

Standard Full Field Electretinography: Normal Values and Variations with Age in an Iranian Population

Parvareh MM, MD; Ghiasian L, MD; Ghasemi-Falavarjani K, MD; Soltan-Sanjari M, MD; Sadighi N, MD

Purpose: To determine normal values of standard full field electretinography (ERG) and to evaluate variation with age in an Iranian population.

Methods: The amplitudes and implicit times of ERGs from 170 normal subjects aged 1 to 80 years were recorded according to the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision. Study participants included clients for spectacles, other patients' attendants and personnel of the hospital. Light-adapted ERG including single-white flash, 30-Hz flicker as well as dark-adapted ERG including rod, maximal dark-adapted and cone responses were compiled.

Results: There were no significant differences between men and women, or between right and left eye in terms of amplitude or implicit times of ERG. An increase in amplitude and implicit time was observed in 70-80 year-old subjects as compared to younger individuals ($P=0.04$ and $P=0.03$, respectively).

Conclusion: ERG records are significantly diminished with advanced age. Our results are a suitable reference for evaluation of standard ERG responses.

- Bina J Ophthalmol 2008; 14 (1): 16-21.

مقادیر نرمال در الکترورتینوگرافی فول فیلد استاندارد و تغییرات آن با افزایش سن در یک جمعیت ایرانی

دکتر محمدمهدی پرورش^۱، دکتر لایلا غیاثیان^۲، دکتر خلیل قاسمی فلاورجانی^۳، دکتر مصطفی سلطان‌سنجری^۴ و نادیا صدیقی^۵

هدف: تعیین مقادیر نرمال در الکترورتینوگرافی (ERG) فول فیلد استاندارد (standard full field electretinography) و بررسی تغییرات آن با افزایش سن در یک جمعیت ایرانی.

روش پژوهش: در ۱۷۰ فرد نرمال در سنین ۸۰-۱ سال، براساس روش استاندارد انجمن بین‌المللی الکتروفیزیولوژی بالینی بینایی، ERG فول فیلد انجام شد. این افراد از میان مراجعان به درمانگاه عینک یا همراهان بیماران مراجعه‌کننده به درمانگاه چشم و یا از بین کارکنان بیمارستان انتخاب شدند. امواج ERG پس از تطابق در روشنایی شامل یک پاسخ به صورت فلاش منفرد سفید (single white flash) و فلیکر ۳۰ هرتز (۳۰ Hz flicker) و امواج ERG پس از تطابق در تاریکی به مدت حداقل ۳۰ دقیقه، شامل پاسخ‌های استوانه‌ای (rod)، فلاش استاندارد و پتانسیل‌های نوسانی (oscillatory) بودند.

یافته‌ها: دامنه و زمان نهفته (implicit time) امواج ERG در زنان و مردان به تفکیک دهه‌های سنی مختلف به دست آمد که تفاوت آماری معنی‌داری بین اندازه‌های به دست آمده در چشم چپ و راست، بین زنان و مردان به طور کلی و نیز در دهه‌های مختلف سنی وجود نداشت. همچنین تفاوت آماری معنی‌داری بین زنان و مردان از نظر زمان نهفته و دامنه امواج به طور کلی و در دهه‌های مختلف سنی به دست نیامد. در دهه سنی ۸۰-۷۰ سال نسبت به سایر دهه‌های سنی، دامنه امواج به طور قابل توجهی، کاهش ($P=0.04$) و زمان نهفته به طور معنی‌داری افزایش می‌یافت ($P=0.03$).

نتیجه‌گیری: مقادیر ثبت‌شده ERG در سنین بالا کاهش می‌یابد. نتایج مطالعه حاضر به عنوان پایه‌ای برای مقایسه الکترورتینوگرافی که بر اساس پروتکل استاندارد ضبط شده‌اند؛ مناسب است.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۸۷؛ دوره ۱۴، شماره ۱: ۱۶-۲۱.

۱- دانشیار - چشم‌پزشک - دانشگاه علوم پزشکی ایران

۲- دستیار - چشم‌پزشک - دانشگاه علوم پزشکی ایران

۳- استادیار - چشم‌پزشک - دانشگاه علوم پزشکی ایران

۴- ارتوپتیسیت - مرکز تحقیقات چشم - دانشگاه علوم پزشکی ایران

تهران - خیابان ستارخان - خیابان نیایش - بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص) - مرکز تحقیقات چشم

دریافت مقاله: ۷ مرداد ۱۳۸۷

تایید مقاله: ۲۷ شهریور ۱۳۸۷

مقدمه

الکترورتینوگرافی (ERG) فول فیلد (full field) استاندارد، روش شناخته‌شده‌ای برای بررسی بیماری‌های شبکیه است. ERG، پاسخ گذرای الکتریکی کل شبکیه را که توسط یک محرک نورانی ایجاد می‌شود؛ ثبت می‌نماید.^۱ این روش، به هم‌پیوستگی ساختاری شبکیه شامل وضعیت گیرنده‌های استوانه‌ای (rod) و مخروطی (cone) و مسیرهای عبور سیگنال بینایی را در لایه‌های شبکیه می‌سنجد.^{۱-۳} ERG استاندارد شامل ۵ پاسخ زیر است: (۱) پاسخ به یک فلاش نوری ضعیف در یک چشم تطابق‌یافته در تاریکی (scotopic rod response)، (۲) پاسخ به یک فلاش نوری قوی در یک چشم تطابق‌یافته در تاریکی (scotopic combined rod-cone response)، (۳) پتانسیل‌های نوسانی (oscillatory potentials)، (۴) پاسخ به یک فلاش نوری قوی در چشم تطابق‌یافته در روشنایی (photopic single-flash cone response) و (۵) پاسخ‌هایی به یک محرک چشم‌کزن در چشم تطابق‌یافته در روشنایی (photopic 30-Hz flicker cone response). تغییر در دامنه یا زمان نهفته هر کدام از این امواج می‌تواند در تشخیص بیماری‌های شبکیه مفید باشد.^{۱-۳}

