Audiol. 2010;19(2):18-24.

Research Article

Vestibular dysfunctions in cochlear implant patients; A vestibular evoked myogenic potential study

Masoud Motasaddi Zarandy[1], Mohammad Taghi Khorsandi[1], Nima Rezazadeh[2], Nasrin Yazdani[1], Farhad Mokhtarinejad[3], Arash Bayat[4], Masoomeh Ruzbehani[4]

[1]- Otorhinolaryngology Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Iran
[2]- Department of Audiology, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
[3]- Department of Otorhinolaryngology, Medical University of Isfahan, Iran
[4]- Department of Audiology, Faculty of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 27 September 2009, accepted: 25 May 2010

Abstract

Background and Aim: Vestibular evoked myogenic potential in response to click or short tone burst stimuli have been used as a clinical test for distinguish saccule and inferior vestibular nerve diseases. Different studies show that cochlear implant could have inverse effects on vestibular structures. We aimed to investigate vestibular evoked myogenic potential in unilateral cochlear implanted individuals in compare to normal individuals.

Methods: Thirty-three unilateral cochlear implanted patients (mean age 19.96 years) and 30 normal hearing individuals (mean age 24-27 years) as control group were enrolled in this cross- sectional study. Absolute latencies and amplitudes of myogenic potential responses were measured and compared in both groups.

Results: Myogenic potential recorded in both ears of all controls were normal. No response could be recorded in 16 patients (48.48%) from both ears. In three patients, responses were recorded in both ears though the amplitude of waves was reduced in implanted ear. Unilateral response could be recorded in 14 patients only in their non-implanted ear.

Conclusion: Vestibular evoked myogenic potential test is a useful tool for assessing saccular function in cochlear implant patients. Damages of osseous spiral lamina and basilar membrane after cochlear implantation could result in dysfunctions of vestibular organs specially saccule. It seems that saccule could be easily damaged after cochlear implantation. This would cause absence or reduced amplitudes in myogenic potential.

Keywords: Vestibular evoked myogenic potentials, saccule, cochlear implant

Corresponding author: Otorhinolaryngology Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Amiralam Hospital, Saadi Ave., Tehran, Iran. Tel: 009821-66760269, E-mail:n_yazdani@sina.tums.ac.ir

شنوایی شناسی ـ دوره۱۹، شماره ۲، ۱۳۸۹

مقاله پژوهشی

ارزیابی اختلالات دهلیزی در بیماران دارای کاشت حلزون با استفاده از پتانسیل عضلانی برانگیخته دهلیزی

مسعود متصدی زرندی[۱]، محمدتقی خرسندی[۱]، نیما رضازاده[۲]، نسرین یزدانی[۱]، فرهاد مختاری‌نژاد[۳]، آرش بیات[٤]، معصومه روزبهانی[٤]

[۱]ـ مرکز تحقیقات گوش، گلو و بینی ـ جراحی سر و گردن، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران
[۲]ـ گروه شنوایی‌شناسی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
[۳]ـ بخش گوش و گلو و بینی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران
[۴]ـ گروه شنوایی‌شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: پتانسیل عضلانی برانگیختهٔ دهلیزی در پاسخ به محرک کلیک یا تن‌برست به‌عنوان یک آزمون بالینی برای ارزیابی ساکول و عصب دهلیزی تحتانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات مختلف نشان می‌دهد کاشت حلزون می‌تواند تأثیر منفی بر ساختارهای دهلیزی داشته باشد. هدف از این مطالعه، بررسی این پتانسیل در افرادی است که دارای حلزون کاشت‌شدهٔ یک‌طرفه هستند.

روش بررسی: در این مطالعهٔ مقطعی ۳۳ بیمار دارای کاشت حلزون یک‌طرفه با میانگین سنی ۱۹/۹۶ سال به‌عنوان گروه مورد با ۳۰ فرد هنجار با میانگین سنی ۲۴/۲۷ سال به‌عنوان گروه شاهد شرکت داشتند. میانگین زمان نهفتگی و دامنهٔ پتانسیل عضلانی برانگیختهٔ دهلیزی در همهٔ افرادها ثبت و مقایسه شد.

یافته‌ها: در هر دو گوش تمامی افراد گروه شاهد امواج هنجار ثبت شد. در ۱۶ مورد (۴۸/۴۸ ٪) هیچ پاسخی در دو گوش دریافت نشد. در سه مورد (۹/۰۹ ٪) پاسخ‌ها در هر دو گوش ثبت شدند، ولی در اکثر موارد دامنهٔ امواج در سمت دارای کاشت حلزون کاهش یافته بود. در ۱۴ مورد (۴۲/۴۲ ٪) پاسخ‌ها تنها در گوش غیرکاشت‌شده ثبت شدند.

