



ОБОЗРЫ ЛИТЕРАТУРЫ LITERATURE REVIEWS

Обзор литературы

УДК 617.73-053

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2025-1-81-85>

© Казакбаева Г.М., Мустафина Г.Р., Суркова В.К., Гарипова Е.М., 2025

Электроретинография и ее значение в диагностике наследственных заболеваний сетчатки (обзор литературы)

Г.М. Казакбаева, Г.Р. Мустафина, В.К. Суркова, Е.М. Гарипова

Уфимский НИИ глазных болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Уфа, Россия

РЕФЕРАТ

Цель. Обобщить и систематизировать данные о методах и применении электроретинографии (ЭРГ) в диагностике и мониторинге заболеваний сетчатки. Описать различные техники и протоколы проведения ЭРГ, включая стандарты и рекомендации.

В данном обзоре были проанализированы данные отечественной и зарубежной научной литературы, опубликованной на платформах PubMed и PMC free article, относящиеся к применению метода ЭРГ в диагностике заболеваний сетчатки. ЭРГ позволяет провести количественную оценку функционального состояния сетчатки с определением глубины и площади патологических изменений. Благодаря этому ЭРГ является ценным инструментом для мониторинга прогрессирования и прогнозирования течения различных заболеваний сетчатки и приобретает особую значимость в диагностике наследственных дистрофий сетчатки, где функциональные нарушения могут предшествовать структурным изменениям, выявляемым другими методами визуализации.

Ключевые слова: наследственные заболевания сетчатки, электроретинография, электроретинограмма

Для цитирования: Казакбаева Г.М., Мустафина Г.Р., Суркова В.К., Гарипова Е.М. Электроретинография и ее значение в диагностике наследственных заболеваний сетчатки (обзор литературы). Точка зрения. Восток–Запад. 2025;12(2): 81–85.

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2025-1-81-85>

Автор, ответственный за переписку: Гульшат Радиковна Мустафина, gmustafina97@gmail.com

Literature review

Electroretinography and its importance in diagnostics of hereditary diseases of the retina (literature review)

G.M. Kazakbaeva, G.R. Mustafina, V.K. Surkova, E.M. Garipova

Ufa Eye Research Institute, Bashkir State Medical University, Russian Federation

ABSTRACT

Purpose. To summarize and systematize data on the methods and application of electroretinography (ERG) in the diagnosis and monitoring of retinal diseases. To describe various techniques and protocols for conducting ERG, including standards and recommendations.

This review analyzed data from domestic and foreign scientific literature published on the PubMed and PMC free article platforms related to the use of electroretinography in the diagnosis of retinal diseases.

ERG allows for a quantitative assessment of the functional state of the retina with the determination of the depth and area of pathological changes. Due to this, ERG is a valuable tool for monitoring the progression and prognostication of various retinal diseases and is of particular importance in the diagnosis of hereditary retinal dystrophies, where functional disorders may precede structural changes detected by other imaging methods.

Key words: hereditary retinal diseases, electroretinography, electroretinogram

For quoting: Kazakbaeva G.M., Mustafina G.R., Surkova V.K., Garipova E.M. Electroretinography and its importance in diagnostics of hereditary diseases of the retina (literature review). East – West. 2025;12(2): 81–85.

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2025-1-81-85>

Corresponding author: Gulshat R. Mustafina, gmustafina97@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

Электроретинография (ЭРГ) имеет особое значение в дифференциальной диагностике различных наследственных дистрофий сетчатки (НДС). Диагноз НДС выставляют на основании жалоб, анамнестических данных, результатов клинического офтальмологического обследования, включающих набор стандартных и высокоинформативных дополнительных методов исследования и результатов молекулярно-генетической диагностики. В статье рассмотрены клинико-функциональные особенности электроретинограммы при различных видах НДС.