انجمن بین‌المللی الکتروفیزیولوژی بالینی بینایی یا ISEV (International Society for the Clinical Electrophysiology of Vision) و بنیاد ملی رتینیت پیگمنتوزا یا NRP (National Retinitis Pigmentosa Foundation)، از سال ۱۹۸۹ میلادی تلاش‌هایی را برای استاندارد کردن ERG آغاز کردند.^{۴-۶} توصیه‌های این نهادها به طور منظم به‌روز می‌شوند و هدف از این کار، استاندارد کردن ERG به گونه‌ای است که بتوان آن را در مراکز مختلف چشم‌پزشکی به طور یکسان انجام داد. با وجود یکسان‌سازی روش ERG، پاسخ‌های نرمال آن می‌توانند تحت تاثیر عوامل گوناگون دیگری مثل جمعیت مورد مطالعه، سن،^۷ جنس،^۷ داروهای مصرف‌شده،^۸ شفافیت محیط داخل چشم و عیب انکساری قرار گیرند.^{۹-۱۱} هدف از انجام این مطالعه، ثبت پاسخ‌های ERG بر اساس استانداردهای ISEV و بررسی تاثیر سن بر امواج ERG در یک جمعیت ایرانی بوده است.

روش پژوهش

این مطالعه آینده‌نگر بر روی ۱۷۰ فرد نرمال شامل ۶۵ مرد و ۱۰۵ زن در محدوده سنی ۸۰-۱ سال انجام شد. این افراد از میان مراجعان به درمانگاه عینک یا همراهان بیماران مراجعه‌کننده به درمانگاه چشم و یا از کارکنان بیمارستان انتخاب شدند. همگی افراد از اقوام ایرانی بودند که به مدت طولانی در تهران سکونت داشتند. حجم نمونه برای استخراج مقادیر نرمال، حدود ۱۰۰ نفر برآورد شد که به علت دسترسی به افراد بیش‌تر و به منظور افزایش اعتبار مطالعه، ۱۷۰ نفر بررسی شدند. هر گروه سنی با فواصل ۱۰ ساله شامل ۲۱ نفر بود؛ به جز گروه سنی ۱۰-۱ ساله که شامل ۲۳ نفر بود. این افراد از اقوام مختلف ایرانی بودند که همگی به مدت طولانی در تهران سکونت داشتند. افراد مورد مطالعه دارای دید اصلاح‌شده نرمال (۲۰/۲۰ یا بهتر)، دید رنگ نرمال، محیط شفاف داخل چشمی، معاینه چشمی نرمال و عیب انکساری خفیف (نزدیک‌بینی یا دوربینی کم‌تر از ۶ دیوپتر) بودند. در کودکانی که قادر به همکاری برای تعیین دید نبودند از آزمون‌های معادل (تابلوی بینایی آلن یا preferential looking) و در کودکان ۱ تا ۲ ساله از روش تثبیت (fixation behavior) استفاده شد. برای جلوگیری از تاثیر آب‌مروارید، فقط افراد دارای عدسی شفاف در معاینه با مردمک گشادشده، وارد مطالعه شدند. افرادی که دچار بیماری‌های عصب بینایی، اختلالات عصبی و بیماری‌های سیستمیک بودند یا سابقه خانوادگی بیماری ارثی شبکیه داشتند و یا به مدت طولانی از هر داروی سیستمیکی استفاده می‌کردند؛ از مطالعه خارج شدند.

ERG بر اساس آخرین توصیه‌های ISCEV انجام شد.^۶ برای انجام آزمون در کودکان، از خواب‌آور خوراکی (کلرال هیدرات) استفاده شد. مردمک دو چشم به کمک قطره‌های تروپیکامید ۱ درصد و فنیل‌افرین ۲/۵ درصد باز شد. الکترودهای منفی DTL (Laird Technologies, Sauquoit Inc., Scranton, USA) در یک‌سوم میانی فورنیکس تحتانی هر چشم و الکترودهای مثبت در ناحیه تیمپورال قرار داده شدند. الکترودها در محل گلابلا (بالای پل بینی) قرار داده شد. برای ثبت امواج، از برنامه ISCEV-ERG GF استفاده شد که یکی از برنامه‌های موجود در دستگاه ERG

دست نیامد. در دهه سنی ۸۰-۷۰ سال نسبت به مجموع سایر دهه‌های سنی، دامنه امواج ERG، کاهش ($P=0.04$) و زمان نهفته امواج، افزایش یافت ($P=0.03$).

بحث

این مطالعه پاسخ‌های ERG را در رده‌های مختلف سنی افراد نرمال ارایه می‌دهد. همه این پاسخ‌ها بر اساس توصیه‌های ISCEV سنجش شدند. حجم نمونه این مطالعه (۱۷۰ نفر) از اغلب مطالعاتی که در گذشته مقادیر نرمال ERG را ارایه کرده‌اند و حتی از گزارش‌هایی که ISCEV مقادیر نرمال خود را بر اساس آن‌ها بیان نموده است^{۱۲} بیش‌تر است که از نقاط قوت این مطالعه می‌باشد. با در نظر گرفتن گزارش‌های مربوط به مقادیر نرمال ISCEV، مقادیر به دست آمده در مطالعه ما در رده‌های مختلف سنی به میزان ۵-۱۵ درصد از نظر دامنه امواج، پایین‌تر و ۲۰-۱۵ درصد از نظر زمان نهفته امواج، بالاتر است. از آن‌جا که عوامل موثر بر پاسخ‌های ضبط‌شده، مانند عیب انکساری، فشار داخل چشمی و غیره^{۱۳-۱۶} تا حد امکان حذف شده بودند؛ شاید بتوان اختلاف نژاد را علتی برای این تفاوت دانست. لازم به ذکر است که استفاده از الکترودهای DTL می‌تواند به کاهش ۱۰ تا ۱۵ درصدی در دامنه امواج بینجامد.^{۱۷} در عین حال، بین مطالعه ما و مطالعات دیگر که از DTL استفاده کرده‌اند^{۱۲} نیز یک تفاوت ۱۰ تا ۱۵ درصدی باقی است.

(Roland consult, Wiesbaden, Germany) است و طبق توصیه‌های ISCEV تنظیم شده است. تحریکات نوری با یک محرک گنزفلد (Full Field Flash Ganzfeld, Roland Consult) ایجاد شدند. همه پاسخ‌ها تقویت شدند و بر روی یک نوسان‌نگار (oscilloscope) نمایش داده و سپس در حافظه رایانه ضبط شدند. از یک نرم‌افزار تنظیم ولتاژ برای حذف امواج همراه با آرتفکت استفاده شد.