نتیجه‌گیری: پتانسیل عضلانی برانگیختهٔ دهلیزی ابزاری ارزشمند برای بررسی عملکرد ساکول در افراد دارای کاشت حلزون است. آسیب به تیغهٔ مارپیچی استخوانی و غشاء پایه به‌دنبال کاشت حلزون می‌تواند باعث آسیب به اندام‌های دهلیزی، به‌خصوص ساکول، شود. به نظر می‌رسد ممکن است ساکول به‌دنبال کاشت حلزون صدمه ببیند و منجر به حذف پتانسیل عضلانی یا کاهش دامنهٔ آن شود.

واژگان کلیدی: پتانسیل عضلانی برانگیختهٔ دهلیزی، ساکول، کاشت حلزون

(دریافت مقاله: ۸۸/۷/۵، پذیرش: ۸۹/۳/۴)

مقدمه

کاشت حلزون امروزه روش انتخابی برای توانبخشی بیماران مبتلا به کم‌شنوایی حسی عصبی شدید و عمیق است. تکنیک‌های جراحی مورد استفاده برای کاشت حلزون در سال‌های متمادی تغییراتی یافته است(۱و۲). در کل، می‌توان گفت کاشت حلزون روشی ایمن با حداقل خطر بروز ناهنجاری‌ها پس از عمل است. با این وجود، وارد کردن الکترود کاشت حلزون به داخل فضای پر از مایع حلزون ممکن است منجر به بروز اختلالات دهلیزی مثل سرگیجه و عدم تعادل، به‌عنوان اثرات جانبی، شود. از آنجا که لابیرنت غشائی حاوی گیرنده‌های دهلیزی نیز می‌باشد، وارد کردن الکترود می‌تواند باعث آسیب به گیرنده‌ها و تداخل در

نویسنده مسئول: تهران، سعدی شمالی، بیمارستان امیراعلم (ع)، مرکز تحقیقات گروه گوش و حلق و بینی، تلفن: ۶۶۷۶۰۲۶۹-۰۲۱،
E-mail:n_yazdani@sina.tums.ac.ir

ساختارهای دهلیزی شود(۳).

سرگیجه و منگی از علایم شایع و معمولاً کوتاه‌مدت پس از انجام کاشت حلزون هستند. علاوه بر سرگیجه‌های ناشی از عمل جراحی، بسیاری از افراد کاشت شده، که مبتلا به کم-شنوایی‌های شدید تا عمیق هستند، در کنار اختلالات سیستم شنوایی، دارای اختلالات مادرزادی سیستم دهلیزی نیز هستند. در مقالات مختلفی به بررسی میزان سرگیجه و دیگر اختلالات دهلیزی پس از عمل کاشت حلزون پرداخته شده است. در آن مقالات شیوع سرگیجه پس از عمل از ۲ تا ۴۷ درصد گزارش شده است(۴). همچنین اختلال عملکرد مجرای نیم‌دایرهٔ خارجی با استفاده از آزمون کالریک از ۳/۱ درصد تا ۷۷ درصد گزارش شده است(۵). برخی مطالعات نشان می‌دهد که کوکلئوستومی می‌تواند منجر به آسیب گیرنده‌های دهلیزی، از جمله ساکول، شود(۶).

به‌طور خلاصه، پتانسیل عضلانی برانگیختهٔ دهلیزی (Vestibular Evoked Myogenic Potential: VEMP) یک پتانسیل مهاری است که در پاسخ به محرکات کلیک و تن‌برست با شدت بسیار بالا از عضله چنبری‌جناغی‌ماستوئیدی (Sternocleidomastoid: SCM) ثبت می‌شود. به نظر می‌آید این پاسخ‌ها منشأ دهلیزی دارند. تحقیقات مختلف روی انسان و حیوان تولید این پتانسیل‌ها در ساکول و انتقال آن از طریق عصب دهلیزی تحتانی را نشان می‌دهد. آزمون VEMP یک روش سودمند و غیرتهاجمی برای ارزیابی عملکرد اتولیت و یکپارچگی عملکرد عصب دهلیزی تحتانی است. از لحاظ بالینی انجام این آزمون آسان بوده و به‌وسیلهٔ اکثر سیستم‌های ثبت پتانسیل‌های برانگیخته قابل اجراست(۱۰-۷).

