

Test-retest Reliability of vestibular evoked myogenic potential components in air and bone conduction procedures in normal subjects

Homa Zarrinkoob¹, Iman Jalilvand^{2*}, Majid Ashrafi³, Alireza Akbarzadeh-Baghban⁴

1. Lecturer of Audiology, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran. Iran
2. Student Research Committee, MSc Student of Audiology, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran. Iran (Corresponding author) au.imanjalilvand@yahoo.com
3. PhD candidate of Audiology and Lecturer, Department of Audiology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran. Iran
4. Associate professor of Biostatistics, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Article Received on: 2015.1.7

Article Accepted on: 2015.6.22

ABSTRACT

Background and Aim: The purpose of this study was to evaluate the reliability of the vestibular evoked myogenic potential (VEMP) response in clinics where only a feedback method is available for monitoring background EMG.

Materials and Methods: forty healthy young subjects (mean age of 23/62 years old) participated in the investigation of the within-session reliability. They were retested again after 2 to 3 days for the between-session reliability. VEMPs were recorded in air and bone conduction procedures using 500 Hz tone bursts with durations of 4 and 7 milliseconds and use of feedback method for control of muscle contraction.

Results: The intraclass correlation coefficient value for air conduction was found to have fair-to-good reliability and for bone conduction (4 millisecond) the correlation was found to be fair-to-good. For bone conduction (7 millisecond) the correlation was found to be poor-to-good. The latency of n23 was more reliable than the latency of p13. For AC procedure amplitudes were more reliable than the latencies but for BC procedure latencies were more reliable than amplitudes. Overall air conduction procedure was more reliable than bone conduction procedure.

Conclusion: Overall, VEMP response parameters were found to have fair to good test-retest reliability. The feedback method revealed that the results of this study are comparable to other data in the literature where different test conditions were applied. Clinicians should consider these findings when interpreting VEMP responses

Keywords: Test-retest reliability, air conduction, bone conduction, cVEMP, feedback method

Cite this article as: Homa Zarrinkoob, Iman Jalilvand, Majid Ashrafi, Alireza Akbarzadeh-Baghban. Test-retest Reliability of vestibular evoked myogenic potential components in air and bone conduction procedures in normal subjects. J Rehab Med. 2015; 4(3): 74-84.

بررسی تکرارپذیری اجزای پاسخ های عضلانی برانگیخته دهلیزی در ثبت از راه هوایی و استخوانی در افراد هنجار

هما زرین کوب^۱، ایمان جلیوند*^۲، مجید اشرفی^۳، علیرضا اکبرزاده باغبان^۴

۱. مربی گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توابعی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. کمیته پژوهشی دانشجویی، کارشناس ارشد شنوایی شناسی، دانشکده علوم توابعی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. دانشجوی دکتری شنوایی شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران، مربی گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توابعی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴. دانشیار آمار زیستی، گروه علوم پایه، دانشکده علوم توابعی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

مقدمه و اهداف

هدف از این مطالعه بررسی تکرارپذیری اجزای پاسخ های عضلانی برانگیخته دهلیزی با محرک تن برست در ثبت از راه هوایی و استخوانی در افراد هنجار در کلینیک های که تنها روش فیدبک برای کنترل میزان انقباض عضله قابل دسترسی است.

مواد و روش ها

۴۰ فرد جوان هنجار در (۱۹ تا ۳۰ سال با میانگین سنی ۲۳/۶۲ سال) در این بررسی شرکت کردند. آزمون Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential (cVEMP) در دو مرحله با فاصله ی زمانی دو تا سه روز و دو روش ثبت هوایی و استخوانی با محرک تن برست ۵۰۰ هرتز با دیوریشن های ۴ و ۷ میلی ثانیه و استفاده از روش فیدبک برای کنترل میزان انقباض عضله انجام شد.

یافته ها

میزان تکرارپذیری پارامترهای آزمون cVEMP در روش Air Conduction (AC) در محدوده ای ضعیف تا خوب و حتی عالی، در روش Bone Conduction (BC) با دیورشن ۴ میلی ثانیه در محدوده ای ضعیف تا خوب و در روش BC با دیورشن ۷ میلی ثانیه در محدوده ای خیلی ضعیف تا خوب قرار دارد. زمان نهفتگی n23 نسبت به p13 پایاتر است و در روش AC دامنه ها پایاتر از زمان نهفتگی بود ولی در روش BC زمان نهفتگی پایاتر از دامنه ها بود، در کل پایایی روش AC بیشتر از روش BC است.

نتیجه گیری

روش فیدبک نشان داد که نتایج این بررسی با سایر مطالعات که در شرایط مختلفی انجام شده قابل مقایسه است و در کل می توان گفت تکرارپذیری پارامترهای آزمون cVEMP در محدوده ای ضعیف تا خوب قرار دارد. و توصیه می شود کلینیسین ها در هنگام تفسیر پاسخ های آزمون cVEMP از یافته های این پژوهش استفاده کنند.

واژه های کلیدی

تکرارپذیری، ثبت هوایی، ثبت استخوانی، پاسخ های عضلانی برانگیخته دهلیزی گردنی، روش فیدبک

پذیرش مقاله ۱۳۹۴/۴/۱ *

* دریافت مقاله ۱۳۹۳/۱۰/۱۷

نویسنده مسئول: ایمان جلیوند. تهران، خیابان دماوند. دانشکده علوم توابعی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. گروه شنوایی شناسی.

تلفن: ۰۹۱۸۷۲۹۸۳۶۷

ایمیل: au.imaanjalilvand@yahoo.com

مقدمه و اهداف

سرگیجه و گیجی یکی از شایع ترین علل مراجعه ی بیماران خصوصا گروه سالمندان به پزشک است^[۱]. برای سرگیجه و گیجی علل زیادی در نظر گرفته میشود، معمولا رایجترین ارزیابی که برای بیماران مبتلا به سرگیجه و عدم تعادل در ابتدا توصیه می شود، انجام آزمون ویدئو نیستاگموگرافی^{۳۳} است^[۲]، ولی انجام این آزمون در مواردی به دلایل مختلف امکان پذیر نیست. از طرفی این آزمون اساسا عملکرد مجاری نیمدایره ی افقی، بخش فوقانی عصب دهلیزی و سیستم اکولوموتور و مسیرهای تعادلی در هسته های دهلیزی در ساقه ی مغز را بررسی می کند، و هیچگونه اطلاعاتی در مورد عملکرد اتولیت ها (اتریکول و ساکول) و بخش تحتانی عصب دهلیزی بدست نمی آورد^[۴]. برخلاف مجاری نیمدایره که به شتاب زاویه ای حساس هستند، ارگان های اتولیت(اتریکول و ساکول) به شتاب خطی (جاذبه) حساسیت دارند که به ثبات و جهت یابی ما در فضا کمک می کنند^[۳] شواهدی وجود دارد که نشان می دهد ساکول می تواند با صوتی با شدت بالا پاسخ دهد^[۴-۱۲]. آزمون VEMP^{۳۴} در طیف وسیعی از موارد تشخیصی شامل اختلالات اتولوژی، نوروپاتی و ضایعات ساقه ی مغز استفاده می شود^[۱۳]. این آزمون (پتانسیل های برانگیخته دهلیزی) پاسخی از عضلات به ویژه عضلات استرنوکلوئید ماستوئید و عضلات خارج چشمی به محرکات صوتی، ارتعاشی و ضربه ای است که بر اساس مکان الکتروگداری به دو دسته ی oVEMP^{۳۵} و cVEMP^{۳۶} تقسیم می شود.

