

پاسخ‌های عضلانی برانگیخته دهلیزی (VEMP) در کودکان

نیما رضازاده^۱، محسن احدی^۲، *حسین طالبی^۳، مسعود غریب^۴، نسرین یزدانی^۵

چکیده

هدف: پتانسیل‌های عضلانی برانگیخته دهلیزی (VEMP)، یکی از ابزارهای جدید برای بررسی عملکرد دهلیزی می‌باشند. علیرغم تعدد تحقیقات انجام گرفته مرتبط با VEMP در بزرگسالان، تحقیقات اندکی در کودکان انجام گرفته است و ویژگی‌های پاسخ VEMP در کودکان کمتر بررسی شده است. هدف از این مطالعه، به دست آوردن مقادیر VEMP در این گروه سنی و مقایسه آن با بزرگسالان هنجار بود.

روش بررسی: در این مطالعه مقطعی-تحلیلی، ۱۹ کودک (۱۰ پسر و ۹ دختر) با محدوده سنی ۱۲-۳ سال شرکت کردند. از کودکان خواسته شد تا روی تخت خوابیده و برای انقباض عضله استرنوکلیدوماستوئید هر طرف، سر خود را ۳۰ درجه به بالا خم کرده و به سمت مخالف آن عضله بچرخانند. پاسخ VEMP با استفاده از محرک تون برست ۵۰۰ هرتز ثبت گردید. زمان نهفتگی امواج p_{۱۳} و n_{۲۳}، آستانه و نسبت دامنه‌ای پاسخ، محاسبه شده و با نتایج به دست آمده در بزرگسالان مقایسه گردید.

یافته‌ها: پاسخ‌های VEMP با محرک تون برست ۵۰۰ هرتز در تمامی کودکان ثبت شد. مقایسه زمان نهفتگی، آستانه و نسبت دامنه‌ای پاسخ، هیچ گونه تفاوت معناداری بین کودکان و گروه کنترل (بزرگسالان) نشان نداد.

نتیجه‌گیری: آزمون VEMP می‌تواند به عنوان یک آزمون غیر تهاجمی و ارزشمند، برای بررسی عملکرد دهلیزی و به خصوص رفلکس گردنی-دهلیزی در کودکان مورد استفاده قرار گیرد. **کلید واژه‌ها:** پاسخ‌های عضلانی برانگیخته دهلیزی، ساکول، کودکان

- ۱- دانشجوی دکتری شنوایی شناسی، مرکز تحقیقات توانبخشی اعصاب اطفال، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۲- دانشجوی دکتری شنوایی شناسی، گروه شنوایی شناسی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
- ۳- دانشجوی دکتری شنوایی شناسی، گروه شنوایی شناسی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۴- کارشناس ارشد کاردرمانی، مرکز تحقیقات توانبخشی اعصاب اطفال، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۵- متخصص گوش و حلق و بینی، استادیار گروه گوش و حلق و بینی، مرکز تحقیقات گوش و حلق و بینی دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۹/۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۱/۱۸

*آدرس نویسنده مسئول:

تهران، اوین، بلوار دانشجو، بن بست کودکان، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه شنوایی شناسی

