

بررسی ارتباط بین حساسیت صوتی سیستم دهلیزی و توانایی تشدید رفلکس عضلانی برانگیخته ی صوتی گوش میانی در بزرگسالان دارای شنوایی طبیعی

دکتر سیده فرانک امامی*، دکتر فرهاد فراهانی**، دکتر محمد تقی گودرزی***

دریافت: ۹۲/۱۱/۴ ، پذیرش: ۹۳/۲/۳۰

چکیده:

مقدمه و هدف: سیستم دهلیزی به صدا حساس است و بیشترین حساسیت صوتی متعلق به ساکول است. آوران های دهلیزی تا عضلات گوش میانی (از قبیل عضله رکابی) امتداد دارند. هدف این مطالعه بررسی ارتباط بین شنوایی دهلیزی با رفلکس عضلانی برانگیخته ی صوتی گوش میانی با محرک ۵۰۰ هرتز بود.

روش کار: این مطالعه از نوع مقطعی-مقایسه ای و محل آن بخش شنوایی شناسی کلینیک تخصصی و فوق تخصصی شیخ الرئیس همدان بود. گروه مطالعه را ۳۰ فرد مبتلا به حس سرگیجه و ۳۰ فرد سالم تشکیل می دادند. معیار ورود به مطالعه، طبیعی بودن عملکرد شنوایی افراد براساس آزمون های ادیومتری صوت خالص، ایمیتانس آکوستیک و امتیاز بازشناسی گفتار بود. براساس آزمون رفلکس صوتی مسیر همان طرفی با محرک ۵۰۰ هرتز به دو گروه طبیعی و غیر طبیعی تقسیم بندی شدند، سپس تحت ارزیابی آزمون cVEMPs قرار گرفتند و در خاتمه به سه گروه CVUA، N و IVA طبقه بندی شدند.

نتایج: سی گوش مبتلا (IVA) با کاهش حساسیت تحریک پذیری سیستم دهلیزی که نتایج غیرطبیعی در آزمون cVEMPs داشتند، در ارزیابی رفلکس صوتی با صوت خالص ۵۰۰ هرتز نیز غیرطبیعی بودند. در صورتیکه گوش های غیر مبتلا (CVUA) و طبیعی (N) نتایج طبیعی داشتند. مقایسه ی میانگین های cVEMPs (p13 و n23) و رفلکس صوتی با صوت خالص ۵۰۰ هرتز در بین سه گروه معنی دار بود. ارتباط بین آستانه ی رفلکس صوتی با صوت خالص ۵۰۰ هرتز و زمان تاخیر p13 معنی دار بود. ارتباط معنی داری بین زمان تاخیر n23 و آستانه ی رفلکس صوتی با صوت خالص ۵۰۰ هرتز مشاهده گردید.

نتیجه نهایی: تحریک صوتی سیستم دهلیزی در بزرگسالان با شنوایی طبیعی، توانایی ایجاد رفلکس عضلانی برانگیخته ی صوتی گوش میانی با محرک ۵۰۰ هرتز را تشدید می نماید.

کلید واژه ها: پتانسیل های عضلانی برانگیخته دهلیزی / دهلیز / رفلکس عضلانی

مقدمه :

سی سال اخیر انجام شده اند نشان داده است که ساکول در مهره داران حساسیت صوتی دارد و شواهد متعدد بدست آمده از پرندگان و پستانداران نیز نشان داده است که ساکول ارگانی است که بیشترین حساسیت صوتی را در بین ارگانهای دهلیزی دارد (۱،۲) و مهم ترین دلیل آن، منشا آناتومیکی واحد و مجاورت ساکول از طریق

گوش داخلی مهره داران حاوی ارگان هایی برای کشف صدا، شتاب خطی و شتاب زاویه ای است. از بین این ارگان ها حلزون برای کشف صدا و اتریکول و ساکول برای کشف شتاب خطی و مجاری نیم دایره ای برای شتاب زاویه ای فعالیت می نمایند. مطالعات حیوانی که در

* استادیار گروه شنوایی شناسی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی همدان (faranak_imami@yahoo.com)

** دانشیار گروه گوش و حلق و بینی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

*** استاد گروه بیوشیمی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

افراد سالم، شامل ۳۰ نفر از کارکنان و همراهان بیمار کلینیک بودند که شرایط ورود به مطالعه را احراز کرده بودند و به لحاظ آنکه این مطالعه بر روی نمونه های انسانی انجام می شد، رعایت سلامت، آرامش، حریم خصوصی و عدم تقبل هزینه ی ارزیابی برای افراد در اولویت کار قرار داشت. کلیه ی شرکت کنندگان با رضایت شخصی وارد پژوهش شده و در هر مرحله که تمایل به ادامه ی کار نداشتند، از مطالعه خارج می شدند.