امروزه cVEMP به عنوان یکی از آزمون های ارزشمند برای ارزیابی اختلالات دهلیزی و ورای دهلیزی از قبیل بیماری منیر^[۱۴]، تومور آکوستیک^[۱۵]، نوریت وستیبولار^[۱۶]، اسکروز متعدد^[۱۷]، سندرم رامسی هانت^[۱۸]، اتساع قنات دهلیزی^[۱۹] (LVA) و سرگیجه ی وضعیتی خوش خیم در بزرگسالان و حتی کودکان^[۲۰] استفاده می شود.

یکی از محدودیت های آزمون cVEMP در روش ثبت هوایی این است که پاسخها بسته به میزان مشکل انتقالی ملایم تا متوسط کاهش می یابند^[۲۱-۲۲] بنابراین دو روش تحریک ضربه زدن و ثبت استخوانی، بعنوان روش های مناسبی برای غلبه بر این مشکل معرفی شده اند^[۲۲-۲۳]. روش ضربه زدن جایگزینی مناسبی برای روش مرسوم VEMP است؛ ولی یکی از مشکلات موجود در روش ضربه زدن،^{۳۹} مشکل در کالیبراسیون محرک است. بنابراین روش ثبت استخوانی (BC)^{۴۰} برای برطرف کردن این مشکل (کالیبراسیون محرک) معرفی شده است^[۲۳]. تا کنون مطالعات زیادی به بررسی تکرارپذیری و پایایی پتانسیل های عضلانی برانگیخته دهلیزی گردنی در روش AC براساس نوع محرک (کلپک، تون برست) و حالات مختلف کنترل میزان انقباض عضله SCM پرداخته اند که نتایج این مطالعات چندان با هم همخوانی ندارند. در حال حاضر دستگاه های ثبت آزمون cVEMP در بسیاری از کلینیک های شنوایی و تعادل فاقد توانایی ارزیابی^{۴۱} EMG به صورت خودکار هستند که در این کلینیک ها برای کنترل میزان انقباض عضله از روش فیدبک استفاده می شود. اخیرا هم مقایسه ی تکرارپذیری این آزمون در دو روش AC و BC مورد توجه قرار گرفته است که هنوز اطلاعات زیادی در این زمینه بدست نیامده است. بنابراین برای دستیابی به یک نظر واحد و افزایش کیفیت روشهای بررسی، مطالعات بیشتر در این زمینه ضرورت دارد. از طرفی با توجه به شیوع نسبتا بالای گیجی و سرگیجه در گروه های مختلف سنی بویژه در سالمندان و همچنین با توجه به اهمیت و کاربرد گسترده ی آزمون cVEMP در تشخیص بیماری های مختلف (از قبیل بیماری منیر، تومور آکوستیک، نوریت وستیبولار، اسکروز متعدد، سندروم رامسی هانت، اتساع قنات دهلیزی (LVA) و سرگیجه ی وضعیتی خوش خیم) در بزرگسالان و حتی کودکان و اینکه آزمونی ارزان، آسان، سریع، معتبر و غیرتهاجمی است که می تواند در تکمیل نتایج ارزیابی مربوط سرگیجه و گیجی و در افتراق بسیاری از اختلالات دهلیزی از ورای دهلیزی کمک کننده باشد، همچنین با توجه به اهمیت آزمون BC CVEMP در بیماران مبتلا به مشکلات انتقالی و افراد حساس به اصوات بلند، برای به حداکثر رساندن توانایی این آزمون در بررسی ارگان اتولیتی ساکول و بخش تحتانی عصب دهلیزی به روشی نیاز داریم که بتواند نتایج معتبری فراهم کند. در این مطالعه قصد داریم به بررسی تکرارپذیری اجزای پاسخ cVEMP یعنی دامنه قله های p13 و n23، زمان نهفتگی قله ها، فواصل بین قله ها و نسبت عدم تقارن بین دو گوش با دو روش AC و BC در کلینیک ها ی که برای کنترل میزان انقباض عضله تنها از روش فیدبک استفاده می کنند، بپردازیم.

³³ Videonystagmography

³⁴ Vestibular Evoked Myogenic Potential

³⁵ Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potential

³⁶ Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential

³⁷ Ramsay Hunt

³⁸ Large Vestibular Aqueduct

³⁹ Skull Tap

⁴⁰ Bone Conduction

⁴¹ Electromyography

مطالعات مختلفی در این زمینه انجام شده برای مثال Versino به مطالعه ی آزمون cVEMP در گروهی از افراد هنجار با روش AC پرداختند. در این بررسی بیش از ۳ بار در هر نفر آزمون تکرار شد و از رویکرد انقباض دو طرفه عضله SCM (فشار دادن روی پیشانی فرد) استفاده شد. در نهایت مشخص شد تکرارپذیری (که از فاکتور ICC^{۴۲} استفاده شده بود) برای تمام پارامترها (زمان نهفتگی و دامنه قله های p13-n23) به جز نسبت عدم تقارن دامنه های p13-n23، خوب (0/۷۵ > ICC) بود.^[۲۴] Isaradisaikul به بررسی و آنالیز تکرارپذیری آزمون cVEMP با روش AC بر روی ۲۰ نفر از افراد هنجار با استفاده از تن برست ۵۰۰ هرتر پرداختند. این افراد در شرایط استفاده و عدم استفاده از EMG برای کنترل میزان انقباض عضله SCM در دو مرحله با فاصله زمانی ۱ تا ۴ هفته مورد بررسی آزمون cVEMP قرار گرفتند. مشخص شد که دامنه های p13-n23 تکرارپذیری عالی (0/۷۵ > ICC) دارند در حالی که تکرارپذیری آستانه و زمان نهفتگی امواج در محدوده ی ضعیف تا خوب بود (0/۴ تا 0/۷). البته به استثناء اینکه تکرارپذیری ضعیفی برای زمان نهفتگی p13 در شرایطی که از EMG استفاده می شد وجود داشت به طور کلی تکرار پذیری پارامترهای پاسخ cVEMP در محدوده ی ضعیف تا خوب بود و میزان ICC برای دامنه نسبت به زمان نهفتگی قله ها بالاتر بود و همچنین زمان نهفتگی n23 نسبت به p13 ثابت و پایایی بیشتری داشت.^[۲۵]