*تلفن: ۰۹۱۲۶۰۵۴۵۶۸

*E-mail: ht6023@gmail.com



مقدمه

پتانسیل‌های عضلانی برانگیخته دهلیزی (VEMP)، ابزاری جدید برای بررسی ساکول، عصب دهلیزی تحتانی، هسته‌های دهلیزی، و عضله استرنوکلیدوماستوئید (SCM) در اتولوژی و نورو اتولوژی بزرگسالان و کودکان به شمار می‌آیند. ثابت شده است که محرک کلیک با شدت بالا منجر به ایجاد پاسخ‌های VEMP با نهفتگی کوتاه در بزرگسالان هنجار می‌گردد (۱). از مدل‌های انسانی دارای آسیب نیز برای فراهم نمودن شواهد بیشتر در مورد منشأ دهلیزی (ساکولی) این پتانسیل‌ها استفاده گردیده است. کلباچ و همکارانش نشان دادند که میزان بروز پاسخ VEMP در بیماران دارای کم شنوایی حسی عصبی عمیق، در حد بالایی است؛ اما در تمامی بیمارانی که تحت جراحی قطع یک طرفه عصب دهلیزی قرار گرفته بودند، این پاسخ حذف گردید (۱). همچنین، این محققین گزارش نمودند که در برخی از (و نه تمامی) بیمارانی که پس از ابتلا به نوریت دهلیزی، پاسخ کالریک آن‌ها از بین رفته بود، پاسخ VEMP نیز حذف گردید. بنابراین، چنین فرض شد که منشأ تولیدی VEMP، دستگاه دهلیزی است و ساکول نیز احتمالاً ارگانی حساس به صدا می‌باشد (۱).

شیخ الاسلامی و همکارانش (۲، ۳) نشان دادند که پاسخ VEMP، دارای منشأ ساکولی می‌باشد و نشانگر وجود پاسخ اکوستیکی در ساکول انسان بوده و دارای منحنی کوک فرکانسی کاملاً مشخصی است. امروزه، ثبت VEMP با تحریکات مختلفی از جمله کلیک (۴)، تون برست (۲)، تحریکات الکتریکی (۵)، اصوات راه استخوانی (۶) و ضربه زدن به سر (۷) صورت می‌گیرد. پاسخ‌های VEMP به عنوان آزمونی تشخیصی و پیش‌بینی‌کننده در بیماری‌های اتولوژیک و نورو اتولوژیک شیرخواران، کودکان و نیز بزرگسالان، توجه ویژه‌ای را به خود معطوف داشته‌اند.

بایستی متذکر شد که علیرغم انجام مطالعات متعدد در گروه سنی بزرگسالان (۸، ۹)، مطالعات بسیار محدودی در مورد امکان ثبت VEMP در کودکان و نوزادان انجام گرفته است. در اندک مطالعات انجام گرفته، اعتقاد بر آن است که با وجود ضعیف‌تر بودن قوام عضلانی نوزادان و شیرخواران در مقایسه با کودکان و بزرگسالان، امکان ثبت پاسخ‌های VEMP از عضله SCM در اوایل نوزادی وجود دارد. شیخ الاسلامی و همکارانش گزارش نمودند که پاسخ VEMP دو فازی تکرار پذیر، از عضله SCM تمامی نوزادان و کودکان مورد مطالعه آن‌ها با استفاده از محرک تون برست دارای شدت بالا، ثبت گردید (۴).

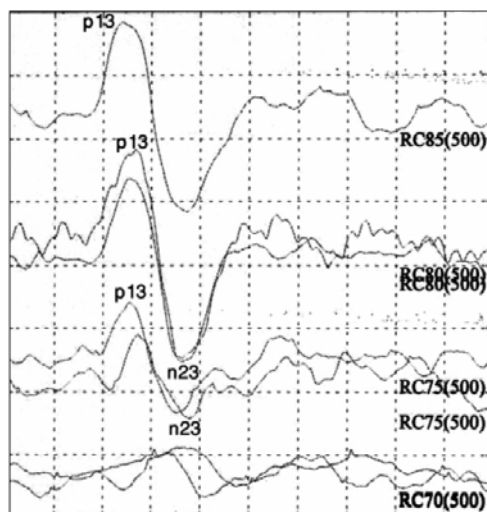
بر اساس شواهد بدست آمده، دامنه پاسخ VEMP در نوزادان، متغیر است؛ قله $13p$ از لحاظ زمانی، ثابت بیشتری دارد و زمان نهفتگی قله $23n$ در مقایسه با بزرگسالان، کمتر است. در شیرخواران، اصوات راه هوایی موجب برانگیخته شدن پاسخ دو فازی VEMP (با قله‌های $13p$ و $23n$) می‌گردد که در مقایسه با بزرگسالان، دارای دامنه بزرگ‌تر و زمان نهفتگی کوتاه‌تری است. اختلاف پاسخ‌های VEMP در سمت تحریک شده، ناشی از تغییرات رشدی در طول مسیرهای میان ساکول و SCM و نیز تغییر در قدرت عضلانی می‌باشد (۴).