ЦЕЛЬ

Обобщить и систематизировать данные о методах и применении ЭРГ в диагностике и мониторинге заболеваний сетчатки. Описать различные техники и протоколы проведения ЭРГ, включая стандарты и рекомендации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В данном обзоре были проанализированы данные отечественной и зарубежной научной литературы, опубликованной на платформах PubMed и PMC free article, относящиеся к применению ЭРГ для диагностики заболеваний сетчатки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ЭРГ представляет собой метод регистрации биоэлектрической активности клеточных элементов сетчатки, включая фоторецепторы (палочки и колбочки), биполярные, ганглиозные и глиальные клетки, возникающей в ответ на световую стимуляцию. Амплитуда и временные характеристики электроретинограммы определяются параметрами световой стимуляции, такими как интенсивность стимула, область засвета, продолжительность светового импульса, спектральный состав стимулирующего света (длина волны), условия адаптации к темноте или свету, а также частота стимуляции [1]. В настоящее время ЭРГ широко применяется для количественной и качественной оценки функционального состояния нейронов сетчатки.

Электроретинографическое исследование основано на регистрации биоэлектрического ответа сетчатки на световой стимул, который отображается в виде характерных волн на электроретинограмме, обозначаемых как а, b, с и d. Клинически наиболее значимыми являются а-волна, представляющая собой негативное отклонение, генерируемое в основном фоторецепторами (палочками и колбочками), и b-волна – позитивное отклонение, отражающее активность биполярных клеток и клеток Мюллера [2]. Количественный анализ электроретинограммы включает оценку амплитуды и латентности (пикового времени) регистрируемых волн. Амплитуда а-волны определяется как разница потенциалов между базовой линией и отрицательным пиком а-волны, в то время как амплитуда b-вол-

ны измеряется от отрицательного пика а-волны до положительного пика b-волны [3]. Латентность (пиковое время) электроретинографической волны представляет собой временной интервал от момента световой стимуляции до достижения максимальной амплитуды данной волны. Кроме основных компонентов ЭРГ, выделяют дополнительные волны, характеризующие изменение суммарной биоэлектрической активности сетчатки, связанные с условиями адаптации или длительностью стимула. Однако в настоящее время они не получили широкого распространения в клинической практике.

Международным обществом клинических электрофизиологов зрения (ISCEV) в 1989 г. были опубликованы стандарты для систематизации проведения ЭРГ. Последнее обновление вышло в 2015 г. Стандарты определяют минимальные протоколы для проведения ЭРГ, записи и отчетности, чтобы обеспечить их распознавание и сравнение из разных лабораторий по всему миру. Стандартизация также позволяет проводить прямые сравнения с высококачественными устаревшими данными для клинического мониторинга и исследовательских целей. Ниже приведен актуальный стандарт проведения ЭРГ:

- адаптированная к темноте 0,01 ЭРГ (палочковый ответ на биполярные клетки)
- адаптированная к темноте 3-ЭРГ (комбинированные ответы фоторецепторов и биполярных клеток)
- адаптированная к темноте 10-ЭРГ (комбинированный ответ с усиленными зубцами а, отражающими функцию фоторецепторов)
- адаптированные к темноте колебательные потенциалы (ответы преимущественно амакриновых клеток)
- светоадаптированная 3-ЭРГ (ответы системы колбочек; волны а возникают от фоторецепторов колбочек и небиполярных клеток колбочек; волна b исходит от биполярных клеток On- и Off-колбочек)
- адаптированная к свету мерцающая ЭРГ с частотой 30 Гц [4, 5].

В клинической практике выделяют четыре основных вида ЭРГ:

– супернормальная ЭРГ – характеризуется повышенной амплитудой а- и b-волн, что может быть связано с воспалительными процессами, интоксикацией, гипоксией или метаболическими нарушениями;

– субнормальная ЭРГ – отмечается снижение амплитуд а- и b-волн, что наблюдается при дистрофических изменениях сетчатки и сосудистых оболочек, хронических сосудистых заболеваниях сетчатки, отслойке сетчатки и тяжелой миопии;

– негативная ЭРГ – характеризуется увеличением или сохранением амплитуды а-волн при снижении амплитуды b-волн, что приводит к изменению их соотношения. Данная форма может быть связана с острыми сосудистыми заболеваниями глаза и изменениями в кровоснабжении внутренних слоев сетчатки;

– нерегистрируемая ЭРГ – в случае необратимых изменений в сетчатке электрическая активность не фиксируется. Это может иметь место при развитии металлоза или тотальной отслойке сетчатки. Отдельным случа-

ем является пигментный ретинит, для некоторых форм которого отсутствие регистрации ЭРГ является патогномоничным признаком заболевания [1].