Maes به بررسی تکرارپذیری آزمون cVEMP با روش AC در حالتی که تنها از روش فیدبک برای کنترل میزان انقباض عضله SCM استفاده شد، پرداخت. مشخص شد که روش فیدبک از نظر زمان نهفتگی و دامنه در مقایسه با سایر مقالات که در شرایط مختلفی انجام شده بود تکرارپذیری عالی دارد (0/۷۵ > ICC). همچنین تکرارپذیری خوبی با معیار ICC در محدوده ی 0/۷۸ تا 0/۹۶ برای زمان نهفتگی p13، n23، آستانه و فواصل بین قله ای حاصل شد. بعلاوه تکرارپذیری خوبی با معیار ICC از محدوده ی 0/۶۵ تا 0/۶۸ برای نسبت غیرقرینگی بدست آمد.^[۲۶]

در مطالعه ی Vanspauwen با بررسی تعیین محدوده ی هنجار و آنالیز تکرارپذیری پارامترهای آزمون cVEMP با روش AC بر روی ۳۰ نفر از افراد نرمال با استفاده از روش فیدبک برای کنترل میزان انقباض عضله و معیار ICC، تکرارپذیری عالی (0/۷۵ > ICC) را برای پارامترهای آزمون cVEMP نشان داد؛ البته به غیر از موج p13 و دامنه ی اصلاح شده که تکرارپذیری در محدوده ی ضعیف تا خوب (0/۴ تا 0/۷۵) نشان داد.^[۲۷]

Eleftheriadou به ارزیابی تکرارپذیری اجزای پاسخ آزمون cVEMP با روش AC در ۷۵ نفر از افراد نرمال پرداختند. در این مطالعه از رویکرد انقباض یکطرفه (چرخش سر) برای انقباض عضله ی SCM استفاده شد. نتایج نشان داد که تکرارپذیری خوبی (0/۷۵ > ICC) برای دامنه ها و بعضی از زمان نهفتگی ها وجود دارد و تکرارپذیری ضعیفی (0/۳ تا 0/۴) برای سایر زمان نهفتگی ها و IAD p33-n44 و همچنین تکرارپذیری خیلی ضعیفی (0/۳ < ICC) برای IAD p13-n23 وجود دارد.^[۲۸]

Kimanh D به بررسی تکرارپذیری و تعیین اثر سن بر روی آزمون های oVEMP و cVEMP در روشهای AC و BC بروی ۵۳ داوطلب هنجار پرداختند. تمامی این افراد تحت آزمون های oVEMP و cVEMP از طریق ثبت هوایی با محرک کلیک و تن برست ۵۰۰ هرتر و ثبت استخوانی در نقطه ی بالای پیشانی (Fz) با چکش رفلکس^{۴۳} و مبدل لرزاننده^{۴۴} قرار گرفتند. در این بررسی مشخص شد دامنه پاسخ oVEMP تکرارپذیری خوبی برای هر ۴ تحریک دارد (0/۷۵ > ICC) و دامنه ی cVEMP تکرارپذیری خوبی برای تحریک ضربه زدن دارد ولی برای سایر روش های تحریک تکرارپذیری در محدوده ی ضعیف تا خوب بود. تکرارپذیری نسبت غیرقرینگی آزمون oVEMP برای محرک کلیک عالی بود ولی برای سایر محرکها در محدوده ی ضعیف تا خوب گزارش شد (0/۴ تا 0/۷۵). تکرارپذیری نسبت غیرقرینگی آزمون cVEMP برای محرک کلیک و روش ضربه زدن در محدوده ی ضعیف تا خوب بود (که میزان تکرارپذیری در روش AC به ترتیب برای دامنه قله ی p13-n23 0/۶۸، و برای AR معادل 0/۲۷، بود و برای محرک چکشی میزان تکرارپذیری به ترتیب برای دامنه قله ی p13-n23 معادل 0/۵۴، و برای AR معادل 0/۷۵، برای محرک لرزاننده میزان تکرارپذیری به ترتیب برای دامنه قله ی p13-n23 معادل 0/۴۳، و برای AR معادل 0/۳۰، بود).^[۲۹]

در مطالعه ی Matthew L به بررسی تکرارپذیری آزمون cVEMP با روش AC در ۸ نفر از افراد هنجار با دو محرک کلیک و تن برست ۵۰۰ هرتر و با دو حالت استفاده و عدم استفاده از روش مانیتورینگ انقباض عضله ی SCM (EMG) در دو مرحله با فاصله زمانی ۲ تا ۴

⁴² Intraclass Correlation Coefficient

⁴³ Reflex Hammer

⁴⁴ Mini Shaker

هفته پرداختند. در این مطالعه قله ی p13 (با ویژگی ۸۲/۲۵ درصد) نسبت به قله ی n23 (با ویژگی ۷۰/۵۰ درصد) با ثباتتر بود، این محققین نتیجه گرفتند که موج p13 نسبت به n23 ویژگی بالاتری در شناسایی افراد نرمال دارد^[۳۰].

در مطالعه ی Vir به بررسی تکرارپذیری پارامترهای آزمون cVEMP بر روی ۱۵ نفر از افراد هنجار با محرک کلیک پرداختند. زمان نهفتگی n23 نسبت به p13 پایاتر بود. P- Value برای دامنه های بین قله ی p13-n23 در محدوده ای ضعیف تا خوب بود در مجموع پارامترهای پاسخ از نظر تکرارپذیری در محدوده ی ضعیف تا خوب بود^[۳۱].

در مطالعه ی Kathleen به ارزیابی مقایسه ی پاسخ های AC و BC بر روی ۲۲ نفر از افراد نرمال پرداخته شد و دامنه ی پاسخ ها در روش BC بزرگتر از روش AC بود. روش BC نسبت به روش AC زمان نهفتگی پاسخها ی cVEMP دارای تغییرپذیری کمتری هستند در حالی که دامنه های پاسخ cVEMP در روش AC دارای تغییرپذیری کمتری بودند^[۳۱].

