

Электроретинограф. Электрофизиологические исследования: зрительные вызванные потенциалы и электроретинография. Область применения

Проблема диагностики заболеваний сетчатки и зрительного нерва остается одной из наиболее актуальной в офтальмологии в связи с большой распространенностью, прогрессирующим характером течения, тяжести исходов, нередко приводящих к слепоте. В этой связи есть необходимость выявления новых диагностических критериев заболеваний сетчатки. Благодаря достижениям мировой и отечественной электрофизиологии возрастает роль функциональных методов исследования. Клиническая электроретинография направлена на определение степени выраженности, глубины и распространенности патологического процесса в структурах сетчатки и его раннее выявление. Явными достоинствами электрофизиологических методов являются их объективность, неинвазивность и возможность количественного анализа [Кравков С. В., 1969; Богословский А. И., 1978].

Мы проводим электрофизиологические исследования на диагностическом комплексе «Электроретинограф» производства научно-медицинской фирмы «МБН» (Россия).

Данный диагностический комплекс имеет ряд преимуществ: возможность регистрации различных типов ЭРГ, предусмотренных стандартами ISCEV (Международное общество клинической электрофизиологии зрения); возможность регистрации нестандартных методик исследования, которые не входят в стандарты, но могут дать дополнительную информацию о функциональном состоянии сетчатки; наличие различных электродов: волосковые, крючки, линза-присоска с белым, красным, зеленым и синим светодиодами; возможность проведения стимуляции с помощью вспышки, светодиодов и паттерн-стимулятора; регистрация зрительных вызванных потенциалов в соответствии со стандартами ISCEV; количество регистрируемых отведений вызванных потенциалов — 6; возможность одновременной регистрации электроретинографии с зрительными вызванными потенциалами для оценки ретинокортикального времени.

Электроретинограмма (ЭРГ) представляет собой графическое выражение биоэлектрической активности сетчатки, возникающей в ответ на световое раздражение. Она отражает биоэлектрическую активность всех клеточных элементов сетчатки, работу ионных каналов клеточных мембран, нейронное взаимодействие фоторецепторов и нейронов сетчатки. ЭРГ используется для диагностики заболеваний сетчатки при поражении палочковой и колбочковой систем, дифференциальной диагностики, выявления локализации процесса, прогнозирования возможности восстановления зритель-

ных функций и контроля за лечением [Fishman G. A. et al., 2001]. В генерации ЭРГ принимают участие фоторецепторы, деполаризующиеся и гиперполяризующиеся биполяры, горизонтальные, амакриновые и ганглиозные клетки, а также глиальные элементы — клетки Мюллера.

Для стандартизации результатов, полученных в различных лабораториях мира, Международным обществом клинической электрофизиологии зрения (ISCEV) предложены Стандарты регистрации ЭРГ, рекомендуемые для исследования зрительных функций у пациентов с различными нарушениями зрительной системы [Marmor M. F. et al., 2004; Holder G. E. et al., 2007; Hood D. C. et al., 2008], которые включают скотопическую ЭРГ (палочковый ответ); смешанную или комбинированную ЭРГ (колбочковый и палочковый ответ), фотопическую ЭРГ (функцию колбочковой системы), осцилляторные потенциалы (отражают состояние амакриновых клеток) и мелькающую фликер ЭРГ на стимул, предъявляемый с частотой 30 Гц (функцию колбочковой системы) (рис. 1).

Дополнительную информацию о функции сетчатки дают и другие методы, не входящие в стандарты ISCEV, такие как: паттерн ЭРГ о состоянии ганглиозных клетках сетчатки, макулярная ЭРГ для оценки функционального состояния макулярной области; ЭРГ на длительный стимул для оценки функции деполаризующихся, гиперполяризующихся биполярных клеток.

Показаниями к регистрации ЭРГ являются диагностика и дифференциальная диагностика заболеваний сетчатки:

- Наследственные заболевания сетчатки (пигментный ретинит, дистрофия Штаргарда, дистрофия Беста, колбочковая дистрофия, ювенильный ретиношизис сцепленный с X-хромосомой);
- Контроль за динамикой патологического процесса и эффективностью лечения (при ВМД, сахарном диабете и др.);
- Мониторинг пациентов, длительно принимающих препараты с возможным побочным действием на орган зрения (хлорохин, этамбутол, толуен и др.);
- При глаукоме для оценки состояния ганглиозных клеток;
- При помутнении оптических сред для оценки функции сетчатки;
- Мониторинг пациентов при общих системных заболеваниях, при которых глаз является органом-мишенью возможных осложнений;
- При эндокринной офтальмопатии;
- При неожиданной потере зрения;
- Исследование функции сетчатки при травме.

Противопоказаниями к проведению электроретинографии являются фотосенситивная эпилепсия, заболевания роговицы в острый период.