Выделяют три основных типа ЭРГ: со вспышкой в полном поле (ffERG), паттерн ЭРГ (PERG), мультифокальная ЭРГ (mfERG). Отдельно можно выделить локальную ЭРГ, при котором используется специальный электрод-приососка со встроенными светодиодами, которые позволяют менять спектральный состав световых стимулов.

ЭРГ полного поля (общая) регистрирует суммарную реакцию всей сетчатки. Пациентов тестируют в условиях адаптации к темноте с использованием тусклых и ярких вспышек для регистрации скопотических реакций и в условиях адаптации к свету с использованием ярких вспышек и мерцающих стимулов с частотой 30 Гц для регистрации фотопических реакций [6]. Этот тип ЭРГ применяется для исследования тотальных изменений сетчатки. Он наиболее информативен для диагностики колбочковой дистрофии и колбочко-палочковой дистрофии, сосудистых заболеваний сетчатки (окклюзия центральной артерии/вены сетчатки).

Одним из недостатков общей ЭРГ является ее слабая чувствительность к локальному нарушению функций [7]. Для компенсации этого недостатка была разработана методика регистрации локальной ЭРГ, а впоследствии, и мультифокальной ЭРГ.

Локальная ЭРГ или макулярная хроматическая ЭРГ позволяет регистрировать ответ центральной области сетчатки размером в 15 угловых градусов. Преимуществом макулярной ЭРГ является быстрое проведение исследования и возможность регистрации при отсутствии фиксации взгляда. Чаще всего метод применяется для дифференциальной диагностики заболеваний макулярной области с заболеваниями зрительного нерва и зрительных путей различной этиологии.

Мультифокальная ЭРГ позволяет оценить функции сетчатки в предварительно заданной области. Площадь сетчатки делится на гексагоны, число которых определяется программно и может быть различным – от 32 до 128. Исследуется примерно 30 центральных градусов. Форма волны mfERG включает начальное отрицательное отклонение (N1), за которым следует положительное отклонение (P1) и второе отрицательное отклонение (N2). Волна N1 соответствует активности фоторецепторных клеток колбочки. Этот волновой компонент в значительной степени измеряет функцию наружных слоев сетчатки. Волна P1 – это положительное отклонение, следующее N1 представляет деполяризацию внутренних клеток Мюллера сетчатки, биполярных клеток и амакриновых клеток. Мультифокальная ЭРГ выявляет очаговый дефицит зрительных функций у пациентов, в частности, при макулярной дистрофии [8].

В режиме паттерн ЭРГ стимул представляет собой чередующийся шахматный рисунок, который вызывает электрические реакции ганглиозных клеток. Паттерн ЭРГ может служить специфическим тестом для распознавания ранней глаукомы и ишемической оптической нейропатии [9]. При невысокой скорости реверса обращаемого шахматного паттерна, паттерн ЭРГ в норме имеет вид ответа, состоящего из следующих компонентов N35, P50, N95. Ключевыми компонентами для оцен-

ки функции ганглиозных клеток являются компоненты P50 и N95, с помощью которых анализируется амплитуда комплекса и пиковое время его компонентов.

ЭРГ является особенно ценным методом для диагностики НДС, представляющих собой обширную группу фенотипически и генетически гетерогенных заболеваний, характеризующихся прогрессирующим нарушением зрительных функций, приводящим в конечном итоге к слепоте. В связи с генетической гетерогенностью НДС, мутации в одном гене могут приводить к различным фенотипическим проявлениям, в то время как сходные фенотипы могут быть обусловлены мутациями в различных генах. ЭРГ, позволяющая оценить функциональное состояние различных слоев сетчатки, играет ключевую роль в дифференциальной диагностике и ранней идентификации НДС.