امواج ERG تطابق‌یافته در تاریکی، پس از حداقل ۳۰ دقیقه تطابق ضبط شدند که شامل پاسخ‌های استوانه‌ای، فلاش استاندارد و پتانسیل‌های نوسانی بودند. پاسخ‌های تطابق‌یافته در روشنایی شامل یک پاسخ فلاش سفید منفرد و فلیکر ۳۰ هرتزی (۳۰ Hz flicker) بودند. برای هر یک از ۵ پاسخ، تفاوت بین دو چشم، تفاوت دو جنس و تفاوت گروه‌ها، به وسیله آزمون‌های t، ANOVA و آنالیز رگرشن خطی مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها

دامنه و زمان نهفته امواج ERG در زنان و مردان به تفکیک دهه‌های سنی مختلف در جداول ۱ تا ۴ آمده‌اند. تفاوت آماری مهمی بین اندازه‌گیری‌های چشم چپ و راست در بین زنان و مردان، به طور کلی و نیز در دهه‌های مختلف سنی به دست نیامد. همچنین تفاوت آماری معنی‌داری بین زنان مردان از نظر زمان نهفته و دامنه امواج به طور کلی و در دهه‌های مختلف سنی به

جدول ۱- میانه و محدوده نرمال دامنه امواج الکتروروئینوگرام بر حسب میکروولت در مردان به تفکیک سن

میانها (محدوده ۹۵ درصد نرمال)									چشم	سن (سال)
b-wave cone response	a-wave cone response	۳۰ Hz flicker	N_1-P_1	OP_r	b-wave max response	a-wave max response	b-wave rod response	a-wave rod response		
۱۵۷ (۸۸-۲۴۰)	۳۷ (۲۲-۷۵)	۹۵ (۵۱-۲۰۱)	۸۵ (۵۲-۱۰۵)	۳۷ (۲۳-۶۷)	۳۸۰ (۲۷۵-۵۲۰)	۲۳۱ (۱۲۵-۴۱۰)	۱۵۹ (۸۵-۲۷۰)	۷۲ (۴۲-۹۵)	راست	۱-۱۰
۱۶۰ (۸۷-۲۲۵)	۳۸ (۲۱-۶۹)	۹۷ (۵۸-۱۹۵)	۸۷ (۴۸-۱۵۰)	۳۵ (۲۲-۶۲)	۳۸۲ (۲۸۵-۵۲۰)	۲۲۸ (۱۲۵-۳۹۰)	۱۵۷ (۹۸-۲۸۰)	۶۹ (۴۵-۹۲)		
۱۶۱ (۸۹-۲۸۵)	۳۶ (۲۵-۸۵)	۱۰۵ (۶۲-۲۱۰)	۹۲ (۵۱-۱۴۸)	۳۸ (۲۱-۷۲)	۳۹۰ (۳۰۵-۶۱۰)	۲۲۶ (۱۳۱-۳۱۰)	۱۶۸ (۱۰۲-۲۹۰)	۷۴ (۴۸-۹۲)	راست	۱۱-۲۰
۱۶۲ (۸۱-۲۴۵)	۳۵ (۲۲-۸۷)	۱۰۳ (۵۷-۱۹۸)	۸۹ (۵۵-۱۶۱)	۴۱ (۲۵-۶۸)	۳۸۵ (۲۹۵-۶۳۰)	۲۲۱ (۱۲۵-۳۷۰)	۱۶۷ (۱۰۵-۳۰۸)	۷۵ (۴۶-۹۷)		