نکته حائز اهمیت، این است که ارزیابی‌های دهلیزی در کودکان نسبت به بزرگسالان بسیار چالش برانگیز تر می‌باشد (۴). ارزیابی‌های معمول دستگاه دهلیزی در کودکان بیشتر بر اساس آزمون‌های الکترونیستاکموگرافی همراه با کالریک، آزمون‌های چرخشی و پوسچروگرافی استاتیک و دینامیک می‌باشد که انجام آن‌ها در این گروه سنی، بسیار دشوار است (۱۰). در اکثر مطالعات، از این آزمون‌ها که بیشتر برای بررسی رفلکس‌های دهلیزی چشمی و نخاعی دهلیزی بکار می‌روند، استفاده شده است و تنها در چند مطالعه، از آزمون VEMP برای بررسی رفلکس دهلیزی گردنی کودکان کمک گرفته شده است (۱۳-۱۱).

به دلیل انجام مطالعات اندک در گروه سنی کودکان و نبود هیچ مطالعه مشابهی در ایران، محققین این مطالعه به بررسی امکان استفاده از آزمون VEMP به عنوان ابزاری بالینی در بررسی مسیرهای دهلیزی-گردنی و تعیین ویژگی‌های این پاسخ در کودکان و مقایسه آن با نتایج به دست آمده از بزرگسالان پرداختند.

روش بررسی

در این مطالعه مقطعی-تحلیلی، ۱۹ کودک (۱۰ پسر و ۹ دختر) با شنوایی هنجار (آستانه‌های هنجار در آزمون‌های ادیومتری و تمپانومتري) به شیوه غیر تصادفی ساده انتخاب شده و تحت بررسی قرار گرفتند. محدوده سنی این بیماران بین ۱۲-۳ سال (میانگین سنی $21/3 \pm 6/32$ سال) قرار داشت. همچنین ۳۰ فرد بزرگسال (۱۵ مرد و ۱۵ زن) که از شنوایی هنجار برخوردار بودند، به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شدند. محدوده سنی این افراد بین ۳۵-۱۹ سال (میانگین سنی $27/3 \pm 24/24$) بود. این پژوهش، در سال ۱۳۸۸ در مرکز شنوایی شناسی بیمارستان سجاد (ع) انجام پذیرفت. در این پژوهش، افراد دارای مشکلاتی نظیر اختلالات عضلانی-



شکل ۱. شکل موج VEMP در یک کودک تحت آزمایش

تمامی افراد بزرگسال مورد مطالعه، نسبت به مراحل انجام ارزیابی آگاهی کامل داشتند و در صورت تمایل وارد مطالعه می‌شدند. برای شرکت تمامی کودکان در مطالعه، رضایت‌نامه کتبی از والدین آن‌ها دریافت شد.

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار آماری اس.پی. اس.اس ویرایش ۱۶ استفاده شد. برای آمار توصیفی از محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی (میانگین و انحراف معیار) استفاده شد. جهت بررسی توزیع هنجار داده‌ها از آزمون K-S استفاده شد. جهت مقایسه میانگین متغیرهای مورد مطالعه در صورتی که توزیع داده‌ها دارای توزیع هنجار بودند، آزمون t مستقل و در صورتی که داده‌ها توزیع هنجار نداشتند، معادل غیر پارامتریک آن یعنی آزمون Wilcoxon به کار برده شد. سطح ۰/۰۵ به عنوان معیار معناداری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

آزمون VEMP به طور هنجار، در تمامی افراد به دست آمد. میانگین زمان انجام آزمون برای هر فرد، حدود ۱۰ دقیقه بود.