در تعدادی پژوهش از آزمون VEMP برای بررسی سیستم دهلیزی افراد دارای کاشت حلزون استفاده شده است(۱۱و۱۲). هدف از این مطالعه بررسی وضعیت سیستم دهلیزی، به‌خصوص ساکول، در بیماران دارای کاشت حلزون پس از عمل جراحی، با استفاده از آزمون VEMP می‌باشد.

روش بررسی

در این مطالعهٔ مقطعی ۳۳ بیمار (۲۱ مرد و ۱۲ زن) مبتلا به افت شنوایی حسی‌ـعصبی عمیق، که در بیمارستان امیراعلم دانشگاه علوم پزشکی تهران در بین سال‌های ۷۳ تا ۸۲ کاشت حلزون شده بودند، به شیوه غیرتصادفی ساده انتخاب شده و به‌عنوان گروه مورد تحت بررسی قرار گرفتند. محدودهٔ سنی این بیماران ۴۵-۱۸ سال با میانگین ۱۹/۹۷ و انحراف معیار ۱۵/۷۱ بود. همچنین ۳۰ فرد بزرگسال (۱۵ مرد و ۱۵ زن)، که از شنوایی هنجار برخوردار بودند، به‌عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شدند. محدودهٔ سنی این افراد ۳۵-۱۹ سال با میانگین ۲۴/۲۷ و انحراف معیار ۳/۲۷ بود. تمامی افراد مورد مطالعه، نسبت به مراحل انجام ارزیابی آگاهی کامل داشتند و در صورت تمایل وارد مطالعه می‌شدند.

در این پژوهش افراد دارای مشکلاتی نظیر اختلالات عضلانی‌ـگردنی و همچنین پاتولوژی‌های فعال در گوش میانی و خارجی از مطالعه حذف شدند. برای بررسی وجود پاتولوژی‌های فعال در گوش از اتوسکپی و ادیومتری ایمیتانس، با استفاده از دستگاه AZ26 شرکت Intraacoustic کشور دانمارک، استفاده شد. سپس نمونه‌ها در بخش الکتروفیزیولوژی دپارتمان شنوایی‌شناسی دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران تحت آزمون VEMP قرار گرفتند. پاسخ‌های VEMP با استفاده از دستگاه EP25 ساخت شرکت Intraacoustic کشور دانمارک ثبت شدند. برای ثبت VEMP، الکترود ناوارونگر روی یک سوم فوقانی عضلات SCM دو طرف، الکترود وارونگر روی استخوان ترقوه و الکترود زمین روی پیشانی قرار گرفت. امپدانس الکترودها کمتر از ۱۰ کیلو اهم بود و پاسخ‌ها ۵۰۰۰ برابر تقویت شد. برای ثبت پاسخ از فیلتر باند گذر ۱۵۰۰-۱۰ هرتز، پنجرهٔ زمانی ۵۰ میلی‌ثانیه و تعداد تحریک ۵ محرک در ثانیه استفاده شد. پاسخ‌های به‌دست آمده ۱۰۰ بار نمونه‌گیری شد. محرک مورد استفاده تن‌برست ۵۰۰ هرتز با زمان خیز/افت و پلاتوی ۲-۰-۲ سیکل بر ثانیه بود.

برای فعال کردن SCM از افراد خواسته شد تا روی یک صندلی بدون حمایت سر بنشینند. سپس هر فرد سر خود را ۳۰

جدول ۱ـ میانگین (انحراف معیار) زمان نهفتگی و دامنه امواج VEMP در گروه شاهد

گوش مورد ارزیابی	تعداد	زمان نهفتگی p13	زمان نهفتگی n23	دامنه p13-n23
گوش راست	۳۰	۱۴/۷۷(۱/۱۷)	۲۴/۰۱(۲/۱۰)	۱۱۳/۹۴(۳۷/۹۰)
گوش چپ	۳۰	۱۴/۹۶(۱/۲۳)	۲۳/۵۷(۴/۳۱)	۱۱۴/۲۴(۳۳/۶۷)
میانگین دو گوش	۶۰	۱۴/۸۶(۱/۲۰)	۲۳/۷۹(۴/۲۱)	۱۱۴/۰۹(۳۳/۷۹)