۱۴۸ (۸۹-۲۵۱)	۳۸ (۲۵-۷۹)	۱۱۲ (۵۱-۲۰۵)	۹۵ (۴۵-۱۶۵)	۴۲ (۲۷-۵۸)	۴۰۵ (۳۱۵-۷۹۰)	۲۲۵ (۱۳۱-۴۲۰)	۱۶۶ (۱۰۵-۳۱۰)	۷۳ (۴۱-۹۲)	راست	۲۱-۳۰
۱۴۹ (۹۵-۲۴۵)	۳۷ (۳۱-۶۷)	۱۱۰ (۵۴-۲۱۵)	۹۲ (۴۷-۱۳۸)	۳۹ (۲۵-۶۱)	۴۰۲ (۳۰۵-۸۱۰)	۲۲۸ (۱۲۵-۴۴۰)	۱۶۴ (۹۵-۳۲۰)	۷۱ (۴۳-۸۹)		
۱۵۸ (۸۵-۲۲۵)	۳۴ (۲۹-۷۱)	۱۰۷ (۴۸-۲۱۷)	۸۹ (۴۹-۱۶۱)	۳۴ (۲۹-۵۹)	۳۹۰ (۲۹۵-۷۱۰)	۱۹۵ (۱۴۵-۳۶۰)	۱۳۵ (۸۲-۵۰)	۷۶ (۴۸-۹۶)	راست	۳۱-۴۰
۱۵۷ (۸۷-۲۳۱)	۳۴ (۲۸-۷۵)	۱۰۹ (۵۱-۲۰۵)	۹۱ (۴۸-۱۵۹)	۳۲ (۳۷-۶۱)	۳۹۸ (۳۰۵-۷۴۰)	۱۹۲ (۱۲۸-۳۸۰)	۱۳۲ (۸۱-۲۶۲)	۷۴ (۴۱-۸۹)		
۱۵۶ (۹۱-۲۴۵)	۳۳ (۲۱-۸۲)	۹۹ (۴۷-۲۰۱)	۸۴ (۵۲-۱۵۸)	۳۳ (۲۲-۶۲)	۴۰۸ (۲۹۵-۵۹۰)	۱۹۸ (۱۲۸-۳۲۰)	۱۲۸ (۸۵-۲۹۲)	۷۲ (۳۹-۹۴)	راست	۴۱-۵۰
۱۵۵ (۹۲-۲۵۱)	۳۴ (۲۴-۶۵)	۹۸ (۴۹-۱۸۲)	۸۳ (۵۸-۱۳۵)	۳۴ (۲۴-۵۸)	۴۱۰ (۲۸۵-۶۱۰)	۲۰۱ (۱۲۵-۳۵۰)	۱۳۱ (۸۱-۳۰۵)	۷۴ (۴۲-۹۶)		
۱۶۱ (۸۷-۲۱۵)	۳۰ (۲۵-۷۵)	۱۰۲ (۵۱-۱۷۵)	۹۴ (۴۹-۱۴۵)	۳۴ (۲۱-۶۲)	۴۱۲ (۳۰۵-۵۹۱)	۱۸۷ (۱۲۵-۳۰۵)	۱۴۵ (۸۵-۳۰۱)	۷۱ (۳۸-۸۸)	راست	۵۱-۶۰
۱۶۲ (۸۹-۲۲۵)	۳۱ (۲۳-۷۳)	۱۰۱ (۴۸-۲۰۱)	۹۶ (۵۱-۱۱۰)	۳۲ (۲۵-۷۲)	۴۱۵ (۳۰۱-۶۰۵)	۱۹۲ (۱۲۸-۲۹۱)	۱۴۲ (۸۷-۲۶۵)	۷۲ (۳۸-۹۱)		
۱۵۳ (۷۵-۲۱۵)	۳۱ (۲۵-۶۹)	۹۵ (۴۸-۱۶۵)	۸۹ (۴۸-۱۱۵)	۳۲ (۲۲-۵۶)	۳۹۸ (۲۹۸-۴۵۰)	۱۹۱ (۱۲۵-۲۵۸)	۱۴۳ (۹۲-۲۵۱)	۷۳ (۳۷-۹۹)	راست	۶۱-۷۰
۱۵۲ (۷۱-۲۱۰)	۳۱ (۲۷-۷۹)	۹۸ (۴۷-۱۷۵)	۹۲ (۴۷-۱۲۵)	۳۵ (۲۱-۶۲)	۴۰۲ (۲۸۲-۵۸۵)	۱۸۹ (۱۳۱-۳۰۱)	۱۴۴ (۸۹-۲۴۹)	۷۱ (۴۱-۸۹)		
۱۴۰ (۵۵-۱۹۵)	۲۹ (۲۱-۴۹)	۸۵ (۴۵-۱۵۱)	۸۱ (۴۲-۱۳۸)	۳۲ (۲۲-۴۲)	۳۷۵ (۲۹۵-۵۱۰)	۱۷۳ (۱۲۷-۳۱۰)	۱۲۵ (۷۱-۲۲۵)	۶۵ (۳۴-۸۲)	راست	۷۱-۸۰
۱۳۸ (۵۸-۱۹۲)	۳۰ (۲۳-۵۱)	۸۳ (۴۸-۱۶۱)	۷۹ (۴۵-۱۴۵)	۳۰ (۲۱-۴۸)	۳۷۸ (۲۸۵-۵۲۱)	۱۷۴ (۱۲۵-۲۸۰)	۱۲۸ (۶۹-۲۳۵)	۶۶ (۳۶-۸۴)		

