.1007/s00417-004-0980-1.
23. Плавающие помутнения стекловидного тела: диагностика, лечение, осложнения: атлас / Под ред. В.А. Шаимовой. СПб.: Человек, 2022. 188 с.
24. Bevis L. Mathematical models of a heterogeneous vitreous humour: an investigation into vitreoschisis and the premacular bursa: thesis ... PhD in bioengineering. Imperial College London, 2022. 173 p.
25. Jones W.L. *Peripheral ocular fundus.* 3rd ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007. 278 p.
26. Quinn N., Csincsik L., Flynn E., Curcio C.A., Kiss S., Sadda S.R., Hogg R., Peto T., Lengyel I. The clinical relevance of visualising the peripheral retina // *Prog. Retin. Eye Res.* 2019. Vol. 68. P. 83-109. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2018.10.001.
27. Foos R.Y. Tears of the peripheral retina; pathogenesis, incidence and classification in autopsy eyes // *Modern problems in ophthalmology.* 1975. Vol. 15. P. 68-81.
28. Coffee R.E., Westfall A.C., Davis G.H., Mieler W.F., Holz E.R. Symptomatic posterior vitreous detachment and the incidence of delayed retinal breaks: case series and meta-analysis // *American journal of ophthalmology.* 2007. Vol. 144. Is. 3. P. 409-414. DOI:10.1016/j.ajo.2007.05.002.
29. Mrejen S., Ledesma-Gil G., Engelbert M. *Peripheral Retinal Abnormalities // Pathologic myopia / ed. by R.F. Spaide, K. Ohno-Matsui, L.A. Yannuzzi.* Cham: Springer, 2021. P. 329-346.
30. Chhablani J., Bagdi A. Peripheral retinal degenerations. Review: assigned status Update Pending by R.A. Hyde on August 7, 2023 // *Eye Wiki.* [Электронный ресурс].

URL: [https://eyewiki.aao.org/Peripheral\\_Retinal\\_Degenerations](https://eyewiki.aao.org/Peripheral_Retinal_Degenerations) (дата обращения: 07.02.2024).

31. Schepens C.L. Subclinical retinal detachments // *AMA archives of ophthalmology*. 1952. Vol. 47. Is. 5. P. 593-606. DOI:10.1001/archopht.1952.01700030607005.
32. Скрыпник О.В. Тактика ведения пациентов с периферическим дегенеративным ретиношизисом // *Офтальмология. Восточная Европа*. 2022. Т. 12, № 3. С. 379-385. DOI: 10.34883/PI.2022.12.3.028. EDN YCCELP.
33. Maltsev D.S., Kulikov A.N., Shaimova V.A., Burnasheva M.A., Vasiliev A.S. Spotlight on lattice degeneration imaging techniques // *Clinical ophthalmology*. 2023. Vol. 17. P. 2383-2395. DOI: 10.2147/OPHT.S405200.
34. van Overdam K.A., Bettink-Remeijer M.W., Klaver C.C., Mulder P. G., Moll A.C., van Meurs J.C. Symptoms and findings predictive for the development of new retinal breaks // *Archives of ophthalmology*. 2005. Vol. 123. Is. 4. P. 479-484. DOI: 10.1001/archopht.123.4.479.
35. Shukla S.Y., Batra N.N., Ittiara S.T., Hariprasad S. Reassessment of scleral depression in the clinical setting // *Ophthalmology*. 2015. Vol. 122. Is. 11. P. 2360-2361. DOI: 10.1016/j.optha.2015.05.007.
36. Wong R., Gupta B., Aylward G.W., Laidlaw D.A. Dye extrusion technique (DE-TECH): occult retinal break detection with subretinal dye extrusion during vitrectomy for retinal detachment repair // *Retina*. 2009. Vol. 29, Is. 4. P. 492-496. DOI: 10.1097/IAE.0b013e31819bab72.
37. Fawzi A., Nielsen J., Mateo-Montoya A., Somkijrungrroj T., Li H., Gonzales J., Maugt-Faysse M., Jampol L. Multimodal imaging of white and dark without pressure fundus lesions // *Retina*. 2014. Vol. 34. Is. 12. P. 2376-2387. DOI: 10.1097/iae.0000000000000388.
38. Петраевский А.В., Гндоян И.А. Периферические витреохориоретинальные дистрофии: вопросы классификации, диагностики с помощью линзы Гольдмана, тактики ведения пациентов // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2018. № 4 (68). С. 11-16. DOI: 10.19163/1994-9480-2018-4(68)-11-16.
39. Zinn K.M. *Clinical atlas of peripheral retinal disorders*. New York: Springer, 2012. 156 p.
40. Delori F.C., Gragoudas E.S., Francisco R., Pruett R.C. Monochromatic ophthalmoscopy and fundus photography. The normal fundus // *Archives of ophthalmology*. 1977. Vol. 95. Is. 5. P. 861-868. DOI: 10.1001/archopht.1977.04450050139018.
41. Ness S., Subramanian M.L., Chen X., Siegel N.H. Diagnosis and management of degenerative retinoschisis and related complications // *Surv Ophthalmol*. 2022. Vol. 67. Is. 4. P. 892-907. DOI: 10.1016/j.survophthal.2021.12.004.
42. Liao A., Barnett J., Rehman I., Hamm D., Cribbs B.E., Hendrick A.M., Jain N., Yeh S., Hubbard G.B. 3rd, Yan J. Surgical Outcomes of Progressive Retinoschisis-Related Retinal