Qian به بررسی آزمون cVEMP با روش AC در حالتی که از روش فیدبک برای کنترل میزان انقباض عضله SCM استفاده شد، پرداختند. میزان ICC در ۹ نفر از افراد که در ۳ هفته ی پیایی مورد ارزیابی آزمون مجدد قرار گرفتند، برای میانگین زمان نهفتگی قله ی p13 معادل ۰/۸ و برای میانگین زمان نهفتگی قله ی n23 معادل ۰/۹۳ و برای دامنه قله ی های p13 و n23 معادل ۰/۹۷ بود^[۳۲]. همانطور که مشاهده می شود در این مقالات پژوهشی اکثرا تکرارپذیری آزمون cVEMP با روش AC بررسی شده که نتایج این مطالعات کاملا با هم همخوانی ندارند. همچنین این مطالعات کمتر به مقایسه ی تکرارپذیری آزمون cVEMP در دو روش AC و BC پرداخته اند و اطلاعات زیادی در این زمینه وجود ندارد؛ در حال حاضر دستگاه های ثبت آزمون cVEMP در بسیاری از کلینیک های شنوایی و تعادل فاقد توانایی ارزیابی EMG به صورت خودکار هستند که در این کلینیک ها برای کنترل میزان انقباض عضله از روش فیدبک استفاده می شود. بنابراین برای به حداکثر رساندن مزایای این آزمون نیاز است که آزمونگر به پروتکل ایده آل و اطلاعات پایایی برای انجام این آزمون دسترسی داشته باشد. بنابراین باتوجه به اهمیت این دو روش، برای دستیابی به یک نظر واحد و افزایش کیفیت روشهای بررسی، مطالعات بیشتر در این زمینه ضرورت دارد.

مواد و روش ها

مطالعه توصیفی - مقطعی از نوع ارزیابی دقت تشخیص حاضر با روش نمونه گیری غیرتصادفی، روی ۴۰ فرد هنجار (۲۰ مرد و ۲۰ زن) در محدوده سنی ۱۹ تا ۳۰ با میانگین سنی ۲۳/۶۲ سال در کلینیک شنوایی شناسی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، طی ۲ ماه اجرا شد. نداشتن سابقه مشکل شنوایی و عدم سابقه هرگونه سرگیجه، ضربه به سر و گردن یا تصادف، اختلال نورولوژیک و مشکلات گردنی، عدم استفاده از هرگونه داروی آرامبخش و خواب آور و روان گردان، دارا بودن BMI^{۴۵} نرمال، عدم انجام تمرینات ورزشی بصورت حرفه ای و راست دست بودن به عنوان معیارهای ورود به مطالعه در نظر گرفته شد. برای بررسی و رعایت موارد ذکر شده از پرسشنامه هایی که به همین منظور طراحی شده بود و نیز از آزمونهای شنوایی استفاده شد. در این مطالعه در تمامی مراحل فرد آزمایشگر و محیط آزمایش ثابت بود. بعد از تعیین حجم نمونه، ۴۰ فرد از بین دانشجویان دانشکده توانبخشی شهید بهشتی (دختر و پسر) انتخاب شدند. افراد علاقه مند به شرکت در پژوهش، ابتدا بصورت شفاهی با روش اجرای طرح آشنا شدند و پس از کسب رضایتنامه و تکمیل پرسشنامه ادینبورگ، از آنها تاریخچه گیری شد. در ادامه جهت بررسی سلامت گوش خارجی، میانی و داخلی، آزمایشات اتوسکوپی، ادیومتری تون خالص و آزمایش ایمیتانس آکوستیک در فرکانسهای ۲۵۰-۸۰۰ هرتز انجام شد. دارا بودن نشانه های پرده تمپان سالم در اتوسکوپی، تیمپانومتري Type An، ثبت رفلکس دگرسویی و همان سوئی در فرکانسهای ثبت ۴۰۰-۵۰۰ هرتز و ثبت آستانه های هوایی و استخوانی زیر ۱۵ دسی بل (و اطمینان از عدم فاصله بین آستانه های آستانه های هوایی و استخوانی) در ادیومتری تن خالص به عنوان شنوایی هنجار در نظر گرفته شد. افراد واجد معیارهای ورود به مطالعه پس از آماده سازی تحت آزمایش cVEMP با دستگاه ثبت آزمون cVEMP مدل ICS CHARTR EP 200 ساخت کشور دانمارک در دو روش انتقال هوایی و استخوانی قرار گرفتند. پارامترهای ثبت پاسخ در این مطالعه محرک تون برست ۵۰۰ هرتز با دیوریشن های ۴ میلی ثانیه (زمان افت و خیر ۲ میلی ثانیه و پلاتو صفر میلی ثانیه) و ۷ میلی ثانیه (زمان افت و خیر ۲ میلی ثانیه و پلاتو ۳ میلی ثانیه) [۳۳] و با شدت dBnHL ۹۵ از طریق هدفن اینرست کالیبره شده و شدت dBnHL ۵۵ از طریق بن ویراتور B71 [۳۴] و سرعت تکرار ۵/۱ Hz [۳۳] با پنجره ی زمانی ۱۰۰ میلی ثانیه [۳۴] و فیلتر باند گذر ۲۰۰-۱۰ هرتز [۳۵] با قطبیت انبساطی [۳۵] می باشد.

⁴⁵ Body Mass Index

برای منقبض نگه داشتن عضله‌ی SCM در حین آزمون از فرد در حالی که روی صندلی نشسته بود، خواسته می شد سر خود را ۳۰ درجه به سمت جلو خم کند و ۴۵ درجه به سمت گوش مخالف بچرخاند و در تمام طول آزمون این حالت را حفظ کند. به منظور کنترل انقباض عضلانی یکسان در طول آزمون از روش فیدبک استفاده شد. در این روش کیسه هوای یک دستگاه فشارسنج ساده تا بیست میلی متر جیوه باد شد و فرد آزمایش شونده کیسه را بین چانه و دست مقابل قرار داد و با وارد کردن فشار روی کیسه هوا عقربه فشارسنج را روی ۴۰ میلی متر جیوه ثابت نگه داشت [۳۳].

پاسخها در پی ارائه ۱۰۰ تحریک میانگین‌گیری شد و در نهایت آزمون در هر گوش دو بار تکرار شد تا از تکرارپذیری پاسخ اطمینان حاصل شود. بعلاوه برای رفع اثرات خستگی روی نتایج آزمون cVEMP پس از هر ثبت به مدت ۳ دقیقه به آزمایش شونده استراحت داده شد [۳۵]. آزمون cVEMP در دو مرحله انجام شد، در مرحله ی اول و دوم مشخصات پاسخها ی cVEMP در دو روش AC و BC ثبت شد. فاصله ی بین مرحله ی اول و دوم دو تا سه روز است. در هر دو مرحله از گوش راست شروع کردیم. در این مطالعه از الکترودهای سطحی برای ثبت cVEMP استفاده شد، روش آرایش الکترودی مورد استفاده براساس بسیاری از مطالعات انجام شده بدین صورت است که الکتروود فعال بر روی نیمه‌ی فوقانی عضله‌ی SCM، الکتروود مرجع (منفی) بر روی انتهای خارجی قسمت فوقانی استخوان جناغ و الکتروود زمین بر روی پیشانی قرار می‌گیرد [۳۶]. پس از اتصال الکترودها امپدانس ها آنها بررسی شد تا همواره کمتر از ۵ کیلو اهم باشد. کلیه آزمایش های انجام شده در این پژوهش غیر تهاجمی بوده و در سطوح ارائه تحریکات مخاطره آمیز نبوده، افراد به صورت داوطلبانه و با رضایت کامل در این پژوهش شرکت کردند.