В соответствии с Международной классификацией болезней 10-го пересмотра (МКБ-10), широко применяемой в офтальмологии, выделяют следующие основные категории НДС: пигментный ретинит, врожденный амавроз Лебера, болезнь Штаргардта, вителлиформные макулодистрофии (бестрофинопатии, в том числе болезнь Беста, колбочковая дистрофия и колбочко-палочковая дистрофия). Трудность диагностики этих дистрофий связана с разнообразием клинических проявлений и сходством клинической картины, поэтому, наряду с клинической оценкой состояния сетчатки, необходимо учитывать также жалобы пациента, наследственный анамнез и результаты комплекса функциональных исследований.

Пигментный ретинит (ПР) представляет собой группу дегенеративных заболеваний сетчатки, характеризующихся мутациями в генах, влияющих на функцию пигментного эпителия сетчатки и затрагивающих непосредственно фоторецепторы. Симптомом комплекс включает плохое ночное зрение (никталопия) и сужение периферического поля зрения. Сужение поля зрения прогрессирует с последующим ухудшением центрального зрения на поздних стадиях заболевания. При офтальмокопии наблюдается классическая триада, которая включает периферические отложения костных телец на глазном дне, истончение кровеносных сосудов (иногда их склероза) и бледность диска зрительного нерва. Пигментация обычно развивается на средних стадиях заболевания, начиная со средней периферии, и перемещается к макуле по мере прогрессирования заболевания [10, 11]. На ранних стадиях ПР ЭРГ может быть субнормальной, при этом латентность будет увеличена или нормальна, или вовсе не будет регистрироваться [12]. Для диагностики чаще проводят ЭРГ полного поля и мультифокальную [13]. При этом наблюдаются угасание реакции на сильную вспышку, увеличение неяркого времени как скопотического, так и фотопического пика b-волны. Осцилляционные потенциалы чаще всего не регистрируются [7].

Врожденный амавроз Лебера (ВАЛ) представляет собой генетически гетерогенную группу наследственных заболеваний сетчатки, характеризующихся ранним началом (с рождения или в младенческом возрасте) и первичным поражением палочковых фоторецепторов, что приводит к выраженной потере зрения. При этом могут наблюдаться отсутствие/вялость зрачковых рефлексов,

гиперметропия, кератоконус, кератоглобус, нистагм, косоглазие, катаракта, характерный симптом при этом заболевании – окулопальцевый синдром (симптом Франческетти). В течение первого года жизни глазное дно остается в норме, в возрасте 2–3 лет наблюдаются побледнение диска зрительного нерва, ангиоспазм центрального сосудистого пучка, гранулярные пигментные образования, диспигментация по типу «соль с перцем» или «мраморное глазное дно» [14]. При ВАЛ электроретинограмма, как правило, демонстрирует нерегистрируемые или значительно сниженные амплитуды как скотопических, так и фотопических ответов. Для постановки диагноза ВАЛ обычно достаточно проведения электроретинографии полного поля [13].