max: maximum, OP: oscillatory potential, N_1-P_1 : interval between first negative and positive waves.

جدول ۲- میانه و محدوده نرمال دامنه امواج الکترو رتینوگرافی بر حسب میکروولت در زنان به تفکیک سن

میانه (محدوده ۹۵ درصد نرمال)									چشم	سن (سال)
b-wave cone response	a-wave cone response	۳۰ Hz flicker	N_1-P_1	OP_r	b-wave max response	a-wave max response	b-wave rod response	a-wave rod response		
۱۵۶ (۸۵-۲۴۵)	۳۶ (۲۱-۷۸)	۹۴ (۴۸-۲۱۰)	۸۷ (۵۲-۱۱۰)	۳۶ (۲۱-۶۵)	۳۷۵ (۲۲۵-۵۳۱)	۲۳۴ (۱۱۸-۳۹۸)	۱۵۷ (۸۵-۲۸۱)	۷۰ (۴۰-۹۷)	راست	۱-۱۰
۱۵۹ (۸۴-۲۳۹)	۳۸ (۲۲-۶۹)	۹۷ (۵۲-۱۹۷)	۸۶ (۴۸-۱۵۸)	۳۷ (۲۲-۶۷)	۳۸۰ (۲۷۵-۵۲۵)	۲۳۹ (۱۲۵-۴۰۵)	۱۵۹ (۹۲-۲۷۵)	۷۱ (۴۲-۹۳)	چپ	
۱۶۲ (۸۴-۲۶۲)	۳۷ (۲۴-۸۷)	۱۰۴ (۵۱-۲۱۱)	۹۴ (۴۸-۱۶۵)	۳۹ (۲۴-۷۲)	۳۹۲ (۳۰۲-۶۲۵)	۲۲۲ (۱۳۸-۳۴۵)	۱۶۶ (۱۰۲-۲۹۵)	۷۲ (۴۷-۹۴)	راست	۱۱-۲۰
۱۶۱ (۸۵-۲۵۲)	۳۶ (۲۲-۹۱)	۱۰۵ (۴۹-۲۱۵)	۹۱ (۴۷-۱۵۹)	۳۹ (۲۵-۶۸)	۳۸۷ (۲۹۵-۶۵۵)	۲۲۶ (۱۲۱-۳۷۵)	۱۶۸ (۹۷-۳۱۰)	۷۴ (۴۶-۹۷)	چپ	
۱۴۹ (۷۹-۲۵۱)	۳۶ (۲۴-۸۲)	۱۱۴ (۴۷-۱۹۵)	۹۳ (۵۱-۱۶۵)	۴۲ (۲۱-۶۷)	۴۰۷ (۳۹۵-۷۹۱)	۲۲۹ (۱۳۵-۴۴۰)	۱۶۵ (۹۷-۳۱۲)	۷۰ (۴۱-۱۰۰)	راست	۲۱-۳۰
۱۵۱ (۸۶-۲۴۵)	۳۵ (۲۲-۶۵)	۱۱۰ (۵۲-۲۱۵)	۹۰ (۴۶-۱۶۲)	۴۱ (۲۴-۷۱)	۴۰۱ (۳۹۵-۸۱۰)	۲۳۴ (۱۲۸-۴۲۵)	۱۶۳ (۹۸-۳۲۲)	۷۳ (۴۰-۹۷)	چپ	
۱۵۶ (۸۷-۲۳۵)	۳۳ (۲۹-۷۸)	۱۰۶ (۵۴-۲۲۵)	۸۸ (۴۸-۱۴۸)	۳۵ (۲۳-۶۹)	۳۹۵ (۳۸۵-۷۱۲)	۱۹۹ (۱۲۵-۳۷۵)	۱۴۱ (۸۵-۲۷۲)	۷۵ (۴۵-۹۲)	راست	۳۱-۴۰
۱۵۸ (۸۵-۲۴۱)	۳۴ (۲۶-۷۸)	۱۱۰ (۴۷-۲۰۱)	۹۱ (۵۱-۱۶۱)	۳۲ (۲۱-۷۱)	۳۹۷ (۳۷۵-۷۴۵)	۲۰۱ (۱۱۹-۳۸۵)	۱۴۴ (۸۷-۳۰۵)	۷۳ (۴۱-۹۲)	چپ	
۱۵۷ (۷۹-۲۵۱)	۳۴ (۲۲-۸۵)	۹۷ (۴۹-۱۹۸)	۸۳ (۵۵-۱۴۹)	۳۲ (۲۳-۶۸)	۴۰۷ (۳۸۵-۶۱۰)	۲۰۱ (۱۲۵-۳۵۲)	۱۳۲ (۸۹-۲۹۲)	۷۱ (۳۸-۹۵)	راست	۴۱-۵۰
۱۵۸ (۸۹-۲۴۲)	۳۳ (۲۳-۶۶)	۹۹ (۴۷-۲۱۱)	۸۴ (۴۸-۱۵۸)	۳۳ (۲۱-۶۹)	۴۰۹ (۳۸۰-۶۲۵)	۲۰۳ (۱۲۷-۳۴۵)	۱۳۴ (۹۱-۳۱۰)	۷۳ (۳۹-۹۶)	چپ	
۱۶۰ (۹۱-۲۸۵)	۲۹ (۲۲-۷۴)	۱۰۳ (۵۲-۲۱۷)	۹۳ (۴۷-۱۶۱)	۳۳ (۲۲-۵۹)	۴۱۵ (۳۷۵-۶۱۵)	۱۹۱ (۱۲۵-۳۱۵)	۱۴۱ (۸۷-۲۹۸)	۷۱ (۳۸-۹۱)	راست	۵۱-۶۰
۱۶۲ (۸۵-۲۴۵)	۳۰ (۲۲-۷۵)	۱۰۰ (۴۷-۱۷۵)	۹۸ (۴۸-۱۷۵)	۳۴ (۲۳-۶۳)	۴۱۰ (۳۹۵-۵۹۵)	۱۸۹ (۱۲۸-۳۱۰)	۱۳۸ (۸۵-۲۶۵)	۷۲ (۳۹-۹۵)	چپ	
۱۵۵ (۸۷-۲۳۵)	۳۱ (۲۴-۷۱)	۹۸ (۴۸-۱۸۵)	۹۰ (۵۱-۱۵۸)	۳۱ (۲۱-۵۸)	۳۹۵ (۳۸۵-۵۵۰)	۱۸۹ (۱۳۲-۲۹۸)	۱۴۱ (۹۱-۲۸۷)	۷۴ (۳۸-۹۲)	راست	۶۱-۷۰
۱۵۱ (۷۸-۲۱۵)	۳۱ (۲۴-۷۹)	۹۵ (۴۹-۱۶۵)	۹۱ (۵۲-۱۶۱)	۳۳ (۲۲-۵۶)	۳۹۹ (۳۸۲-۶۱۰)	۱۹۲ (۱۲۰-۲۹۷)	۱۴۳ (۸۹-۲۷۵)	۷۳ (۴۱-۹۶)	چپ	
۱۳۸ (۵۸-۱۹۸)	۲۸ (۲۱-۵۲)	۸۴ (۴۴-۱۶۵)	۸۳ (۴۱-۱۴۸)	۳۴ (۲۱-۴۵)	۳۷۴ (۳۸۵-۵۲۵)	۱۷۵ (۱۲۵-۳۰۵)	۱۲۷ (۷۱-۲۵۲)	۶۷ (۳۲-۹۲)	راست	۷۱-۸۰
۱۳۹ (۵۶-۱۹۷)	۳۱ (۲۱-۴۹)	۸۵ (۴۵-۱۷۱)	۷۹ (۴۵-۱۴۵)	۳۲ (۲۱-۴۶)	۳۸۷ (۳۷۵-۵۲۱)	۱۷۱ (۱۳۵-۲۹۵)	۱۲۵ (۶۹-۲۶۱)	۶۵ (۳۱-۹۶)	چپ	

max: maximum, OP: oscillatory potential, N_1-P_1 : interval between first negative and positive waves.

جدول ۳- میانه و محدوده نرمال زمان نهفته امواج الکترو رتینوگرافی بر حسب میلی ثانیه در مردان به تفکیک سن