ابزار غربال بیماران مبتلا به سرگیجه آزمون هالپایک بود (شکل ۱).



شکل ۱: نحوه انجام مانور هالپایک

هالپایک مثبت یا بروز سرگیجه در طی تغییر وضعیت بیمار (سرگیجه ی وضعیتی خوش خیم Benign paroxysmal positional vertigo; BPPV) محاسبه ی اختلال عملکرد سیستم دهلیزی بود. ۳۰ بیمار مبتلا به سرگیجه خوش خیم که در آزمون ادیومتری صوت خالص طبیعی و در محدوده ی فرکانسی ۵۰۰ تا ۸۰۰۰ هرتز سالم بودند، وارد مطالعه شدند و به همراه افراد طبیعی، تحت بررسی آزمون ایمیتانس آکوستیک (تمپانومتری و رفلکس صوتی با تحریک همان طرفی ۵۰۰ هرتز) قرار گرفتند. معیار طبیعی بودن آزمون تمپانومتری، محدوده ی فشار گوش میانی 50 dapa ± بود (۹) و معیار طبیعی بودن رفلکس

مجرای رتوئین با حلزون می باشد (۳). در اثر تحریک صوتی ساکول، مناطقی از قشر مغز که در ارتباط با حافظه، درک گفتار و رفتارهای شناختی هستند، فعال می شوند، این مناطق عبارت از قشر اولیه بینایی، پره کانئوس، گیروس پره سنترال، گیروس تمپورال میانی و گیروس تمپورال فوقانی می باشند (۴). تحقیقات اخیر نشان داده است که ساکول نه تنها در حس شنوایی و شنیدن اصوات شدید و با فرکانس پایین مشارکت دارد (۵،۶) بلکه در فرآیند ادراک گفتار در حضور نویز (۷) و درک موسیقی نیز موثر است (۸).

فیبرهای آوران سیستم دهلیزی تا عضلات گوش میانی امتداد دارند و رفلکس صوتی یا انقباض عضله ی رکابی تحت کنترل سیستم وبران زیتونی - حلزونی است (۱). این سیستم با عملکرد مهاری، سبب ایجاد رفلکس می شود و با انقباض کوتاه مدت عضله ی رکابی اثر پوشش دهندگی فرکانسهای پایین بر روی فرکانسهای بالا کاهش می یابد. با انقباض عضله ی رکابی، انتقال اصوات کم فرکانس به گوش داخلی کاهش می یابد و به این ترتیب توانایی ادراک همخوان ها که شامل اجزای فرکانسی بالا هستند، در مدت تداوم عضله افزایش می یابد و سبب افزایش تمایز گفتار در حضور صداهای زمینه می شود. این مکانیسم می تواند برای ماسکینگ صداهای درونی (نفس نفس زدن در هنگام اضطراب، ضربان قلب، جویدن ...) و در فرآیند تولید گفتار نیز مناسب باشد (۹). با عطف به موارد فوق هدف این مطالعه بررسی ارتباط شنوایی دهلیزی در ایجاد رفلکس عضلانی برانگیخته ی صوتی گوش میانی با محرک ۵۰۰ هرتز در بیماران مراجعه کننده به کلینیک شیخ الرئیس همدان تعیین گردید.

روش کار:

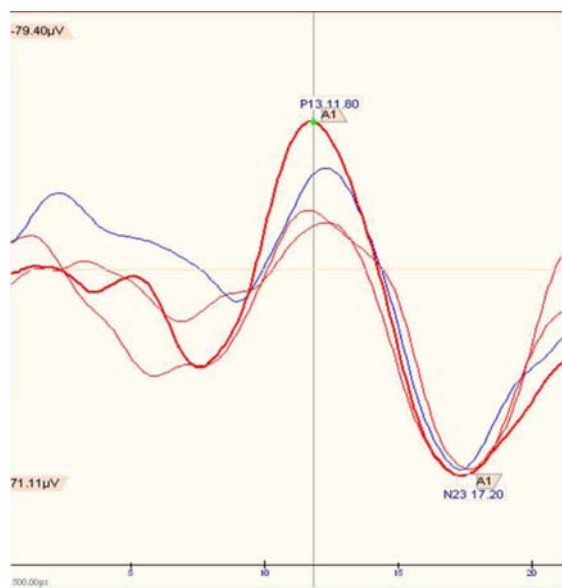
در این مطالعه مقطعی - مقایسه ای کلیه ی بیمارانی که طی چهار ماه (از زمستان ۱۳۹۱ تا بهار ۱۳۹۲) به بخش سنجش شنوایی کلینیک تخصصی و فوق تخصصی شیخ الرئیس همدان مراجعه نمودند، مورد بررسی قرار گرفتند و آزمایشهای لازم بر روی آنها انجام شد. گروه مطالعه را افراد طبیعی و افراد مبتلا به حس سرگیجه تشکل می دادند. ابزار جمع آوری داده ها شامل دستگاه های ادیومتری دوکاناله Harp (ایتالیا) با گوشی های بیرونی TDH39، ایمیتانس آکوستیک Homoth tym4000 M (آلمان) و سیستم ثبت پتانسیل های برانگیخته ی شنوایی labat (ایتالیا) بود.

نرمال نداشتند، از آزمون غیرپارامتریک Kruskal Wallis استفاده شد با استفاده از آزمون t مستقل متغیرهایی که توزیع نرمال داشتند برحسب جنس بررسی گردیدند و براساس آزمون Mann-Whitney متغیرهایی که توزیع طبیعی نداشتند، مطالعه شدند. ارتباط متغیرها بر اساس آزمون همبستگی پیرسون و اسپیرمن بررسی گردید.

نتایج:

افراد سالم برحسب جنس متشکل از ۱۸ زن (۶۰٪) و ۱۲ مرد (۴۰٪) بودند که در محدوده سنی ۱۸ تا ۵۳ سال قرار داشتند و میانگین سنی آن ها $31/32 \pm 12/9$ سال بود. بیماران مبتلا به سرگیجه خوش خیم شامل ۲۰ زن (۶۶/۶۷٪) و ۱۰ مرد (۳۳/۳۳٪) که در محدوده سنی ۲۱ تا ۴۹ سال قرار داشتند و میانگین سنی آن ها $34 \pm 10/61$ سال بود.

در گروه N حد بالای زمان تاخیر امواج p13 و n23 (cVEMPs) براساس دو انحراف معیار معادل ۱۷/۱۵ و ۲۴/۶ میلی ثانیه بود (شکل ۲).



شکل ۲: پتانسیل های عضلانی برانگیخته ی دهلیزی (cVEMPs) در فرد دارای شنوایی طبیعی

مقادیر خارج از این حدود، ملاک محاسبه ی گروه IVA ($17/96 \pm 1/59$) و ($26/13 \pm 1/37$) لحاظ گردید. مقادیر دامنه ی cVEMPs در گروه IVA ($35/59 \pm 33/34$) در محدوده ی طبیعی قرار داشت اما از میانگین گروه های CVUA و N کمتر بود.

صوتی، اکتساب آستانه های dBspl ۸۵ تا ۱۰۰ تعیین گردید (۱۰). در آخرین مرحله، افراد مورد مطالعه توسط آزمون (cervical vestibular evoked myogenic potentials) cVEMPs ارزیابی شدند. در آزمون cVEMPs وضعیت بیمار در حالت نشسته و گردن وی به سمت گوش غیرآزمایشی چرخش کامل داشت. با استفاده از فشارسنج سطح انقباض عضله ی استرنوکلایدوماستوئید در تمام مدت آزمون کنترل می شد. از محرک تن برست ۵۰۰ هرتز با تداوم 2-1-2، نرخ ۴/۷ تحریک درثانیه، فیلتر ۲۰ تا ۲۰۰۰ هرتز، شدت ۱۲۰ dBspl استفاده گردید. الکتروود مثبت برروی عضله ی استرنوکلایدوماستوئید، منفی بر روی جناغ سینه و الکتروود اتصال به زمین در وسط پیشانی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل شکل موج براساس محاسبه ی زمان تاخیر امواج n23، p13 و نسبت دامنه قله ی مثبت تامنفی (p13-n23) برای هرطرف و مقایسه نسبت با میانگین طبیعی انجام شد (۳). افراد مورد مطالعه به سه گروه تقسیم شدند: گروه (Normal ear) N: گوشهای افراد طبیعی با حساسیت صوتی دهلیزی طبیعی، گروه (CVUA, Contra lateral vertiginous ear with unaffected saccular sensitivity to sound) گوشهای افراد مبتلا به سرگیجه با حساسیت صوتی دهلیزی طبیعی و گروه (IVA, Ipsi lateral vertiginous ear with affected saccular sensitivity to sound) : گوشهای افراد مبتلا به سرگیجه با حساسیت صوتی دهلیزی غیرطبیعی را شامل می گردید.