Болезнь Штаргардта представляет собой наследственную макулярную дистрофию, характеризующуюся дегенеративными изменениями макулярной области сетчатки и приводящую к прогрессирующей потере центрального зрения. Манифестация заболевания обычно происходит в детском или юношеском возрасте и сопровождается такими симптомами, как центральные скотомы, нарушения цветового зрения и снижение контрастной чувствительности. Прогрессирование болезни Штаргардта может привести к значительному ухудшению зрения, вплоть до полной потери центрального зрения [14]. Глазное дно имеет вид «бычьего глаза» или чешуйчато-бронзового цвета с желтоватыми крапинками или без них (желтое пятно на глазном дне). Флуоресцентная ангиография позволяет визуализировать потемнение хориоидеи примерно в 80% случаев. При аутофлуоресценции глазного дна более новоявленные пятна кажутся гиперфлуоресцентными; старые пятна со временем становятся все более гипофлуоресцентными [15]. Целесообразнее использовать мультифокальную ЭРГ для диагностики данного заболевания. При болезни Штаргардта электроретинография выявляет снижение или отсутствие ответа в центральной макулярной области сетчатки, при этом сохраняются нормальные амплитуды и латентности биоэлектрических ответов в периферических областях сетчатки. В поздних стадиях заболевания отмечается отсутствие ответа в макулярной зоне в пределах 10° от центра, а также снижение амплитуды ответов в парацентральных областях сетчатки с одновременным удлинением латентности N1- и P1- компонентов в этих зонах [7, 16].

Болезнь Беста – одна из форм двусторонней центральной (макулярной) пигментной абиотрофии сетчатки, приводящая к дистрофии фоторецепторов желтого пятна и значительному ухудшению зрения [17]. Возникает заболевание в результате полного отсутствия функционального белка бестрофина-1 из-за двух мутаций BEST1, по одной на каждой из хромосом [18]. Первоначально течение заболевания проходит бессимптомно, со временем снижается острота зрения, возникает центральная скотома, при этом цветовосприятие длительное время остается нормальным. На начальных стадиях заболевания изменения на глазном дне минимальны, характерно скопление желтоватого материала («яичный желток») в центральной части макулы, который располагается на внешней поверхности сетчатки. Поздние стадии характеризуются крупными поражениями с прояснением жел-

товатого материала в центре и отложением аутофлуоресцентного субретинального материала на внешних границах поражения. В любой стадии заболевания у пациентов могут возникать субретинальные кровоизлияния [19].

ЭРГ полного поля в пределах нормы регистрируют на всех стадиях. Мультифокальные макулярные ЭРГ слегка или умеренно снижены. Но стоит заметить, что наиболее информативным методом для диагностики этого заболевания является электроокулография.

Колбочковая дистрофия представляет собой наследственное заболевание сетчатки, характеризующееся преимущественным поражением колбочковых фоторецепторов, что приводит к ухудшению центрального поля зрения и снижению остроты зрения [19]. При колбочковой дистрофии дегенерация колбочковых фоторецепторов обычно предшествует дегенерации палочковых фоторецепторов. Однако в ряде случаев наблюдается одновременное поражение колбочек и палочек, что приводит как к снижению остроты зрения, так и к нарушению ночного зрения (никталопии) [20]. Одним из ранних проявлений дисфункции колбочкового аппарата является снижение цветовой чувствительности, которое может наблюдаться даже при относительно высокой остроте зрения. Большинство симптомов возникают в детстве или подростковом возрасте [21]. Изменения на глазном дне могут быть различными: на ранних стадиях – точечная пигментация с диффузной пигментной зернистостью, позднее – атрофия пигментного эпителия сетчатки в виде «бычьего глаза». В тяжелых случаях может быть округлая четко очерченная зона центральной атрофии.

Для диагностики чаще используют ЭРГ полного поля [19]. На ЭРГ волна bх обычно отсутствует. Кроме того, функция колбочек количественно оценивается по фотопической одиночной белой вспышке и мерцанию 30 Гц, которые ослаблены до степени выраженности дистрофии колбочек. При этом регистрируются медленные палочковые b-волны [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение комплекса различных видов ЭРГ позволяет всесторонне оценить глубину и распространенность патологических изменений сетчатки, сопровождающихся нарушением электрогенеза и проводимости зрительных импульсов, а также осуществлять мониторинг прогрессирования заболеваний и прогнозировать их течение. ЭРГ играет ключевую роль в диагностике дистрофий сетчатки, особенно на ранних стадиях, когда клинические проявления минимальны или отсутствуют.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Шамшинова А.М., Волков В.В. Функциональные методы исследования в офтальмологии – М.: Медицина, 1998. [Shamshinova AM, Volkov VV. Functional research methods in ophthalmology. Moscow: Meditsina, 1998. (In Russ.)]
2. Creel DJ. Electroretinograms. Handb Clin Neurol. 2019;160: 481–493. doi: 10.1016/B978-0-444-64032-1.00032-1
3. Viswanathan S, Frishman LJ, Robson JG, Walters JW. The photopic negative response of the flash electroretinogram in primary open angle glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2001;42(2): 514–522.