میانه (محدوده ۹۵ درصد نرمال)											چشم	سن (سال)
۳۰ Hz P_1	۳۰ Hz N_1	b-wave cone response	a-wave cone response	$OP P_r$	$OP N_r$	b-wave max response	a-wave max response	b-wave rod response	a-wave rod response			
۲۶ (۲۳-۲۸)	۱۴ (۱۲-۱۵)	۳۰ (۲۸-۳۲)	۱۵ (۱۳-۱۶)	۳۱ (۲۸-۳۲)	۱۳ (۱۲-۱۶)	۴۱ (۳۲-۴۵)	۱۹ (۱۵-۲۵)	۸۶ (۶۸-۹۸)	۳۹ (۲۹-۶۳)	راست	۱-۱۰	
۲۶ (۲۳-۲۹)	۱۳ (۱۲-۱۶)	۳۱ (۲۸-۳۳)	۱۴ (۱۳-۱۶)	۳۰ (۲۸-۳۲)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۴۳ (۳۳-۴۶)	۲۰ (۱۴-۲۴)	۸۸ (۵۹-۱۰۵)	۴۰ (۲۸-۶۵)	چپ		
۲۶ (۲۵-۲۹)	۱۳ (۱۲-۱۶)	۳۱ (۲۹-۳۲)	۱۴ (۱۳-۱۶)	۲۹ (۲۸-۳۱)	۱۴ (۱۲-۱۵)	۳۹ (۳۴-۴۳)	۱۶ (۱۳-۲۳)	۷۹ (۷۲-۹۹)	۴۳ (۳۱-۶۲)	راست	۱۱-۲۰	
۲۶ (۲۴-۲۹)	۱۲ (۱۱-۱۵)	۳۰ (۲۸-۳۱)	۱۵ (۱۳-۱۷)	۳۱ (۲۹-۳۲)	۱۵ (۱۳-۱۷)	۴۱ (۳۳-۴۸)	۱۸ (۱۴-۲۵)	۸۱ (۶۹-۹۸)	۴۲ (۲۸-۶۱)	چپ		
۲۷ (۲۴-۳۱)	۱۳ (۱۲-۱۴)	۳۲ (۳۰-۳۳)	۱۵ (۱۲-۱۷)	۲۸ (۲۷-۳۱)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۴۲ (۳۲-۴۹)	۲۰ (۱۵-۲۴)	۸۳ (۷۱-۱۰۲)	۳۸ (۲۹-۶۶)	راست	۲۱-۳۰	
۲۵ (۲۳-۲۹)	۱۴ (۱۲-۱۵)	۳۱ (۲۹-۳۲)	۱۶ (۱۳-۱۷)	۳۰ (۲۸-۳۱)	۱۳ (۱۲-۱۵)	۴۱ (۳۴-۴۹)	۲۱ (۱۵-۲۶)	۸۲ (۷۲-۹۸)	۳۷ (۲۷-۶۴)	چپ		
۲۶ (۲۳-۳۰)	۱۳ (۱۲-۱۵)	۳۲ (۳۰-۳۳)	۱۵ (۱۳-۱۷)	۲۹ (۲۸-۳۲)	۱۵ (۱۳-۱۶)	۴۵ (۳۲-۵۱)	۲۲ (۱۴-۲۴)	۸۸ (۶۹-۹۶)	۴۲ (۲۷-۶۴)	راست	۳۱-۴۰	
۲۶ (۲۴-۲۹)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۳۱ (۲۸-۳۲)	۱۶ (۱۴-۱۸)	۳۰ (۲۹-۳۲)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۴۲ (۳۲-۴۹)	۲۱ (۱۴-۲۵)	۸۶ (۶۸-۹۷)	۴۴ (۲۹-۷۱)	چپ		
۲۷ (۲۴-۳۱)	۱۴ (۱۳-۱۶)	۳۱ (۲۸-۳۲)	۱۵ (۱۳-۱۶)	۳۱ (۲۹-۳۳)	۱۶ (۱۳-۱۸)	۴۴ (۳۳-۵۱)	۲۴ (۱۵-۲۶)	۹۲ (۷۰-۹۸)	۴۳ (۳۱-۶۸)	راست	۴۱-۵۰	
۲۷ (۲۵-۳۱)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۳۰ (۲۸-۳۱)	۱۴ (۱۳-۱۷)	۳۲ (۳۰-۳۳)	۱۵ (۱۳-۱۷)	۴۳ (۳۲-۵۱)	۲۳ (۱۴-۲۵)	۹۵ (۷۲-۱۰۲)	۴۲ (۳۲-۷۱)	چپ		
۲۶ (۲۴-۲۹)	۱۳ (۱۲-۱۶)	۳۱ (۲۹-۳۲)	۱۵ (۱۳-۱۷)	۳۰ (۲۸-۳۲)	۱۵ (۱۳-۱۶)	۴۲ (۳۴-۵۰)	۲۲ (۱۵-۲۴)	۸۸ (۶۸-۹۸)	۴۱ (۳۱-۶۸)	راست	۵۱-۶۰	
۲۷ (۲۵-۳۱)	۱۴ (۱۳-۱۶)	۳۱ (۲۹-۳۳)	۱۵ (۱۴-۱۷)	۲۹ (۲۷-۳۲)	۱۵ (۱۳-۱۷)	۴۳ (۳۳-۴۸)	۲۱ (۱۵-۲۴)	۹۶ (۷۲-۱۰۵)	۴۴ (۲۹-۶۶)	چپ		
۲۶ (۲۴-۲۹)	۱۴ (۱۳-۱۶)	۳۱ (۲۸-۳۲)	۱۵ (۱۳-۱۷)	۳۰ (۲۹-۳۲)	۱۶ (۱۴-۱۸)	۴۴ (۳۴-۵۱)	۲۴ (۱۴-۲۶)	۸۹ (۷۱-۱۰۱)	۴۲ (۳۰-۶۹)	راست	۶۱-۷۰	
۳۰ (۲۴-۳۶)	۱۴ (۱۳-۱۶)	۲۸ (۲۳-۳۰)	۱۶ (۱۴-۱۸)	۳۱ (۲۹-۳۳)	۱۵ (۱۳-۱۷)	۴۲ (۳۵-۵۱)	۲۳ (۱۸-۲۶)	۹۲ (۷۲-۹۹)	۴۱ (۳۱-۶۸)	چپ		
۲۷ (۲۵-۳۲)	۱۵ (۱۳-۱۷)	۳۲ (۲۸-۳۳)	۱۶ (۱۴-۱۸)	۳۲ (۳۰-۳۴)	۱۷ (۱۴-۱۹)	۴۸ (۳۶-۵۴)	۲۵ (۲۰-۲۸)	۹۹ (۷۵-۱۰۵)	۴۶ (۲۸-۷۲)	راست	۷۱-۸۰	
۲۸ (۲۵-۳۲)	۱۴ (۱۳-۱۷)	۳۲ (۲۹-۳۳)	۱۷ (۱۴-۱۹)	۳۲ (۳۰-۳۵)	۱۸ (۱۵-۲۰)	۴۹ (۳۷-۵۴)	۲۵ (۲۰-۲۷)	۹۹ (۷۸-۱۰۸)	۴۷ (۳۲-۷۱)	چپ		

Max: maximum, N_1 : first negative wave, P_1 : first positive wave, $OP N_r$: oscillatory potential-second negative wave, $OP P_r$: oscillatory potential-second positive wave.