دلیل انتخاب بیمارانی با ضایعه ی یکطرفه (احساس سرگیجه در هنگام چرخش سر به سمت گوش مبتلا)، کنترل عوامل مخدوش کننده ی مطالعه بود و بدین ترتیب می توانستیم در هر فرد، نتایج گروه CVUA را نسبت به گروه N مقایسه نماییم. همه ی آزمونها در یک روز انجام گرفت، در هر نوبت ارزیابی، مطمئن می شدیم که افراد به وظایفشان توجه مینمایند و همکاری لازم را دارند. هنگامیکه آزمونی به پایان می رسید، افراد استراحت می کردند و مراحل ارزیابی بعد با رعایت فواصل استراحت و تحمل وی اجرا می شد.

آمار و آنالیز: آزمون های آماری مورد استفاده شامل آمار توصیفی (محاسبه ی فراوانی، میانگین، انحراف معیار) و آمار تحلیلی بود که براساس آزمون ANOVA به بررسی مقایسه ی میانگین متغیرهایی که توزیع نرمال داشتند، پرداخته شد. برای مقایسه میانگین متغیرهایی که توزیع

اصوات در محدوده ی صدای انسان (۲۰۰-۸۰ برای مردان و تا ۴۰۰ هرتز برای زنان) و اولین فرمانت گفتار قرار دارند (۵) بالطبع در حضور نویز شدید می توانند اطلاعات آوایی ارزشمندی توسط تحریک صوتی ساکولار برای افراد طبیعی ایجاد نمایند (۷). اختلال عملکرد سیستم دهلیزی و طولانی شدن زمان تاخیر امواج p13 و n23 در بیماران مبتلا به سرگیجه خوش خیم مطالعه اخیر، سبب عدم ارسال پیامهای صوتی مناسب به هسته های حلزونی ساقه مغز و عدم تقویت فرکانس های صوتی پایین و شدید شده بود.

تحقیقات بعمل آمده اثبات نموده است که عدم مشاهده امواج p13 و n23 در آزمون cVEMPs بیانگر آسیب ارگانه‌های انتهایی، فیبرهای آوران اولیه یا آکسون های رده اول ساکول است (۱۱). دامنه ی امواج p13-n23 نیز درجه پاسخ گیرنده های ماکولار ساکول را نشان می دهند و زمان تاخیر امواج p13 و n23 نشانه ی پاسخ مسیر عصبی ساکولار از شاخه ی تحتانی عصب دهلیزی تا هسته ی دهلیزی تحتانی است (۳). کاربرد این شواهد برای مطالعه حاضر تایید می نمایند که بیماران مبتلا به سرگیجه خوش خیم در سمت ضایعه یا IVA دارای اختلال در عملکرد سیستم دهلیزی، شاخه ی تحتانی عصب دهلیزی تا هسته ی دهلیزی تحتانی بوده اند. از آنجاییکه تحریک صوتی ساکول سبب تقویت شنوایی می شود، در کلیه ی فرآیندهای پردازش سیگنال که مبتنی بر ادراک فرکانسهای صوتی پایین است، مشارکت می نماید (۶) و در تمایز واکه ها و درک گفتار بسیار ارزشمند است (۷).

این مطالعه، فرضیات تود و همکارانش را تکمیل می نماید، آنها معتقد بودند با فرض اینکه سیستم دهلیزی به حنجره نزدیک است، آوران های دهلیزی در هنگام تلفظ و صداسازی فرد تحریک می گردند و بنظر می رسد که حساسیت صوتی سیستم دهلیزی سبب بهبود قابلیت صداسازی و تلفظ آواها شود. بطور کلی اصوات گفتاری و موسیقی در محدوده ی حساسیت صوتی سیستم دهلیزی قرار دارند. در مورد اصوات گفتاری، فرکانس اصلی صدای انسان در محدوده حساسیت صوتی ساکول قرار دارد، اولین فرمانت گفتار نیز در محدوده حساسیت صوتی ساکول قرار دارد. سطح راحتی شنیداری برای گفتار می تواند 60 dB_{HL} باشد و تا شدتهای 130 dB هم برسد. بنابراین به دلیل مجاورت حنجره به گوش، در هنگام صداسازی،

میانگین زمان تاخیر امواج p13 و n23 در بین سه گروه مقایسه شد و نتایج آن نشان داد که اختلافات معنی دار بود ($P=0.00$). مقایسه ی میانگین زمان تاخیر امواج p13 و n23 در گروه IVA نسبت به گوشهای طبیعی نیز معنی دار گردید ($P=0.00$). مقایسه ی میانگین دامنه ی p13 و n23 در گروه IVA نسبت به گروه N اختلاف معنی داری نداشت ($P=0.41, P=0.00$).