گردنی و همچنین پاتولوژی‌های فعال در گوش میانی و خارجی از مطالعه حذف شدند. برای بررسی وجود پاتولوژی‌های فعال در گوش از معاینه اتوسکوپی و آزمون تمپانومتري با دستگاه AZ۲۶ کمپانی اینتراکوستیک دانمارک استفاده شد.

در ادامه، نمونه‌ها تحت آزمون VEMP قرار گرفتند. پاسخ‌های VEMP با استفاده از دستگاه Charter کمپانی ICS دانمارک ثبت شدند. برای ثبت VEMP، الکتروود ناوارون‌گر روی یک سوم فوقانی عضلات SCM دو طرف، الکتروود وارونگر روی استخوان ترقوه و الکتروود زمین روی پیشانی قرار گرفت. امیدانس الکتروودها کمتر از ۱۰ کیلو اهم بود و پاسخ‌ها، ۵۰۰۰ برابر تقویت شد. برای ثبت پاسخ از فیلتر باند گذر ۱۰-۱۵۰۰ هرتز، پنجره زمانی ۵۰ میلی ثانیه و سرعت تحریک ۵ محرک در ثانیه استفاده شد. پاسخ‌های به دست آمده، ۱۰۰ بار نمونه گیری شدند. محرک مورد استفاده، تون برست ۵۰۰ هرتز با زمان خیز/افت و پلاتوی ۲-۰-۲ سیکل بر ثانیه بود.

برای فعال کردن عضله SCM از کودکان و بزرگسالان خواسته شد تا روی تخت به صورت سوپاین بخوابند. سپس، هر فرد می‌بایست سر خود را ۳۰ درجه به سمت بالا و ۳۰ درجه به سمت مخالف عضله مدنظر می‌چرخانید. همچنین، به منظور جلوگیری از مخدوش شدن نتایج به دلیل خستگی در عضلات گردن، پس از ثبت هر موج، یک الی دو دقیقه به آزمون شوندهاگان استراحت داده می‌شد.

مقادیر زمان نهفتگی p۱۳ و n۲۳ و دامنه ۱۳p-۲۳n با استفاده از محرک تون برست ۵۰۰ هرتز در سطح شدت ۱۲۵ دسی‌بل psSPL ثبت گردید. در هر سطح شدتی به منظور اطمینان از تکرار پذیری مناسب، دو موج ثبت شد و میانگین پاسخ‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به دلیل اعتبار پایین مقادیر دامنه، از نسبت دامنه‌ای بین دو گوش برای تفسیر استفاده شد. همچنین آستانه امواج در هر دو گوش مورد بررسی قرار گرفت. نمونه یک موج VEMP در یکی از نمونه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مقادیر نسبت دامنه‌ای و نهفتگی های n ۲۳ و p ۱۳ (بر حسب میلی ثانیه) در گروه کودکان و بزرگسالان

| متغیر | نهفتگی p ۱۳ | | نهفتگی n ۲۳ | | نسبت دامنه‌ای | |
|--------------|-------------|---------|-------------|---------|---------------|---------|
| | انحراف | میانگین | انحراف | میانگین | انحراف | میانگین |
| کودکان | ۱/۳۸ | ۱۴/۷۳ | ۴/۰۸ | ۸۱/۱۳ | ۷/۲۲ | ۰/۰۹ |
| بزرگسالان | ۱/۲۰ | ۱۴/۷۸ | ۳/۸۹ | ۸۵/۳۷ | ۶/۳۴ | ۰/۱۲ |
| مقدار احتمال | ۰/۷۴ | | ۰/۳۵ | | ۰/۸۱ | ۰/۹۸ |