جدول ۴- میانه و محدوده نرمال زمان نهفته امواج الکترورتینوگرافی بر حسب میلی ثانیه در زنان به تفکیک سن

میانه (محدوده ۹۵ درصد نرمال)										
سن (سال) چشم	a-wave rod response	b-wave rod response	a-wave max response	b-wave max response	OP N ₂	OP P ₂	a-wave cone response	b-wave cone response	۳۰ Hz N ₁	۳۰ Hz P ₁
۱-۱۰	راست	۴۰ (۳۰-۶۵)	۸۶ (۶۸-۹۷)	۲۰ (۱۵-۲۴)	۴۲ (۳۲-۴۶)	۱۴ (۱۲-۱۷)	۳۰ (۸-۳۳)	۱۴ (۱۳-۱۷)	۱۴ (۱۲-۱۷)	۲۵ (۲۳-۲۸)
	چپ	۳۹ (۲۸-۶۴)	۸۷ (۶۷-۱۰۵)	۲۰ (۱۶-۲۶)	۴۳ (۳۵-۴۷)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۳۰ (۲۸-۳۲)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۲۵ (۲۳-۲۹)
۱۱-۲۰	راست	۴۲ (۲۸-۶۲)	۸۰ (۷۱-۹۸)	۱۷ (۱۴-۲۰)	۳۹ (۳۴-۴۵)	۱۳ (۱۲-۱۶)	۲۹ (۲۸-۳۲)	۱۴ (۱۳-۱۸)	۱۳ (۱۲-۱۶)	۲۶ (۲۴-۲۹)
	چپ	۴۲ (۲۸-۶۵)	۷۹ (۶۹-۹۷)	۱۸ (۱۴-۲۲)	۴۱ (۳۳-۴۵)	۱۴ (۱۲-۱۷)	۳۱ (۲۷-۳۳)	۱۵ (۱۴-۱۷)	۱۳ (۱۱-۱۵)	۲۶ (۲۴-۲۸)
۲۱-۳۰	راست	۲۱ (۱۵-۲۴)	۸۳ (۷۲-۱۰۳)	۲۱ (۱۶-۲۵)	۴۱ (۳۴-۴۸)	۱۵ (۱۳-۱۸)	۲۹ (۲۸-۳۲)	۱۵ (۱۴-۱۶)	۱۳ (۱۲-۱۴)	۲۹ (۲۷-۳۲)
	چپ	۲۱ (۱۶-۲۵)	۸۳ (۷۱-۹۹)	۲۱ (۱۵-۲۶)	۴۲ (۳۳-۴۹)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۳۰ (۲۹-۳۱)	۱۴ (۱۳-۱۷)	۱۳ (۱۲-۱۵)	۲۶ (۲۳-۲۸)
۳۱-۴۰	راست	۳۱ (۱۵-۲۶)	۸۷ (۶۹-۹۷)	۲۰ (۱۴-۲۵)	۴۵ (۳۲-۴۸)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۲۹ (۲۸-۳۱)	۱۵ (۱۳-۱۸)	۱۴ (۱۲-۱۵)	۲۵ (۲۴-۳۰)
	چپ	۲۰ (۱۴-۲۵)	۸۶ (۷۰-۹۹)	۲۳ (۱۶-۲۵)	۴۳ (۳۴-۵۱)	۱۵ (۱۴-۱۷)	۲۹ (۲۸-۳۳)	۱۵ (۱۴-۱۸)	۱۳ (۱۲-۱۵)	۲۶ (۲۵-۲۹)
۴۱-۵۰	راست	۴۴ (۲۸-۶۴)	۹۲ (۷۲-۱۰۳)	۲۴ (۱۴-۲۷)	۴۴ (۳۵-۵۱)	۱۳ (۱۲-۱۵)	۳۱ (۲۸-۳۲)	۱۶ (۱۴-۱۸)	۱۴ (۱۳-۱۵)	۲۶ (۲۵-۳۱)
	چپ	۴۳ (۲۹-۷۱)	۹۵ (۶۷-۹۸)	۲۴ (۱۴-۲۷)	۴۴ (۳۴-۵۰)	۱۵ (۱۳-۱۸)	۳۱ (۲۸-۳۳)	۱۵ (۱۳-۱۸)	۱۴ (۱۲-۱۶)	۲۷ (۲۴-۳۰)
۵۱-۶۰	راست	۴۱ (۲۸-۶۹)	۹۷ (۷۲-۱۰۶)	۲۱ (۱۷-۲۴)	۴۳ (۳۶-۴۸)	۱۶ (۱۳-۱۷)	۳۱ (۲۹-۳۳)	۱۴ (۱۳-۱۶)	۱۳ (۱۲-۱۶)	۲۶ (۲۴-۲۹)
	چپ	۴۳ (۲۸-۶۶)	۹۷ (۷۱-۹۹)	۲۱ (۱۵-۲۵)	۴۲ (۳۳-۴۹)	۱۵ (۱۴-۱۶)	۳۲ (۲۹-۳۳)	۱۴ (۱۳-۱۷)	۱۳ (۱۲-۱۶)	۲۶ (۲۴-۲۹)
۶۱-۷۰	راست	۴۲ (۳۱-۶۵)	۹۰ (۷۲-۹۹)	۲۴ (۱۴-۲۶)	۴۳ (۳۴-۵۱)	۱۶ (۱۳-۱۷)	۳۰ (۲۹-۳۲)	۱۴ (۱۳-۱۶)	۱۴ (۱۲-۱۵)	۲۷ (۲۴-۳۰)
	چپ	۴۱ (۳۱-۶۲)	۹۱ (۷۸-۱۰۵)	۲۴ (۱۶-۲۶)	۴۳ (۳۵-۵۳)	۱۵ (۱۳-۱۶)	۲۹ (۲۸-۳۲)	۱۵ (۱۳-۱۸)	۱۳ (۱۳-۱۷)	۲۶ (۲۵-۳۰)
۷۱-۸۰	راست	۴۷ (۳۰-۶۹)	۹۸ (۷۵-۱۰۶)	۲۵ (۱۹-۲۹)	۴۸ (۳۷-۵۵)	۱۶ (۱۵-۱۹)	۳۲ (۲۹-۳۴)	۱۷ (۱۴-۱۹)	۱۵ (۱۳-۱۷)	۲۸ (۲۵-۳۲)
	چپ	۴۶ (۳۱-۷۲)	۹۸ (۷۶-۱۰۸)	۲۵ (۲۰-۲۸)	۴۸ (۳۶-۵۴)	۱۸ (۱۵-۲۰)	۳۲ (۳۰-۳۴)	۱۷ (۱۴-۱۸)	۱۵ (۱۲-۱۷)	۲۷ (۲۵-۳۲)

Max: maximum, N₁: first negative wave, P₁: first positive wave, OP N₂: oscillatory potential-second negative wave, OP P₂: oscillatory potential-second positive wave.