درجه به سمت جلو و ۳۰ درجه به سمت مخالف عضله مدنظر می‌چرخانید. برای کنترل الکترومیوگرافی عضلهٔ افراد مورد مطالعه در طول آزمایش و میزان انقباض یکسان در دو طرف، از روش فیدبک استفاده شد. در این روش، کیسهٔ هوای یک دستگاه اندازه‌گیری فشار خون تا ۲۰ میلی‌متر جیوه پر از هوا می‌شود و از فرد خواسته می‌شود تا کیسه را بین دست و چانه خود قرار دهد و با فشار روی کیسهٔ هوا، عقربهٔ فشارسنج را روی ۴۰ میلی‌متر جیوه ثابت نگه دارد. همچنین به‌منظور جلوگیری از مخدوش شدن نتایج به‌دلیل خستگی در عضلات گردن، پس از ثبت هر موج، یک الی دو دقیقه به آزمون‌شوندگان استراحت داده شد.

مقادیر زمان نهفتگی p13 و n23 و دامنهٔ p13-n23 با استفاده از محرک تن‌برست ۵۰۰ هرتز در سطح شدت ۱۲۵ دسی‌بل peSPL ثبت گردید. در هر سطح شدتی برای اطمینان از تکرارپذیری مناسب، دو موج ثبت شد و میانگین پاسخ‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۱۶ استفاده شد. برای آمار توصیفی از محاسبهٔ شاخص‌های مرکزی و پراکندگی (میانگین و انحراف معیار) استفاده شد. جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کولموگروف‌ـاسمیرنف استفاده شد. جهت مقایسهٔ میانگین متغیرهای مورد مطالعه، شامل زمان نهفتگی و دامنهٔ امواج با توجه به اینکه توزیع داده‌ها دارای توزیع طبیعی بودند، از آزمون t مستقل و برای مقایسهٔ نتایج بین دو گوش از آزمون t زوج استفاده شد. سطح ۰/۰۵ به‌عنوان معیار معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

پاسخ VEMP در تمامی افراد گروه شاهد در هر دو گوش با دامنه و مورفولوژی مطلوب ثبت گردید. زمان نهفتگی امواج p13 و n23 در هر دو گوش افراد گروه شاهد در محدودهٔ هنجار قرار داشت. جدول ۱ میانگین زمان نهفتگی و دامنهٔ امواج VEMP در افراد هنجار را نشان می‌دهد.

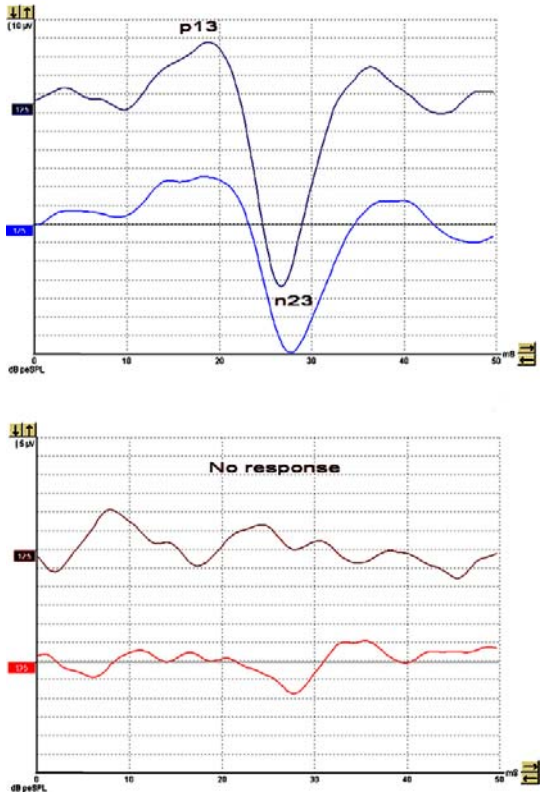
مقایسهٔ میانگین زمان نهفتگی p13 و n23 و دامنهٔ کمپلکس اول امواج VEMP بین دو گوش(p=۰/۵) و بین زنان و مردان تفاوت معنی‌داری را نشان نداد(p=۰/۴).