4. Thompson DA, Fujinami K, Perlman I, Hamilton R, Robson AG. ISCEV extended protocol for the dark-adapted red flash ERG. *Doc Ophthalmol*. 2018 Jun;136(3): 191–197. doi: 10.1007/s10633-018-9644-z
 5. Frishman L, Sustar M, Kremers J, McAnany JJ, Sarossy M, Tzekov R, Viswanathan S. ISCEV extended protocol for the photopic negative response (PhNR) of the full-field electroretinogram. *Doc Ophthalmol*. 2018 Jun;136(3): 207–211. doi: 10.1007/s10633-018-9638-x
 6. Azarmina M. Full-Field versus Multifocal Electroretinography. *J Ophthalmic Vis Res*. 2013 Jul;8(3): 191–192
 7. Зольникова И.В., Рогатина Е.В. Дистрофия Штаргардта: клиника, диагностика, лечение. *Клиницист*. 2010;1: 33–37. [Zolnikova IV, Rogatina EV. Stargardt's dystrophy: clinical features, diagnostics, treatment. *Clinician*. 2010;1: 33–37. (In Russ.)]
 8. Aggarwal P, Limaiem F. Reed Sternberg Cells. 2022 Jul 25. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
 9. Holder GE, Robson AG, Hogg CR, Kurz-Levin M, Lois N, Bird AC. Pattern ERG: clinical overview, and some observations on associated fundus autofluorescence imaging in inherited maculopathy. *Doc Ophthalmol*. 2003 Jan;106(1): 17–23. doi: 10.1023/a:1022471623467
 10. Schwartz SG, Wang X, Chavis P, Kuriyan AE, Abariga SA. Vitamin A and fish oils for preventing the progression of retinitis pigmentosa. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Jun 18;6(6): CD008428
 11. Милаш С.В., Черняк А.Б., Егорова И.В. и др. Толщина фоторецепторных слоев сетчатки, хориоидеи и биоэлектрическая активность макулярной области при пигментном ретините. *Вестник офтальмологии*. 2019;135(3): 39–45. [Milash SV, Chernyak AB, Egorova IV, et al. Thickness of photoreceptor layers of the retina, choroid and bioelectrical activity of the macular region in retinitis pigmentosa. *Vestnik ophthalmologii*. 2019;135(3): 39–45. (In Russ.)] doi: 10.17116/oftalma201913503139
 12. Зольникова И.В., Левина Д.В., Охотимская Т.Д., и др. Электроретинография и ОКТ-ангиография сетчатки и зрительно-го нерва при пигментном ретините. *Российский офтальмологический журнал*. 2017;10(3): 22–28. [Zolnikova IV, Levina DV, Okhotsimskaya TD, et al. Electroretinography and OCT-angiography of the retina and optic nerve in retinitis pigmentosa. *Russian Ophthalmological Journal*. 2017;10(3): 22–28. (In Russ.)] doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-3-22-28
 13. Sabbaghi H, Behbahani S, Daftarian N, Ahmadi H. New criteria for evaluation of electroretinogram in patients with retinitis pigmentosa. *Doc Ophthalmol*. 2021 Dec;143(3): 271–281. doi: 10.1007/s10633-021-09843-x
 14. Bakhshi S, Behbahani S, Daftarian N. Application of a Mapping Method in the Analysis of Electroretinogram in Patients with Retinitis Pigmentosa. *Semin Ophthalmol*. 2022 Apr 3;37(3): 351–357
 15. Tsang SH, Sharma T. Stargardt Disease. *Adv Exp Med Biol*. 2018;1085: 139–151. doi: 10.1007/978-3-319-95046-4_27
 16. Lachapelle P, Little JM, Roy MS. The electroretinogram in Stargardt's disease and fundus flavimaculatus. *Doc Ophthalmol*. 1989 Dec;73(4): 395–404. doi: 10.1007/BF00154495
 17. Spaide RF, Noble K, Morgan A, Freund KB. Vitelliform macular dystrophy. *Ophthalmology*. 2006 Aug;113(8): 1392–400. doi: 10.1016/j.ophtha.2006.03.023
 18. Tsang SH, Sharma T. Best Vitelliform Macular Dystrophy. *Adv Exp Med Biol*. 2018;1085: 157–158. doi: 10.1007/978-3-319-95046-4_29