Методика проведения электроретинографии. Предварительной подготовки пациента не требуется. Перед исследованием закапывается местный анестетик в конъюнктивальную полость, далее накладываются электроды (активный в виде линзы-присоски при помощи вакуумного устройства на бульбарную конъюнктиву, референтный электрод и заземление). Темновая или световая адаптация перед исследованием. Выбор формы адаптации связан с физиологическими особенностями палочковой и колбочковой систем. Не рекомендуется проводить засветы (ФАГ или фотографирование глазного дна) перед электроретинографией. Далее производится расшифровка полученных графиков.

Классификация патологической ЭРГ

Принятая в электроретинографии классификация ЭРГ разработана еще в 1945 г. G. Каге и дополнена Н. Е. Henkes в 1953 г. В основе этой классификации лежат амплитудные характеристики основных α - и β -волн ЭРГ. Различают следующие виды ЭРГ: нормальную, супернормальную, субнормальную, плюс- и минус-негативную, угасшую, или нерегистрируемую (отсутствующую) (рис. 2).

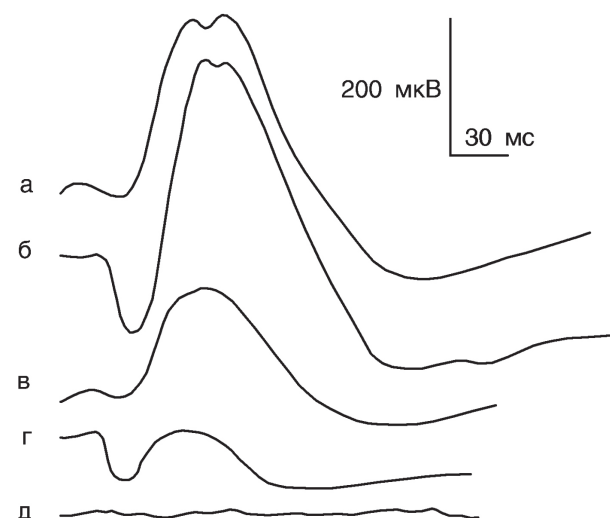


Рис. 2. Виды ЭРГ в соответствии с классификацией. а) нормальная ЭРГ; б) супернормальная ЭРГ; в) субнормальная ЭРГ; г) негативная ЭРГ; д) нерегистрируемая.

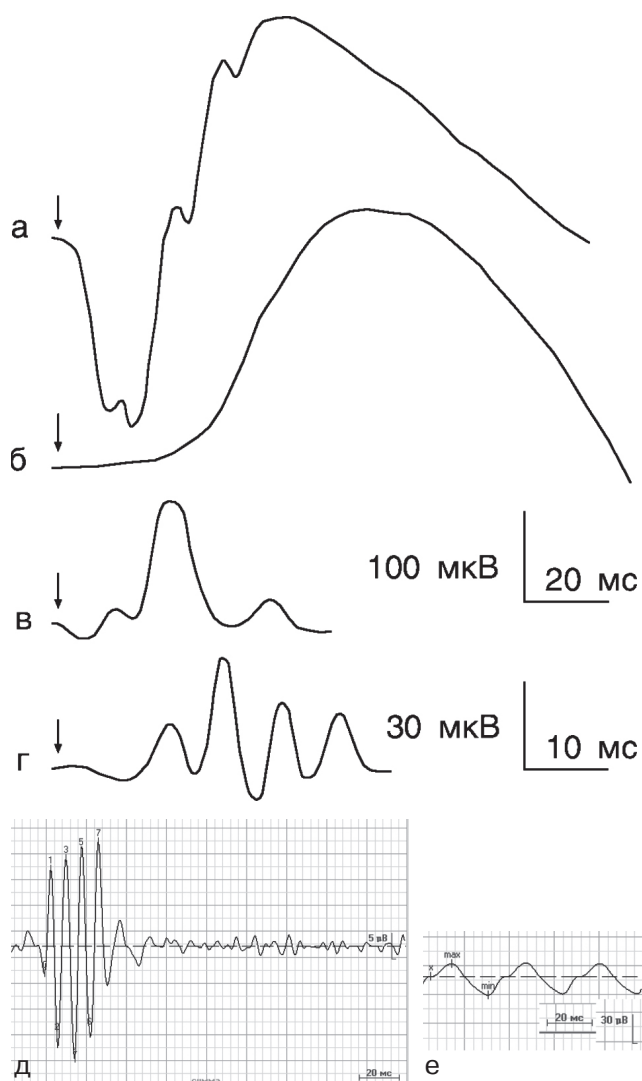


Рис. 1. Виды ЭРГ, рекомендуемые стандартами ISCEV. а) Смешанная (максимальная, комбинированная) ЭРГ; б) Скотопическая ЭРГ; в) Фотопическая ЭРГ; г) Осцилляторные потенциалы; д) Ритмическая (фликер) ЭРГ.