در گروه مورد، از تعداد ۳۳ بیمار کاشت حلزون شده، جراحی در ۱۷ نفر در گوش چپ و در ۱۶ نفر در گوش راست

جدول ۲ـ میانگین (انحراف معیار) زمان نهفتگی و دامنه امواج VEMP در بیماران کاشت حلزونی

گوش مورد ارزیابی	تعداد	زمان نهفتگی p13	زمان نهفتگی n23	دامنه p13-n23
گوش کاشت شده	۳	۱۵/۷۴(۱/۱۸)	۲۴/۶۷(۲/۶۵)	۷۹/۲۳(۲۹/۷۹)
گوش کاشت نشده	۱۴	۱۴/۸۷(۱/۴۶)	۲۵/۲۳(۲/۲۳)	۹۸/۰۹(۴۱/۰۹)

شکل ۱ـ نمونه‌ای از ثبت پاسخ VEMP از گوش چپ (بالا) و از گوش راست (پایین) در یک بیمار دارای کاشت حلزون



انجام شده بود. در این مطالعه، ۱۶ نفر از بیماران مورد ارزیابی در هیچ‌کدام از گوش‌ها پاسخ مشخصی را در دو گوش نشان ندادند. در ۳ نفر از بیماران پاسخ VEMP در هر دو گوش ثبت شد و در ۱۴ نفر نیز این پاسخ تنها در گوش جراحی نشده ثبت شد. جدول ۲ میانگین زمان نهفتگی و دامنهٔ امواج را در بیماران دارای کاشت حلزون نشان می‌دهد.

مقایسهٔ زمان نهفتگی امواج VEMP بین گروه‌های شاهد و گوش کاشت شده(p=۰/۲) و کاشت نشده(p=۰/۱) بیماران دارای کاشت حلزونی تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین زمان نهفتگی در گوش‌های کاشت شده و کاشت نشدهٔ بیماران مشاهده نگردید(p=۰/۰۷). در مقابل، دامنهٔ امواج VEMP در گوش کاشت بیماران دارای کاشت حلزون کاهش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان داد(p=۰/۰۲). همچنین این اختلافِ دامنه بین گوش‌های کاشت شده و کاشت نشدهٔ گروه مورد معنی‌دار بود(p=۰/۰۴).

نمونه‌ای از پاسخ VEMP در یک بیمار دارای کاشت حلزون در سمت راست در شکل ۱ نشان داده شده است. پاسخ VEMP بالای شکل مربوط به گوش چپ (جراحی نشده) است که با دامنه و مورفولوژی مناسب ثبت شده است. پاسخ VEMP در پایین شکل مربوط به گوش کاشت حلزون شده است که پاسخ در آن کاملاً حذف شده است.

بحث

حلزون و اندام‌های دهلیزی از لحاظ آناتومیک با هم در ارتباط هستند. آنها ساختار لابیرنت غشائی و سلول‌های گیرندهٔ مشابهی دارند. بنابراین آسیب گوش داخلی می‌تواند هم بر روی شنوایی و هم حس تعادل تأثیر داشته باشد.

تأثیرات کاشت حلزون بر سیستم دهلیزی در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. علایم دهلیزی در مقالات مختلف بین ۰/۳۳ تا ۷۰ درصد گزارش شده است(۱۳). Ito و همکاران (۱۹۹۸) با مروری بر مقالات چاپ شده الکترونیستاگموگرافی در بیماران کاشت حلزونی نشان دادند که پاسخ‌های کالریک در ۷۱ بیمار (۳۸٪) و پاسخ‌های رفلکس دهلیزی‌ـچشمی در ۴۰ درصد از بیماران کاهش یافته بود(۱۴). Melvin و همکاران نیز چنین نتایجی را در سال ۲۰۰۹ با استفاده از آزمون‌های ENG و نیستاگموس ناشی از تکان دادن سر (Head Shaking Nystagmus: HSN) در این بیماران گزارش کرد(۱۵).

سرگیجه و منگی از شکایات معمول و کوتاه‌مدت بیماران پس از انجام کاشت حلزون است. علاوه بر سرگیجه‌های پس از عمل، گیرنده‌های شنوایی و دهلیزی لابیرنت ممکن است اختلال عملکرد پیدا کرده و موجب بروز شکایاتی در بیماران شوند(۱۱). بررسی‌های پاتولوژیک سیستم دهلیزی از استخوان تمپورال پس از کاشت حلزون نشان‌دهندهٔ آسیب‌های هیستوپاتولوژیک چشمگیری

در ۵۴ درصد بیماران مورد مطالعه Tien و همکاران بوده است(۱۶). برخی مطالعات پاتولوژیک روی سیستم دهلیزی در انسان پس از کاشت حلزون نشان می‌دهند که آسیب‌هایی چون فیبروز دستگاه دهلیزی، صدمه به غشاء ساکول و استئوژنز ممکن است به‌دنبال کاشت حلزون موجب اختلالات عملکردی و ساختاری در سیستم دهلیزی شود(۱۲).