در جدول ۱ زیر میزان ICC براساس مطالعات مشابه [۲۰،۲۷،۲۸] در این بررسی اینگونه توصیف می شود:

جدول ۱: میزان ICC براساس مطالعات مشابه	
توضیحات	میزان ICC
تکرارپذیری کامل	ICC=۱۰۰
تکرارپذیری خوب یا عالی	ICC≥۷۵
تکرارپذیری ضعیف تا خوب	۷۵ ≥ ICC ≥ ۴۰
تکرارپذیری ضعیف	ICC > ۴۰

در این مطالعه از روش آماری توصیفی و تحلیلی استفاده شد، در آمار توصیفی از شاخص های ICC آماری، جداول و نمودارها و در آمار تحلیلی از شاخص های از قبیل ICC، ضریب همبستگی و آزمون t زوجی استفاده شد. خطای نوع اول در این تحقیق ۰/۰۵ در نظر گرفته می شود، لذا مقادیر احتمال کمتر از آن از نظر آماری معنی دار خواهد بود تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

انجام پژوهش حاضر به تأیید معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی رسیده و کلیه ملاحظات اخلاقی از جمله رضایت شرکت کنندگان و محرمانه بودن اطلاعات آنان رعایت شده است.

یافته ها

در مطالعه حاضر روی ۲۰ مرد و ۲۰ زن و در کل ۴۰ فرد جوان هنجار در محدوده سنی ۱۹ تا ۳۰ سال با میانگین ۲۳/۶۲ سال و انحراف معیار ۲/۹۲ اجرا شد. با توجه به توزیع هنجار داده ها در متغیرهای مورد بررسی، در تحلیل داده ها از روشهای آماری پارامتریک استفاده شد و نتایج زیر به دست آمد

به کمک آزمون t زوجی مشخص شد که در دو روش AC و BC با دیوریشن های ۴ و ۷ میلی ثانیه میانگین دوبار اندازه گیری زمان نهفتگی قله های p13 و n23، زمان نهفتگی فواصل بین قله های p13 و n23 و دامنه قله ی کمپلکس n23-p13 در گوش راست باهم اختلاف نداشتند و نیز در گوش چپ هم اختلافی دیده نشد (P>۰/۰۵).

همچنین میانگین زمان نهفتگی قله های p13 و n23، میانگین زمان نهفتگی فواصل بین قله های p13 و n23 و میانگین دامنه قله ی کمپلکس n23-p13 در دو گوش راست و چپ در هر یک از روش های AC و BC با دیوریشن های ۴ و ۷ میلی ثانیه تفاوت معناداری باهم ندارند

در این بررسی میانگین زمان نهفتگی قله ی p13 و n23 و میانگین زمان نهفتگی فواصل بین قله های p13 و n23 در دو روش AC و BC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه تفاوت چشمگیری باهم ندارند، ولی میانگین زمان نهفتگی p13 و n23 و میانگین زمان نهفتگی فواصل بین قله های p13 و n23 در روش BC با دیوریشن ۷ میلی ثانیه در مقایسه با دو روش AC و BC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه افزایش یافته بود، از طرفی میزان تکرارپذیری زمان نهفتگی قله های p13 در روش های AC و BC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه و در روش BC با دیوریشن ۷ میلی ثانیه یکسان بود (در محدوده ای ضعیف تا خوب (۰/۶۷). همچنین میزان تکرارپذیری زمان نهفتگی قله های n23 در روش های AC و BC با دیوریشن های ۴ و ۷ میلی ثانیه نیز تقریباً یکسان بود با این تفاوت که در روش های AC و BC با دیوریشن های ۴ میلی ثانیه (در محدوده ای خوب یا عالی (۰/۷۸) نسبت به روش BC با دیوریشن ۷ میلی ثانیه (در محدوده ای ضعیف تا خوب (۰/۶۶) نسبتاً پایتر بود و میزان تکرارپذیری زمان نهفتگی فواصل بین قله های p13 و n23 در روش های AC و BC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه و در روش BC با دیوریشن ۷ میلی ثانیه در یک محدوده از میزان تکرارپذیری قرار داشتند (در محدوده ای ضعیف تا خوب)، که البته میزان تکرارپذیری زمان نهفتگی فواصل بین قله های p13 و n23 در روش AC (RICC=۰/۷۶ و LICC=۰/۷۲) نسبت به روش BC با دیوریشن ۷ میلی ثانیه (RICC=۰/۶۸ و LICC=۰/۵۸) و BC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه (RICC=۰/۵۵ و LICC=۰/۶۶) نسبتاً پایتر بود.

همچنین میزان تکرارپذیری دامنه قله ی کمپلکس n23 - p13 در روش AC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه در محدوده ای خوب (۰/۸۵ تا ۰/۸۶) قرار داشت در حالی که در روش BC با دیوریشن ۴ و ۷ میلی ثانیه در محدوده ای ضعیف تا خوب قرار داشتند (۰/۵۱ تا ۰/۷۴) که البته به استثناء اینکه میزان تکرارپذیری دامنه قله ی کمپلکس n23 - p13 برای روش BC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه برای گوش راست در محدوده ای ضعیف (RICC=۰/۳۲) قرار داشت. در مجموع می توان گفت که میانگین اندازه و پایایی دامنه قله ی کمپلکس n23 - p13 در روش AC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه نسبت به روش BC با دیوریشن ۴ و ۷ میلی ثانیه بیشتر و پایتر است و همچنین در روش BC با دیوریشن ۷ میلی ثانیه نسبت به دیوریشن ۴ میلی ثانیه نسبتاً بیشتر و پایتر است. همچنین میزان تکرارپذیری نسبت اختلاف دامنه در دو گوش کمپلکس n23 - p13 در روش AC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه در محدوده ای عالی (۰/۷۵) قرار داشت در حالی که در روش BC با دیوریشن ۴ و ۷ میلی ثانیه در محدوده ای ضعیف قرار داشتند (۰/۳۶ تا ۰/۲۴) که در مجموع می توان گفت که پایایی دامنه قله ی کمپلکس n23 - p13 در روش AC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه نسبت به روش BC با دیوریشن های ۴ و ۷ میلی ثانیه پایتر است و در روش BC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه نسبت به دیوریشن ۷ میلی ثانیه نسبتاً پایتر است.