 19. Hara T, Zhou HP, Kitano M, Kure K, Asaoka R, Inoue T, Obata R. Quantification of residual ellipsoid zone and its correlation with visual functions in patients with cone-rod dystrophy. *Eur J Ophthalmol*. 2021 Nov;31(6): 3117–3123. doi: 10.1177/1120672121990561
 20. Bakhshi S, Behbahani S, Daftarian N. Application of a Mapping Method in the Analysis of Electroretinogram in Patients with Retinitis Pigmentosa. *Semin Ophthalmol*. 2022 Apr 3;37(3): 351–357.
 21. Garafalo AV, Sheplock R, Sumaroka A, Roman AJ, Cideciyan AV, Jacobson SG. Childhood-onset genetic cone-rod photoreceptor diseases and underlying pathobiology. *EBioMedicine*. 2021 Jan;63: 103200. doi: 10.1016/j.ebiom.2020.103200
- Информация об авторах**
Казакбаева Гюлли Мухаррамовна – к.м.н., зав. отделением офтальмологической и медицинской эпидемиологии, Уфимский НИИ глазных болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, gylli.kazakbaeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0569-1264>
Мустафина Гульшат Радиковна – врач-офтальмолог 2 микрохирургического отделения, Уфимский НИИ ГБ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, gmustafina97@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-1505-8760>
Суркова Валентина Константиновна – д.м.н., профессор, старший научный сотрудник отделения хирургии роговицы и хрусталика, Уфимский НИИ глазных болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, ufaeyenauka@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4964-263X>
Гарипова Елена Маратовна – зав. отделением функциональной диагностики Уфимского НИИ глазных болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, egaripova74@yandex.ru
- Information about the authors**
Gylli M. Kazakbaeva – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Ophthalmological and Medical Epidemiology, Ufa Eye Research Institute, gylli.kazakbaeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0569-1264>
Gulshat R. Mustafina – ophthalmologist, Ufa Eye Research Institute, gmustafina97@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-1505-8760>
Valentina K. Surkova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Senior Researcher of Corneal and Lens Surgery Department, Ufa Eye Research Institute, ufaeyenauka@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4964-263X>
Elena M. Garipova – Head of the Department of Functional Diagnostics, Ufa Eye Research Institute, egaripova74@yandex.ru
- Вклад авторов:**
Казакбаева Г.М. – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование.
Мустафина Г.Р. – сбор данных, написание текста, редактирование.
Суркова В.К. – научное консультирование, редактирование текста.
Гарипова Е.М. – научное консультирование, редактирование текста.
- Author's contribution:**
Kazakbaeva G.M. – concept and design of the study, text writing, editing.
Mustafina G.R. – data collection, text writing, editing.
Surkova V.K. – scientific consulting, editing.
Garipova E.M. – scientific consulting, editing.
- Финансирование:** Авторы не получили конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.
Financial transparency: Authors have no financial interest in the submitted materials or methods.
- Конфликт интересов:** Отсутствует.
Conflict of interest: None.
- Поступила:** 24.02.2025
Переработана: 03.03.2025
Принята к печати: 04.03.2025
Originally received: 24.02.2025
Final revision: 03.03.2025
Accepted: 04.03.2025