حین آزمون، تمامی افراد از آرامش خوبی برخوردار بودند. جدول ۱ نشان دهنده میانگین مقادیر نهفتگی ۱۳p و ۲۳n، آستانه و نسبت دامنه‌ای برای تمامی کودکان و گروه هنجار بزرگسال می‌باشد. با مقایسه نسبت دامنه و نهفتگی‌ها، تفاوت‌های معناداری از نظر آماری به دست نیامد ($P = 0/74$) برای زمان نهفتگی $13p, 0/35P = 23n, 81/0P = 23n$ ، برای آستانه، $0P/98 =$ برای نسبت دامنه‌ای). در گروه کودکان، میانگین نهفتگی های ۱۳p و ۲۳n، به ترتیب $1/38 \pm 14/73$ و $4/08 \pm 21/93$ میلی ثانیه بود. هم چنین، میانگین نسبت دامنه‌ای $0/05 \pm 0/09$ بود. در گروه بزرگسالان، میانگین نهفتگی های ۱۳p و ۲۳n به ترتیب $1/20 \pm 14/78$ و $3/89 \pm 23/50$ میلی ثانیه بود. به علاوه، میانگین نسبت دامنه

$0/07 \pm 0/12$ بود. تجزیه و تحلیل آماری، نشان دهنده هیچ اختلاف معناداری میان مقادیر مربوط به نهفتگی های ۱۳p و ۲۳n و نسبت دامنه‌ای و آستانه بین دو گروه کودکان و بزرگسالان نمی‌باشد.

پاسخ‌های VEMP از هر دو طرف راست و چپ، نشان دهنده تفاوت‌های معنادار آماری برای نهفتگی و دامنه میان گروه کودکان و بزرگسالان نمی‌باشد (جدول ۲). مقایسه میان پاسخ‌های ۲۳n و ۱۳p در گروه کودکان، هیچ اختلاف معناداری را نشان نمی‌دهد. نتایج آماری مشابهی در گروه بزرگسالان دیده می‌شود. همچنین، تجزیه و تحلیل آماری نهفتگی های ۱۳p و ۲۳n در دو سمت راست و چپ در هر دو گروه کودکان و بزرگسالان، اختلاف معناداری را نشان نمی‌دهد (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین آستانه، نسبت دامنه‌ای، نهفتگی های ۱۳ p و ۲۳ n (بر حسب میلی ثانیه) در دو طرف راست و چپ، در گروه کودکان و بزرگسالان.

| نسبت دامنه | آستانه | | نهفتگی ۲۳ n | | نهفتگی ۱۳ p | | | | | | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | چپ | راست | چپ | راست | چپ | راست | | | | | | | | |
| انحراف میانگین معیار | انحراف میانگین معیار | انحراف میانگین معیار | انحراف میانگین معیار | انحراف میانگین معیار | انحراف میانگین معیار | انحراف میانگین معیار | | | | | | | | |
| کودکان | ۰/۰۵ | ۰/۰۹ | ۶/۷۴ | ۸۲/۰۴ | ۷/۵ | ۷۹/۰۸ | ۳/۲۵ | ۲۱/۹۳ | ۱/۶۲ | ۲۳/۱۷ | ۱/۳۴ | ۱۴/۶۲ | ۱/۳۶ | ۱۴/۸۳ |
| بزرگسالان | ۰/۰۷ | ۰/۱۲ | ۶/۰۶ | ۸۶ | ۶/۷۴ | ۸۳/۷۵ | ۲/۱۷ | ۲۳/۰۶ | ۲/۰۹ | ۲۴/۱۵ | ۱/۲۵ | ۱۴/۸۱ | ۱/۲۳ | ۱۴/۷۵ |
| مقدار | ۰/۱۵ | ۰/۱۰ | ۰/۰۹ | ۰/۷۰ | ۰/۵۱ | ۰/۶۵ | ۰/۰۵ | | | | | | | |