در جدول ۲ میزان تکرارپذیری پارامترهای آزمون cVEMP در هریک از روش های AC و BC با دیوریشن های مختلف ارائه شده است.

جدول ۲: میزان تکرارپذیری پارامترهای آزمون cVEMP در هریک از روش های AC و BC با دیوریشن های مختلف

نوع روش	تعداد	زمان نهفتگی قله ی p1	زمان نهفتگی قله ی n1	زمان نهفتگی فواصل بین قله های n23 و p13	دامنه قله ی کمپلکس n23 - p13	نسبت اختلاف دامنه ی دو طرف کمپلکس p13-n23
AC ۴ میلی ثانیه	۴۰	۰/۶۷۰	۰/۷۹۷۵	۰/۷۴	۰/۸۶۲	۰/۷۵۰
BC ۴ میلی ثانیه	۴۰	۰/۶۶۵	۰/۷۸۵	۰/۶	۰/۴۱	۰/۲۴۴
BC ۷ میلی ثانیه	۴۰	۰/۷۱	۰/۶۶	۰/۶۲۵	۰/۶۹۵	۰/۰۳۶

بحث

در مطالعات گذشته تکرارپذیری روش AC را در دیوریشن های مختلفی بررسی کرده اند که طبق کتاب جاکسون و همچنین پروتکل پیشنهادی خود دستگاه ICS CHARTR EP 200 به نظر می رسد که دیوریشن ۴ میلی ثانیه دیوریشن مناسبی برای بررسی AC باشد و از طرفی

با توجه اطلاعات ناچیز در مورد پایایی روش BC مجبور به بررسی BC در دیوریشن های مختلفی شدیم تا بتوانیم بهتر به مقایسه ی این دو روش بپردازیم.

در این مطالعه برای یکنواختی ثبت پاسخ ها و دقت عمل بیشتر ابتدا گوش راست ارزیابی شد و سپس گوش چپ. همان طور که مشاهده شد به کمک آزمون t زوجی مشخص شد که در دو روش AC و BC با دیوریشن های ۴ و ۷ میلی ثانیه میانگین دوبار اندازه گیری زمان نهفتگی قله های p13 و n23، زمان نهفتگی فواصل بین قله های p13 و n23 و دامنه قله ی کمپلکس n23-p13 در گوش راست باهم اختلاف نداشتند و نیز در گوش چپ هم اختلافی دیده نشد. که این موضوع تاییدکننده ای نتایج مطالعات قبلی است. بر اساس نتایج بدست آمده می توان گفت که میانگین زمان نهفتگی قله های p13 و n23، زمان نهفتگی فواصل بین قله های p13 و n23 و دامنه قله ی کمپلکس n23-p13 در دو گوش راست و چپ در هر یک از روش های AC و BC با دیوریشن های ۴ و ۷ میلی ثانیه تفاوت معناداری باهم ندارند و همچنین میزان تکرارپذیری هریک از مولفه های پاسخ آزمون cVEMP نیز در دو گوش راست و چپ یکسان بود (یعنی در یک محدوده از میزان تکرارپذیری قرار داشتند). البته به استثناء اینکه تکرارپذیری دامنه ی پاسخ آزمون cVEMP در روش BC با دیورشن ۴ میلی ثانیه در گوش چپ و راست در یک محدوده قرار نداشتند.

در مطالعات قبلی نیز [۳۸، ۱۱] بین میانگین و میزان تکرار پذیری نتایج مولفه های آزمون cVEMP در گوش سمت راست و چپ تفاوت معناداری مطرح نشده است. یافته های این مطالعه نیز تایید کننده ی نتایج مطالعات قبلی است البته در اکثر مطالعات قبلی تجزیه و تحلیل نتایج روی جمع پاسخ و دو گوش انجام شده است؛ چون آزمون cVEMP نمودی از رفلکس دهلیزی-گردنی است که بصورت یک طرفه از سطح عضله SCM در سمت گوش تحریکی ثبت می شود. بنابراین علت تفاوت بین دوگوشی میزان تکرار پذیری دامنه ی پاسخ آزمون cVEMP در روش BC با دیورشن ۴ میلی ثانیه شاید به علت پارامترهای ثبت و یا تغییر پذیری جایگاه قرارگیری بن و ویراتور بر روی ماستویید (هرچند که تا حد امکان سعی شد محل جایگذاری در دو مرحله یکسان باشد) باشد.

بررسی های آماری انجام شده در این مطالعه میانگین زمان نهفتگی p13 و n23 و همچنین میانگین زمان نهفتگی فواصل بین قله های p13 و n23 در روش BC با دیوریشن ۷ میلی ثانیه در مقایسه با دو روش AC و BC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه افزایش یافته بود، از طرفی میانگین دامنه قله ی کمپلکس n23-p13 در روش AC نسبت به روش BC با دیوریشن های ۴ و ۷ میلی ثانیه بیشتر است و همچنین در روش BC با دیوریشن ۷ میلی ثانیه نیز نسبت به روش BC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه بیشتر است. این نتیجه همسو با نتایج مطالعات قبلی است یعنی افزایش زمان ارائه ی محرک باعث افزایش در زمان نهفتگی و اندازه ی دامنه ی قله ها می شود (۳۷). البته در مطالعات Ba Ra Na [۳۹] و Kathaleen [۲۱] اندازه ی قله های n23-p13 در روش BC نسبت به روش AC بزرگتر بود که شاید دلیل بزرگتری دامنه قله ی n23-p13 در روش BC نسبت به روش AC در این مطالعات استفاده از شدت یکسان برای هر دو روش در دو مطالعه و همچنین استفاده از مینی شیکر (miniskaker) برای تحریک BC در مطالعه ی Ba Ra Na [۳۹] باشد. بر خلاف مطالعه ی حاضر از شدت های متفاوت برای دو روش تحریک و همچنین از بن و ویراتور B71 برای تحریک BC استفاده شد.