Комплекс «МБН Электроретинограф».

Если в норме общая ЭРГ составляет 250-400 мкВ, то при патологических состояниях сетчатки возможно изменение отдельных компонентов ЭРГ и полное ее исчезновение.

Субнормальная ЭРГ — наиболее часто встречающийся патологический ответ, характеризуется снижением амплитуды α - и β -волн.

Супернормальная ЭРГ характеризуется увеличением волн α и β , что является, как считают, следствием нарушения межрецепторных взаимоотношений, раздражения фоторецепторов сетчатки, которое можно встретить при начальных гипоксиях, медикаментозных интоксикациях, симпатической офтальмии.

Негативную ЭРГ характеризует увеличение или сохранность амплитуды α -волны и небольшое (до изолинии плосконегативная) или значительное снижение (ниже изолинии минус-негативная) амплитуды волны β . Негативную ЭРГ можно наблюдать при интоксикациях, металлозе, никталопии или при стационарной ночной слепоте, болезни Огуши.

Угасшая (нерегистрируемая) или отсутствующая ЭРГ является электроретинографическим симптомом тяжелых необратимых изменений в сетчатке. Этот тип ЭРГ встречается при травме, окклюзии центральной артерии сетчатки, при тотальной отслойке сетчатки, а также является патогномичным признаком при пигментном ретините.

Зрительные вызванные потенциалы (ЗВП) — это биоэлектрические потенциалы, возникающие в структурах зрительной системы и головного мозга в ответ на световое раздражение сетчатки. М. L. Ciganek в 1960 г. предложил использовать зрительные вызванные корковые потенциалы в клинической практике, а А. М. Halliday в 1976 г. применил контрастную стимуляцию на реверсивный паттерн.

Так же, как в клинической электроретинографии, для унифицирования метода и обеспечения возможности сравнения результатов исследования, полученных в разных офтальмологических лабораториях, существуют рекомендации ISCEV. Для регистрации используются стимулы трех типов: вспышечный, реверсивный паттерн, и on-off паттерн. Методом выбора является реверсивный паттерн, т.к. результаты наименее вариабельны по форме волн и времени латентности до пиков по сравнению с результатами, полученными при использовании других типов стимулов. Паттерн on-off стимуляция может быть рекомендована при выявлении стимуляции у пациентов с нистагмом, ЗВП на вспышку могут быть полезны при низкой остроте зрения, когда регистрация на паттерн-стимуляцию невозможна.

ЗВП регистрируются монокулярно. Паттерн-реверсивный ЗВП — наиболее предпочтительная методика. При расшифровке выделяют негативный N75, позитивный P100 и негативный N135 пики. Оценивают латентность и амплитуду пика P100, который наименее изменчив в популяции, межocularной асимметрии и повторной регистрации.

Показания к регистрации ЗВП:

- наследственные и приобретенные заболевания зрительного нерва;
- демиелинизирующие заболевания нервной системы;
- мониторинг прогрессирования заболеваний зрительной системы;
- невозможность проведения субъективных тестов при поведенческих нарушениях;
- при помутнении оптических сред;
- при глаукоме, атрофии зрительного нерва.

Область применения ЭРГ и ЗВП

Связь ЭРГ с различными нейронами сетчатки определяет ее изменения при патологических процессах в различных слоях сетчатки. Изменение ЭРГ и ее компонентов характерны для заболеваний сетчатки различного происхождения и локализации, а степень изменений компонентов ЭРГ связано с количеством сохранившихся фоторецепторов и нейронов 1-го и 2-го порядка. К патологическим процессам, наблюдаемым в сетчатке, относятся: дистрофии и дегенерации, которые могут быть генетически детерминированными или носить вторичный характер, воспаление, отек, ишемия, некроз,



кровоизлияния, отложение твердых или мягких экссудатов и липидов, ретиношизис, отслойка сетчатки, фиброз, образование неоваскулярных мембран, гиперплазия и гипоплазия пигментного эпителия, опухоли, и др. Все эти процессы можно наблюдать при офтальмоскопии глазного дна, и каждый из них может в той или иной степени изменять биоэлектрическую активность сетчатки и иметь свою электроретинографическую симптоматику.

При наследственном заболевании пигментном ретините характерным признаком будет отсутствующая или резко субнормальная комбинированная ЭРГ, скотопический ответ также будет снижен, и амплитуда его будет снижаться по мере прогрессирования заболевания, а вот макулярные ответы будут в норме и начнут снижаться при вовлечении в патологический процесс макулярной зоны. Патологические процессы в фoveальной области не отражаются на комбинированной ЭРГ. Электроретинографические признаки в начальной стадии ВМД не выражены или отсутствуют, объясняется это интактностью фоторецепторов и нейронов внутренних слоев сетчатки.