نتایج آزمون VEMP مشاهده نمی‌گردد و از این رو، می‌توان انتظار داشت که ساکول، فیبرهای اوران دهلیزی و هسته‌های دهلیزی به طور کامل در سن سه سالگی تکامل می‌یابند. در مقابل با نتایج به دست آمده در پژوهش ما، کلش و همکاران به ثبت داده‌های هنجار VEMP با استفاده از کلیک در خردسالان پرداختند. در این مطالعه، مقادیر هنجار نهفتگی ۱۳p و ۲۳n به ترتیب $(\pm 1/3)$ و $(\pm 1/4)$ و $17/6$ میلی ثانیه به دست آمدند. به علاوه، این محققین نشان دادند که در خردسالان (محدوده سنی ۵-۳ سال) به نسبت کودکان بالاتر از ۵ سال، ۲۳n با میانگین نهفتگی کمتری تنها در گوش چپ آشکار می‌گردد (۲۰). در همین راستا، شیخ‌الاسلامی و همکاران به مطالعه VEMP با تحریکات کوتاه مدت تن برست پرداختند. آن‌ها نشان دادند که نهفتگی ۲۳n در نوزادان به نسبت بزرگسالان، کمتر می‌باشد (۴). اختلافات میان این مطالعات و نتایج ما می‌تواند ناشی از نوع تحریکات مورد استفاده، سن متفاوت کودکان، نهفتگی های متفاوت میان گوش راست و چپ باشد.

بحث

آزمون VEMP به طور گسترده‌ای در گروه سنی بزرگسالان مورد بررسی قرار گرفته است (۸ و ۹). همچنین، این آزمون در پاتولوژی‌های گوش داخلی همچون سندروم Canal dehiscence (۱۴)، نوریت دهلیزی (۱۵)، سندروم منیر (۱۶)، سرگیجه وضعیتی حمله‌ای خوش‌خیم (۱۷)، کم شنوایی حسی عصبی عمیق (۱۸) و در جراحی گوش (همچون برداشتن عصب دهلیزی و کاشت حلزون) (۱۹) استفاده شده است. با این حال، این آزمون به طور محدود در گروه سنی کودکان استفاده شده است (۱۱-۱۳). داده‌های به دست آمده در پژوهش حاضر نشان دهنده آن می‌باشند که پارامترهای پایه‌ای آزمون (نهفتگی، آستانه و دامنه‌ای) در کودکان، مشابه داده‌های مربوط به بزرگسالان هنجار می‌باشند. در این تحقیق، میانگین نهفتگی ۱۳p و ۲۳n به ترتیب $1/38 \pm 14/73$ و $4/08 \pm 21/93$ میلی ثانیه بدون تفاوت آماری معنادار میان گوش راست و چپ می‌باشند. این نتایج گویای آن هستند که هیچ گونه اختلاف مرتبط با سن در



و در کنار سایر آزمون‌های معمول دهلیزی، به عنوان یک ابزار تشخیصی مفید برای بررسی عملکرد دهلیزی کودکان و بزرگسالان در نظر گرفته شود. در حقیقت، آزمون VEMP از مزایای مهمی برخوردار است: این که غیر تهاجمی است، به آسانی اجرا شده، گران نمی‌باشد و در تمامی گروه‌های سنی قابل اجرا می‌باشد.

داده‌های به دست آمده در این مطالعه و مطالعات پیشین (۱۱)، از اعتبار بالایی برخوردار بوده و می‌توانند به عنوان پارامترهای استاندارد قابل قبول مورد استفاده قرار گیرند. به علاوه، از جنبه بالینی می‌توان این یافته را متذکر گردید که پاسخ VEMP کودکان را می‌توان به آسانی در سن ۳ سالگی، مشابه بزرگسالان، ثبت نماییم.