همچنین در این مطالعه زمان نهفتگی n23 نسبت به p13 ثابت و پایایی بیشتری داشت که به نظر می رسد قله ی n23 نسبت به قله ی p13 توانایی بیشتری در شناسایی اختلالات دهلیزی داشته باشد. در مطالعات قبلی نیز [۲۵، ۲۷، ۲۹، ۳۱، ۳۲] که به بررسی تکرارپذیری پارامترهای آزمون cVEMP با محرکات مختلف و روش های ثبت متفاوت پرداخته بودند، نیز مشخص شد که پایایی زمان نهفتگی قله ی n23 نسبت به قله ی p13 بیشتر بود که این مطلب با نتیجه ی مطالعه ی حاضر در دو روش AC و BC با دیورشن ۴ میلی ثانیه همسو می باشد. در این بررسی در روش AC پایایی زمان نهفتگی قله ها برابر با روش BC با دیورشن های ۴ و ۷ میلی ثانیه است در حالیکه پایایی دامنه، فواصل بین قله ای و نسبت دامنه بیشتر از روش BC است. و در روش BC با دیوریشن های ۴ و ۷ میلی ثانیه پایایی زمان نهفتگی و فواصل بین قله ای با هم یکسان است در حالی که پایایی دامنه ها در دیوریشن ۷ بیشتر است و از طرفی نسبت دامنه در دیوریشن ۴ پایاتر است. در کل می توان گفت که روش AC پایایی دامنه ها بیشتر از زمان نهفتگی بود و در روش BC با دیوریشن های مختلف پایایی زمان نهفتگی بیشتر از دامنه ها بود که این یافته تایید کننده ی نتایج مطالعات Kathaleen [۲۱] است.

در نهایت میزان تکرارپذیری پارامترهای آزمون cVEMP در روش AC در محدوده ای ضعیف تا خوب و حتی عالی، در روش BC با دیورشن ۴ میلی ثانیه در محدوده ای ضعیف تا خوب و در روش BC با دیورشن ۷ میلی ثانیه در محدوده ای خیلی ضعیف تا خوب قرار دارد. عبارتی می توان گفت پایایی روش AC بیشتر از روش BC با دیوریشن های مختلف و روش BC با دیورشن ۴ میلی ثانیه نسبتا پایاتر از BC با دیورشن ۷ میلی ثانیه است. این نتیجه تقریبا مشابه با نتایج مطالعات قبلی است در مطالعات قبلی (که اکثرا به بررسی پایایی در روش

AC پرداختند) نیز در این رابطه نتایج مشابهی گزارش شده است. البته در برخی از مطالعات تفاوت هایی دیده شد که دلیل این تفاوت می تواند تفاوت نوع مبدل و یا پارامترهای ثبت پاسخ و یا به دلیل تفاوت تعداد نمونه ها و فاصله ی زمانی بین دو آزمون باشد. چون هریک از این عوامل میتواند به نوعی در تکرارپذیری پاسخ ها تاثیرگذار باشد به طور مثال در مطالعات گذشته از فواصل زمانی متفاوتی (۳۰ دقیقه تا ۱۸ هفته) بین دو آزمون استفاده شده که این عامل می تواند نقش موثری در تغییرپذیری تکرارپذیری پارامترهای آزمون cVEMP در مطالعات مختلف داشته باشد.

نتیجه گیری

در پژوهش حاضر آزمون الکتروفیزیولوژیک cVEMP در دو روش AC و BC با دیوریشن های مختلف در گروه سنی ۱۹ تا ۳۰ سال با عملکرد شنوایی و تعادل نرمال در دو مرحله با فاصله ی زمانی ۲ تا ۳ روز با استفاده از روش فیدبک برای انقباض عضله ی SCM انجام شد. همان گونه که مشاهده شد میانگین تکرارپذیری مولفه ی پاسخ cVEMP در هر دو روش AC و BC هم در گوش چپ و هم گوش راست تفاوت معناداری نداشتند. دامنه های پاسخ در روش AC بالاتر از روش BC با دیوریشن های مختلف است، و در روش BC با افزایش زمان ارائه ی محرک متقابلاً دامنه و زمان نهفتگی اجزای پاسخ cVEMP نیز افزایش می یابد. در دو روش AC و BC با دیوریشن ۴ میلی ثانیه می توان گفت که موج n23 نسبت به موج p13 پایاتر است. در نهایت می توان گفت که میزان تکرارپذیری پارامترهای آزمون cVEMP در روش AC در محدوده ای ضعیف تا خوب و حتی عالی، در روش BC با دیورشن ۴ میلی ثانیه در محدوده ای ضعیف تا خوب و در روش BC با دیورشن ۷ میلی ثانیه در محدوده ای خیلی ضعیف تا خوب قرار دارد. بعبارتی می توان گفت پایایی روش AC بیشتر از روش BC با دیوریشن های مختلف و روش BC با دیورشن ۴ میلی ثانیه نسبتاً پایاتر از BC با دیورشن ۷ میلی ثانیه است. استفاده از روش فیدبک در این مطالعه نشان داد که آزمون cVEMP آزمونی ساده، راحت و کمترین نیاز به همکاری بیمار است که به نظر می رسد بهترین آزمون برای غربالگری عملکرد دهلیز باشد و نتایج این مطالعه می تواند در توسعه ی کاربرد بالینی آزمون cVEMP در بیماران اختلالات دهلیزی مورد استفاده قرار بگیرد.

پیشنهاد می شود مطالعات دیگری در این راستا با انواع مختلف محرک و روش های ثبت، در جمعیت ها و گروههای سنی مختلف، در افراد با مشکلات مختلف دهلیزی و ترجیحاً با حجم نمونه های بیشتر انجام شود.

تشکر و قدردانی

از خانم هما زرین کوب و آقایان دکتر علیرضا اکبرزاده و مجید اشرفی اعضای هیئت علمی دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی سپاسگزاریم. همچنین از تمامی دانشجویان دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی برای کمک در اجرای این طرح قدردانی می شود.

منابع

1. Desmond, A. The Need for Balance Centers. In: Vestibular Function: Evaluation and Treatment. 1 ed. New York: Thime Medical Publishers Inc: 2004.p.68-71,97-99.
2. Kathleen M. Mc Nerney and Robert F. Burkard The Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP): Air-Versus Bone-Conducted Stimuli (Ear & Hearing 2011;32:e6-e15)
3. Schubert, M. C., & Shepard, N. T.. Practical Anatomy and Physiology of the Vestibular System. In G. P. Jacobson & N. T. Shepard (Eds). Balance Function Assessment and Management. San Diego, CA: Plural Publishing(2008)p. 1-27.
4. Akin, F. W., & Murnane, O. D. Vestibular evoked myogenic potentials: Preliminary report. J Am Acad Audiol, (2001). 12, 445.
5. Colebatch, J. G., & Halmagyi, G. M.. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. Neurology(1992) 42, 1635-1636.
6. Ferber-Viart, C., Dubreuil, C, Duclaux, R. Vestibular evoked myogenic potentials in humans: A review. Acta Otolaryngol(1999) 119, 6-15.
7. Halmagyi, G. M., & Colebatch, J. G. Vestibular evoked myogenic potentials in the sternomastoid muscle are not of lateral canal origin. Acta Otolaryngol Suppl(1995), 520(Pt 1), 1-3.
8. Li, M. W., Houlden, D., Tomlinson, R. D.. Click evoked EMG responses in sternocleidomastoid muscles: Characteristics in normal subjects. J Vestib Res(1999) 9, 327-334