Изменения в ЭРГ появляются при вовлечении в патологический процесс фоторецепторов, при отслойке нейросенсорного эпителия, отслойке пигментного эпителия сетчатки, макулярном отеке, фиброзе. В развитых стадиях ВМД наблюдаются изменения различных типов ЭРГ в разной степени выраженности, что отражает топографию патологических изменений при ВМД, в этой связи ЭРГ приобретает диагностическое и прогностическое значение.

Электроретинографические исследования, проведенные у больных с первичной открытоугольной глаукомой, свидетельствуют, что уже на ранних стадиях заболевания в патологический процесс вовлекается макулярная зона сетчатки — это подтверждается субнормальной макулярной ЭРГ на зеленый стимул, снижением амплитуды компонента P50 паттерн ЭРГ, по мере прогрессирования вовлекаются внутренние слои сетчатки и ганглиозные клетки, что свидетельствует о начале патологических изменений в зрительном нерве и проявляется снижением амплитуды компонента P95 паттерн ЭРГ и осцилляторных потенциалов, а также снижением амплитуды компонента P100 при регистрации ЗВП.

Диагностическая ценность ЗВП возрастает при подозрении на рассеянный склероз. Характерным признаком является увеличение латентности компонента P100, связанное с демиелинизацией и замедлением проведения по зрительному пути, нарушение проведения по оболочечному типу. Также описаны при поражении зрительного нерва при рассеянном склерозе характерные изменения конфигурации компонента, которые выявляются в форме расщепленного компонента P100.

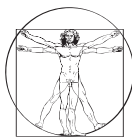
Если при заболевании сетчатки страдает преимущественно палочковая система, то наибольшие изменения регистрируются в скотопической ЭРГ; если поражается преимущественно колбочковая система — то наиболее выражены патологические изменения фотопической и мелькающей ЭРГ. При хронических изменениях внутренних слоев сетчатки меняется конфигурация и уменьшается индекс осцилляторных потенциалов.

Применение международных стандартов для электроретинографии повышает эффективность диагностики, поскольку представляет собой набор различных типов ЭРГ, позволяющих в различных условиях адаптации выделить функцию палочковой и колбочковой систем, определить их дисфункцию, выявлять глубину и степень поражения внутренних и наружных слоев сетчатки и ее клеточных элементов. Кроме того, унифицированные условия регистрации ЭРГ и ЗВП дают возможность сравнить получаемые результаты с данными других исследователей в разных странах мира.

Е. А. ВИЛКОВА, врач-офтальмолог Центра микрохирургии глаза «ТОНУС ПРЕМИУМ», Нижний Новгород.

Список литературы:

1. Шашинова А. М. Электроретинография в офтальмологии. — М.: Медицина, 2009. — 304 с.
2. Шашинова А. М., Волков В. В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. — М.: Медицина, 2004. — 415 с.
3. Шашинова А. М., Зольникова И. В., Рогова С. Ю., Важенков С. Н., Аркелян М. А. Стандартные методы электроретинографии. — М.: МНИИ ГБ им. Гельмгольца, 2008.
4. Богословский А. И., Жданов В. К. Основные принципы клинической электрофизиологии зрительной системы / Диагностическое значение электрофизических показателей при основных заболеваниях зрительно-нервного аппарата. — М., 1976. — С. 6-19.
5. Клиническая физиология зрения / Под ред. А. М. Шашиновой // М.: МБН. 2006. — 924 с.
6. Наследственные и врожденные заболевания сетчатки и зрительного нерва / Под ред. А. М. Шашиновой. — М.: Медицина, 2001. — 527 с.
7. Armington J. C. The Electrotinogram. — New York Academic Press., 1974.
8. Babel J., Stangos N., Korol S., Spiritus M. Ocular electrophysiology. — Georg Thieme Publishers Stuttgart, 1977. — 172 p.
9. Electrophysiologic Testing in Disorders of the Retina, Optic Nerve and Visual Pathway / Fishman G. A. et al. — American Academy of Ophthalmology, Monograph Series, 2, 1990.
10. Galloway N. R. Ophthalmic electrodiagnosis. — L.: Lloyd-Luke, 1981. — 180 p.



Центр микрохирургии глаза

ТОНУС
Premium

Лицензия на медицинскую деятельность
№ ЛО-52-01-004143 от 21.05.2014 г. выдана Министерством
здравоохранения Нижегородской области.

Адрес: Н. Новгород, ул. Б. Покровская, д. 62
(ост. «Ул. Б. Покровская», ст. метро «Горьковская»)

Тел.: (831) 411-10-10, 8-953-415-47-81

Сайт: www.tonuspremium.ru