Detachments: A 17-Year Survey From a Large Academic Center // *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2022 Vol. 53. Is. 3. P. 132-138. DOI: 10.3928/23258160-20220211-03.

43. Cheung R., Ly A., Katalinic P., Coroneo M.T., Chang A., Kalloniatis M., Madigan M.C., Nivison-Smith L. Visualisation of peripheral retinal degenerations and anomalies with ocular imaging // *Seminars in ophthalmology*. 2022. Vol. 37. Is. 5. P. 554-582. DOI: 10.1080/08820538.2022.2039222.

44. Sharma S., Walker R., Brown G.C., Cruess A.F. The importance of qualitative vitreous examination in patients with acute posterior vitreous detachment // *Archives of ophthalmology*. 1999. Vol. 117. Is. 3. P. 343-346. DOI: 10.1001/archopht.117.3.343.

45. Itakura H., Itakura M., Sato T. Stardust sign and retinal tear detection on swept source optical coherence tomography // *Retina*. 2022. Vol. 42. Is. 2. P. 336-339. DOI: 10.1097/IAE.0000000000003317.

46. Patel P.R., Minkowski J., Dajani O., Weber J., Boucher N., MacCumber M.W. Analysis of Posterior Vitreous Detachment and Development of Complications Using a Large Database of Retina Specialists // *Ophthalmol Retina*. 2023. Vol. 7. Is. 3. P. 203-214. DOI: 10.1016/j.oret.2022.11.009.

47. Carrero J.L. Incomplete posterior vitreous detachment: Prevalence and clinical relevance // *American journal of ophthalmology*. 2012. Vol. 153. Is. 3. P. 497-503. DOI: 10.1016/j.ajo.2011.08.036.

48. Strzalkowski P., Schuster A.K., Strzalkowska A., Steinberg J.S., Dithmar S. Semi-automated quantification of vitreal hyperreflective foci in SD-OCT and their relevance in patients with peripheral retinal breaks // *BMC ophthalmology*. 2023. Vol. 23. Is. 1. P. 324. DOI: 10.1186/s12886-023-03060-7.

49. Шаимова В.А., Исламова Г.Р., Кучкильдина С.Х., Дмух Т.С., Кравченко Т.Г. ОКТ диагностика скрытого клапанного разрыва при задней отслойке стекловидного тела // *Отражение*. 2022. Т. 14, № 2. С. 63-65. DOI: 10.25276/2686-6986-2022-2-59-61.