9. Murofushi, T, Matsuzaki, M., Wu, C. H. Short tone burst-evoked myogenic potentials on the sternocleidomastoid muscle: Are these potentials also of vestibular origin? Arch Otolaryngol Head Neck Surg, (1999) 125, 660–664.
10. Ochi, K., & Ohashi, T. Age-related changes in the vestibular Evoked Myogenic Potentials. Otolaryngol Head Neck Surg, (2003) 129, 655–659.
11. Sheykholeslami, kaga k The Otolithic organ as receptor of Vestibular hearing revealed by Vestibular evoked myogenic Potentials in Patients with inner ear anomalies. Hear Res(2002)165, 62-67
12. Zapala, D. A., & Brey, R. H. Clinical experience with the vestibular evoked myogenic potential. J Am Acad Audiol, (2004). 15, 198–215.
13. welgampola M.S, Colebatch JC Characteristics and Clinical application of Vestibular- evoked myogenic potentials, Neurolog(2005) 64. 1682- 1688.
14. Taylor R.L, Wijewardene A.A, Gibson P.R, etal. The vestibular evoked-potential profile of meniers’s disease. Clin.neuro physiologx(2011) 122: 1256-1263.
15. Ushio-M, I sasaki sh, murofushi T, et al the diagnostic value of VEMP in patients with vestibular schwannoma. Clin. Neurophysiology(2009) 120. 1149-1153
16. Shin B.S, oh s.u, kim J S, et al cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials in acute vestibular neuritis. Clin. Neurophysiology(2012) 123: 369-375.
17. Versino M, colnaghis, callieco R, et al (2002) VEMP in multiple sclerosis patients. Clin. Neurophysiology 13: 1464-1469.
18. Saito S, O chi k, kobayashi T, et al VEMP in two patients with Ramsay hunt syndrome. Huris, nasus, larynx(2003) 30. 589-592.
19. Sheykholeslami K, Schmerber S, Habiby K-M, etal VEMP in three patients with large vestibular aqueduct. Hear Res(2004) 190: 161-168.
20. Sheykholeslami k, kaga K, Megerin CA, et al VEMP in infancy and early childhood. Otolaryngology (Ear, Nose & Throat) (2005) Pages 1325–1521
21. Sheykholeslami k, Habiby Kermen M, kaga k Bone- Conducted Vestibular Canal. Int j Pediatior in Patients with atresia of the external auditory Canal. Int j Pediatior otorhino laryngol(2001) 57: 25-29.
22. Halmagyi GM, Mc Garive L.A, Curthoys I.S, Sternomastid evoked potentials in response to skull taps reveal two aspects of vestibular function. Clin. Neurophysiology(2008) 119. 2177-2178.
23. Murofushi T, Kaga K Vestibular evoked myogenic Potential Springer 2009, Tokyo, Printeding in Japan. Nikkei printing Inc, jappan(2009).
24. Versino M, Colnaghi S, Callieco R, Cosi V.. Vestibular evoked myogenic potentials: test-retest reliability. SourceDepartment of Neurological Sciences, University of Pavia and IRCCS C. Mondino Institute of Neurology, Pavia, Italy.Oct-Dec 2001, 299-309.
25. Suwicha Isaradisaiikul, Darcy A. Strong, Jamie M. Moushey,et al . Reliability of Vestibular Evoked Myogenic Potentials in Healthy Subjects. Otology & Neurotology(2008) 29:542Y544, Otology & Neurotology, Inc
26. Leen Maes a , Bart M. Vinck a, Eddy De Velhe vestibular evoked myogenic potential: A test–retest reliability study. Clinical Neurophysiology (2009) 120 594–600
27. Vanspauwena F.L. Wuytsa,b and P.H. Van de Heyning. Vestibular evoked myogenic potentials: Test-retest reliability and normative values obtained with a feedback method for the sternocleidomastoid muscle contraction. Journal of Vestibular Research (2009). 19 127–135
28. Eleftheriadou A, Deftereos S, Zarikas V Test-retest reliability of p13n23 and n34p44 components of vestibular evoked myogenic potentials in a large healthy population. J Otolaryngol Head Neck Surg. Aug(2009);38(4):462-7.
29. Kimanh D. Nguyen, Miriam S. Welgampola, and John P. Carey Test-Retest Reliability and Age-Related Characteristics of the Ocular and Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential Tests. Otology & Neurotology(2010) 31:793Y802, Otology & Neurotology, Inc.
30. Matthw L. Bush,Raleigh O.Jones,Jennifer B..The clinical reliability of VEMP. Ear, Nose & Throat Journal; Apr (2010); 89, 4; ProQuest pg. 170
31. D. Vir1, L. Silky, N. Panda. Test retest reliability of vestibular evoked myogenic potentials. Dept. of Otorhinolaryngology, Chandigarh, India.(2011) S10
32. Qian W, Houlden D, Adamonis J., Novel method for vestibular evoked myogenic potentials: technique and reproducibility. Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery = Le Journal D’oto-rhino-laryngologie et de Chirurgie Cervico-faciale(2012) [41(5):303-308]
33. Cheng PW, Murofushi T.The effect of rise/fall time on Vestibular evoked myogenic potentials triggered by tone burst.Act Otolaryngol. 2001:121:29-32.

34. Hall JW. Electrical evoked and myogenic responses. In: Hall JW, editor. New handbook of auditory evoked responses. Boston: Pearson Education Inc: 2007. P.573-93.
35. Hall JW. Appendix: normative data. Glossary. In: Hall JW, editor. New handbook of auditory evoked responses. Boston: Pearson Education Inc: 2007. P.636-50.
36. Sheykholeslami k, Murofushi T, Kaga K. The effect of sternocleidomastoid electrode location on vestibular evoked myogenic potentials. *Auris Nasus Larynx*. 2001;28:41-43.
37. T. Shepard, editor. Balance Function Assessment and Management. Pearson Education Inc: 2008. P.415-20.
38. Young Y.H, Kuo Sh-w (2004) side difference of VEMPs in healthy subjects. *Hearing Research* 198: 93-98.
39. Bo Ra Na, Soo Hee Han, Eun Jung Ha, Yeo Jin Lee, Mun Su Park. Cervical Vestibular-Evoked Myogenic Potentials Using Vibration and Sound in Normal Subjects. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2011;54:192-6 / DOI 10.3342/kjorl-hns.2011.54.3.192