آماري بين دو جنس از نظر پاسخ‌های ERG وجود دارند^{۱۵}؛ در حالی که در مطالعه ما، پاسخ‌های ERG دو جنس از نظر آماری تفاوتی نداشتند.

عوامل تکنیکی گوناگونی همچون محل قرار دادن الکتروده، سلامت ساختمانی سطح چشم، اندازه مردمک و غیره نیز می‌توانند موجب اختلاف اندازه‌گیری‌های بین دو چشم شوند^{۱۶} ولی در مطالعه ما یافته‌های دو چشم از نظر پاسخ‌های ERG تفاوتی نداشتند. این مساله نشانگر آن است که مراحل انجام ERG در دو چشم به خوبی انجام شده‌اند و با صرف وقت و دقت لازم می‌توان یک ERG استاندارد را به انجام رساند.

مقادیر خاص دامنه و زمان نهفته امواج، به دلیل تفاوت در بین روش‌ها و ابزارهای مختلف، لاجرم تفاوت خواهند داشت. با این وجود، داده‌های این مطالعه که با شرایط ورود سخت‌گیرانه به دست آمده‌اند؛ می‌توانند پایه‌ای برای مقایسه ERG انجام‌شده در شرایط استاندارد باشند.

از آن‌جا که مطالعات گذشته، کاهش قابل توجه پاسخ‌های ERG را با بالا رفتن سن گزارش کرده بودند^{۱۱}؛ ما توجه خاصی به سن به عنوان یک متغیر تاثیرگذار نمودیم و نتایج ما نیز نشان داد که عبور از سن ۷۰ سالگی با کاهش آماری قابل توجهی در پاسخ‌های ERG همراه است. عواملی که باعث کاهش پاسخ ERG در سنین بالا می‌شوند، به خوبی شناخته نشده‌اند. اگرچه افرادی که با سنین بالا در این مطالعه وارد شدند، عاری از هر گونه اختلال بالینی بودند؛ خصوصیات پاتولوژیک تحت بالینی را نمی‌توان رد کرد. عواملی مانند تغییرات خفیف در محیط داخل چشمی یا کاهش تراکم رنگدانه‌های نوری می‌توانند موجب کاهش این پاسخ‌ها در سنین بالا شوند^{۱۷}. همچنین گزارش‌هایی وجود دارند مبنی بر این که مرگ یاخته‌ای مولر و دو قطبی در شبکیه پیرشده می‌تواند توضیحی برای این پدیده باشد^{۱۴}. بنابراین یکی از عوامل مهمی که باید در تفسیر ERG در نظر گرفته شود؛ تاثیر سن است. در مطالعات گذشته، گزارش‌هایی مبنی بر تفاوت قابل توجه

منابع

- Celesia GG, Bodis-Wollner I, Chatrion GE, Harding GFA, Sokol S, Spekreijse H. Recommended standards for electroretinograms and visual evoked potentials. Report of an IFCN committee. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993;87:421-436.
- Weinstein GW, Odom JV, Cavender S. Visually evoked potentials and electroretinography in neurological evaluation. *Neurol Clin* 1991;9:225-242.
- Kriss A, Jeffrey B, Taylor D. The electroretinogram in infants and young children. *J Clin Neurophysiol*

- 1992;9:373-393.
4. Jacobi PC, Miliczek KD, Zrenner E. Experiences with the international standard for clinical electroretinography: normative values for clinical practice, interindividual and intraindividual variations and possible extensions. *Doc Ophthalmol* 1993;85:95-114.
 5. Marmor MF, Arden GB, Nilsson SEG, Zrenner E. Standard for clinical electroretinography. *Arch Ophthalmol* 1989;107:816-819.
 6. Marmor MF, Holder GE, Seeliger MW, Yamamoto S. Standard for clinical electroretinography (2004 update). *Doc Ophthalmol* 2004;108:107-114.
 7. Zeidler I. The clinical electroretinogram. IX. The normal electroretinogram. Value of the b-potential in different age groups and its differences in men and women. *Acta Ophthalmol* 1959;37:294-301.
 8. Pallin O. The influence of axial length of the eye on the size of the recorded b-potential in the clinical single-flash electroretinogram. *Acta Ophthalmol* 1996;101:1-57.
 9. Perlman I, Meyer E, Haim T, Zonis S. Retinal function in high refractive error assessed electroretinographically. *Br J Ophthalmol* 1984;68:79-84.
 10. Birch DC, Anderson JL. Standardized full-field electroretinography. Normal values and their variations with age. *Arch Ophthalmol* 1992;110:1571-1576.
 11. Weleber RG. The effect of age on human cone and rod ganzfeld electroretinograms. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1981;20:392-399.
 12. Marmor MF, Zrenner E (for the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision). Standard for Clinical Electroretinography (1999 Update). *Doc Ophthalmol* 1999;97:143-156.
 13. Briegell M, Bach M, Moskowitz A, Robson J. Guidelines for calibration of stimulus and recording parameters used in clinical electrophysiology of vision, calibration standard committee of International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV). *Doc Ophthalmol* 2003;107:185-193.
 14. Dorey CK, Wu G, Ebenstein D, Gards A, Weiter JJ. Cell loss in the aging retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1989;30:1691-1699.
 15. Zeidler I. The clinical electroretinogram, IX: the normal electroretinogram: value of the b-potential in different age groups and its differences in men and women. *Arch Ophthalmol* 1969;37:294-301.
 16. Rotenstreich Y, Fishman GA, Anderson RJ, Birch DG. Interocular amplitude differences of the full field electroretinogram in normal subjects. *Br J Ophthalmol* 2003;87:1268-1271.