ارتباط بین آستانه ی رفلکس صوتی با صوت خالص 500 هرتز و زمان تاخیر p13 در گروه IVA معنی دار بود ($r = -0.823$ و $P=0.006$). ارتباط آستانه ی رفلکس صوتی با صوت خالص 500 هرتز و زمان تاخیر n23 نیز معنی دار گردید ($r = 0.680$ و $P=0.044$). در همه ی آزمونها، اختلافات بر حسب سن و جنس معنی دار نگردید ($P>0.05$).

بحث:

یافته های بدست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که بین عملکرد سیستم دهلیزی و رفلکسهای عضلانی برانگیخته ی صوتی ارتباط وجود دارد، زیرا گوش های IVA در آزمون cVEMPs و رفلکس صوتی نتایج غیر طبیعی داشتند. از آنجاییکه این آزمونها عملکرد شنوایی فرکانس های پایین را بررسی می نمایند و آزمون اول منشا دهلیزی (۳) و آزمون دیگر منشا حلزونی (۱۰) دارد، می توان حلقه ی مشترکی بین آنها یافت که همان حساسیت ایشان به فرکانس های صوتی پایین است. بنابراین تحریک صوتی سیستم دهلیزی مانند ماشه ای برای ایجاد رفلکسهای عضلانی عمل می کند و به این ترتیب، سیستم دهلیزی توانایی ایجاد رفلکسهای عضلانی را تشدید می نماید.

این مطالعه، در تایید نقش شنیداری سیستم دهلیزی در افراد طبیعی، نتایج مشابهی با پژوهش تری ولی و همکارانش بدست آورد. ایشان ساکول را ارگانی تعریف نمودند که مکمل اطلاعات آوایی (ادراک گفتار) و نقطه ی آغازین مهارت های هماهنگ شده (تولید گفتار) در افراد ناشنوا است. ساکول نقش آوایی در تنظیم و هماهنگی اصوات تولید شده توسط خود شخص ایفا می نماید و پایه ای برای رشد و توسعه ی مهارت های واکه نمایی و تولیدی فرد بشمار می رود (۱۱).

اصوات شدید و کم فرکانس برای افراد ناشنوا می توانند سبب فعالیت ساکول و ایجاد شنوایی ساکولار نمایند. این

- reflexes in mammals. In: Murofushi T KK, Kaga K, (eds). Issues investibular evoked myogenic potential. Japan: Springer Press, 2009: 20-25.
4. McNerney KM, Lockwood AH, Coad ML, Wack DS, Burkard RF. Use of 64-channel electroencephalography to study neural otolith-evoked responses. *J Am Acad Audiol* 2011;22(3):143-155.
 5. Emami SF, Pournakht A, Sheykholeslami K, Daneshi A, Emamjome H, Kammali M. Sound sensitivity of the saccule to low frequencies in healthy adults. *ISRN Otolaryngology* 2013. doi:10.1155/2013/429680
 6. Emami SF. Is all human hearing cochlear? *Sci World J* 2012. doi: 10.1155/2013/147160
 7. Emami SF, Pournakht A, Sheykholeslami K, Kammali M, Behnoud F, Daneshi A. Vestibular hearing and speech processing. *ISRN Otolaryngology* 2012. doi:10.5402/2012/850629
 8. Emami SF, Daneshi A. Vestibular hearing and neural synchronization. *ISRN Otolaryngology* 2012. doi:10.5402/2012/246065
 9. Clark JL, Roesser R. Middle ear measures. In: Roesser R, Valente M, Hosford-Dunn H, (eds). *Audiology diagnosis*. 2nd ed. New York: Thieme, 2007:387.
 10. Gelfand SA. The acoustic reflex. In: Katz J, (ed). *Issues in hand book of clinical audiology*. 6th ed. New York: Lippincott Williams & Wilkins, 2002: 205-32.
 11. Trivelli M, Potena M, Frari V, Petitti T, Deidda V, Salvinelli F. Compensatory role of saccule in deaf children and adults: novel hypotheses. *Med Hypotheses* 2013; 80(1):43-6.
 12. Todd NP. Evidence for a behavioral significance of saccular acoustic sensitivity in humans. *J Acoust Soc Am* 2001; 110(1):380-90.