در نهایت، می‌توان انتظار داشت که آزمون VEMP به تنهایی

منابع:

1. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994; 57:190-197
2. Sheykholeslami K, Kaga K. The otolithic organ as a receptor of vestibular hearing revealed by vestibular-evoked myogenic potentials in patients with inner ear anomalies. *Hear Res* 2002; 165: 62-67
3. Sheykholeslami K, Habiby Kermany M, Kaga K. Frequency sensitivity range of the saccule to bone-conducted stimuli measured by vestibular evoked myogenic potentials. *Hear Res* 2001;160: 58-62
4. Sheykholeslami K, Kaga K, Megerin CA. Vestibular-evoked myogenic potentials in infancy and early childhood. *Laryngoscope* 2005; 115:1440-1444
5. Watson SRD, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes evoked by short-duration galvanic stimulation in man. *J Physiol* 1998; 513: 587-597
6. Sheykholeslami K, Habiby Kermany M, Kaga K. Bone-conducted vestibular evoked myogenic potentials in patients with congenital atresia of the external auditory canal. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2001; 57: 25-29
7. Shinjo Y, Jin Y, Kaga K. Assessment of vestibular function of infants and children with congenital and acquired deafness using the ice-water caloric test, rotational chair test and vestibular-evoked myogenic potential recording. *Acta Otolaryngol* 2007; 127: 736-747
8. Lewis A, Mustain W, Xu Y, Eby T, Zhou W. Frequency tuning in the tone burst-evoked myogenic potentials in extraocular muscles in normal human subjects. *J Otolaryngol Head Neck Surg* 2010; 39(5): 491-7
9. Todd NP, Rosengren SM, Govender S, Colebatch JG. Single trial detection of human vestibular evoked myogenic potentials is determined by signal-to-noise ratio. *J Appl Physiol* 2010; 109(1): 53-9
10. Rauch S. Vestibular evoked myogenic potentials. *Otolaryngology & Head and Neck Surgery* 2006; 14: 299-304
11. Picciotti PM, Fiorita A, Nardo W, Calo L, Scarano E, Paludetti G. Vestibular evoked myogenic potentials in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2007; 71: 29-33
12. Zhou G, Gopen Q. Characteristics of vestibular evoked myogenic potentials in children with enlarged vestibular aqueduct. *Laryngoscope* 2011; 121(1): 220-5
13. Shall MS. The importance of saccular function to motor development in children with hearing impairments. *Int J Otolaryngol.* 2009; 2009: 1-5
14. Modugno GC, Magnani G, Brandolini C, Savastio G, Pirodda A. Could vestibular evoked myogenic potentials (VEMPs) also be useful in the diagnosis of perilymphatic fistula? *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2006; 263: 552-555
15. Chen CW, Young YH, Wu CH. Vestibular neuritis: threedimensional videonystagmography and vestibular evoked myogenic potential results. *Acta Otolaryngol* 2000; 120: 845-848
16. Picciotti PM, Fiorita A, Di Nardo W, Quaranta N, Paludetti G, Maurizi M. VEMPs and dynamic posturography after intratympanic gentamycin in Menie`re's disease. *J Vestib Res* 2005; 15: 161-168
17. Rambold H, Heide W, Helmchen C. Horizontal canal benign paroxysmal positioning vertigo with ipsilateral hearing loss. *Eur J Neurol* 2004; 11: 31-35
18. Wu CL, Young YH. Vestibular evoked myogenic potentials in acute low-tone sensorineural hearing loss. *Laryngoscope* 2004; 114: 2172-2175
19. Ernst A, Todt I, Seidl O, Eisenschenk A, Blodow A, Basta DB. The application of vestibular-evoked myogenic potentials in otoneurosurgery. *Otol Head Neck Surg* 2006; 135: 286-290
20. Kelsch TA, Schaefer LA, Esquivel CR. Vestibular evoked myogenic potentials in young children: test parameters and normative data. *Laryngoscope* 2006; 116: 895-900