تلفظ حروف صدادار و آواز خواندن، ساکول تحریک می شود و قابلیت صداسازی فرد را توسعه می بخشد (۱۲). در مجموع این مطالعه قویاً بر این باور است که در افراد طبیعی حساسیت صوتی سیستم دهلیزی به صدا، این ارگان را به تقویت کننده ی فرکانسهای صوتی پایین مبدل نموده و با انقباض کوتاه مدت عضله ی رکابی اثر پوشش دهنده ی فرکانسهای پایین بر روی فرکانسهای بالا کاهش می یابد.

نتیجه نهایی :

سیستم دهلیزی در بزرگسالان با شنوایی طبیعی، توانایی ایجاد رفلکسهای عضلانی برانگیخته ی صوتی را تشدید می نماید.

سپاسگزاری :

این مقاله برگرفته از پژوهشی است که تحت حمایت مالی و تایید دانشگاه علوم پزشکی همدان انجام شد. بدینوسیله از زحمات تمام افرادی که در انجام آن همکاری نمودند، سپاسگزاریم.

منابع :

1. Todd NP, Rosengren SM, Colebatch JG. Tuning and sensitivity of the human vestibular system to low-frequency vibration. *Neurosci Lett* 2008; 444(1):36-41.
2. Mc Cormick CA. Central connections of anamniote auditory otolithendorgans. *J Acoust Soc Am* 2006; 119(5); 3432.
3. Murofushi TKK. Sound sensitivity of the vestibular end-organs and sound-evoked vestibule collic

Original Article

A Study of Relationship between the Acoustic Sensitivity of Vestibular System and the Ability to Trigger Sound-Evoked Muscle Reflex of the Middle Ear in Adults with Normal Hearing

S.F. Emami, Ph.D.^{*}; F. Farahani, M.D.^{**}; M.T. Goodarzi, Ph.D.^{***}

Received: 24.1.2014 Accepted: 20.5.2014

Abstract

Introduction & Objective: The vestibular system is sound sensitive and the sensitivity is related to the saccule. The vestibular afferents are projected to the middle ear muscles (such as the stapedius). The goal of this research was studying the relationship between the vestibular hearing and the sound-evoked muscle reflex of the middle ear to 500 HZ.

Materials & Methods: This study was a cross sectional-comparison done in audiology department of Sheikholreis Clinic (Hamadan, Iran). The study groups consisted of thirty healthy people and thirty patients with benign paroxysmal positional vertigo. Inclusion criteria of the present study were to have normal hearing on pure tone audiometry, acoustic reflex, and speech discrimination scores. Based on ipsilateral acoustic reflex test at 500_{HZ}, they were divided to normal and abnormal groups. Then they were evaluated by cervical vestibular evoked myogenic potentials (cVEMPs) and finally classified in three groups (N) Normal ear, (CVUA) Contra lateral vertiginous ear with unaffected saccular sensitivity to sound, (IVA) Ipsilateral vertiginous ear with affected saccular sensitivity to sound.

Results: Thirty affected ears (IVA) with decreased vestibular excitability as detected by abnormal cVEMPs, revealed abnormal findings of acoustic reflex at 500_{HZ}. Whereas, both unaffected (CVUA) and normal ears (N) had normal results. Multiple comparisons of mean values of cVEMPs (p13, n23) and acoustic reflex at 500_{HZ} among the three groups were significant. The correlation between acoustic reflex at 500_{HZ} and p13 latencies was significant. The n23 latencies showed significant correlation with acoustic reflex at 500_{HZ}.

Conclusion: The vestibular sensitivity to sound retains the ability to trigger sound-evoked reflex of the middle ear at 500 HZ.

(*Sci J Hamadan Univ Med Sci 2014; 21 (2):99-104*)

Keywords: Muscle Reflex / Vestibular Evoked Myogenic Potentials / Vestibule

* Assistant Professor, Department of Audiology, School of Rehabilitation
Hamadan University of Medical Sciences & Health Services, Hamadan, Iran. (faranak_imami@yahoo.com)

** Associate Professor, Department of Otolaryngology, School of Medicine
Hamadan University of Medical Sciences & Health Services, Hamadan, Iran.

*** Professor, Department of Biochemistry, School of Medicine
Hamadan University of Medical Sciences & Health Services, Hamadan, Iran.