در مطالعهٔ Todt و همکاران (۲۰۰۸) روی استخوان تمپورال نشان داده شده است که وارد کردن الکترودها به داخل حلزون باعث صدمه به تیغهٔ مارپیچی استخوانی، غشاء پایه و گیرنده‌های دهلیزی می‌شود. امکان آسیب به ساکول در بین گیرنده‌های دهلیزی به‌دلیل مجاورت آن با حلزون بسیار زیاد است(۱۱). این یافته‌ها در مطالعه حاضر نیز دیده می‌شود. در پژوهش حاضر در ۱۶ نفر (۴۸/۴۸٪) هیچ پاسخی در دو گوش به‌دست نیامد. در سه مورد (۹/۰۹٪) پاسخ‌ها در هر دو گوش ثبت شدند ولی در اکثر موارد دامنهٔ امواج در سمت کاشت شده کاهش یافته بود. در ۱۴ مورد (۴۲/۴۲٪) پاسخ‌ها تنها در گوش غیرکاشت شده، با دامنهٔ کمتر نسبت به افراد گروه شاهد ثبت شد. با توجه به اینکه در تمام موارد، پاسخ‌های یک‌طرفه در صددرصد موارد در سمت غیرکاشت شده ثبت شدند، به نظر می‌رسد کاشت حلزون می‌تواند باعث حذف پاسخ در گوش کاشت شده گردد. مقایسهٔ نتایج قبل و پس از عمل می‌تواند بر این یافته صحه بگذارد، به‌دلیل محدودیت‌های مختلف در این مطالعه این مقایسه میسر نشد. در عین حال در مطالعات کمی پاسخ‌های VEMP قبل و پس از عمل مورد مقایسه قرار گرفته است. Jin و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی VEMP در بیماران دارای کاشت حلزون قبل و بعد از عمل گزارش کردند که قبل از عمل از ۱۲ نمونهٔ مورد مطالعه ۶ نفر بدون پاسخ، ۱ نفر با پاسخ کاهش یافته و ۵ نفر پاسخ هنجار نشان دادند. با ثبت VEMP پس از عمل آنها گزارش کردند که در ۱۱ نفر از بیماران در گوش کاشت شده پاسخی ثبت نشد. در مطالعهٔ ما تنها در ۳ نفر از ۳۳ نفر در گوش کاشت شده پاسخ ثبت گردید(۱۲).

در مطالعه‌ای دیگر، Todt و همکاران نشان دادند که VEMP پیش از عمل در ۱۶ نفر از ۳۰ نفر، و پس از عمل تنها در ۸ بیمار پاسخ ثبت شد و در ۲۲ نفر پاسخی وجود نداشت.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد VEMP ابزار مناسبی برای بررسی عملکرد ساکول در بیماران کاشت حلزونی است. ساکول در بیشتر بیماران دارای کاشت حلزون می‌تواند به‌دنبال جراحی کاشت حلزون آسیب ببیند و منجر به حذف VEMP شود. توصیه می‌شود آزمون VEMP در مجموعه آزمون‌های تشخیصی بیماران کاشت حلزونی قبل و پس از عمل گنجانده شود.

سپاسگزاری

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی تهران با شمارهٔ طرح ۴۳۰۳ انجام شده است. بدین‌وسیله از مساعدت‌های بی‌دریغ مسئولان مرکز تحقیقات گوش و حلق و بینی بیمارستان امیراعلم (ع) به‌ویژه سرکار خانم مختاری به‌جهت ارجاع بیماران قدردانی می‌گردد. ضمناً از تمامی بیماران تحت آزمون سپاسگزاری ویژه می‌گردد.

REFERENCES

1. Laszig R, Aschendorff A, Schipper J, Klenzner T. Current developments in cochlear implantation. HNO. 2004;52(4):357-62. German.
2. O'Donoghue GM, Nikolopoulous TP. Minimal access surgery for pediatric cochlear implantation. Otol Neurotol. 2002;23(6):891-4.
3. Kempf HG, Tempel S, Johann K, Lenarz T. Complications of cochlear implant surgery in children and adults. Laryngorhinootologie. 1999;78(10):529-37. German.
4. Kubo T, Yamamoto K, Iwaki T, Doi K, Tamura M. Different forms of dizziness

occurring after cochlear implant. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2001;258(1):9-12.
5. Buchman CA, Joy J, Hodges A, Telischi FF, Balkany TJ. Vestibular effects of cochlear implantation. Laryngoscope. 2004;114(10 Pt 2 Suppl 103):1-22.
6. Licameli G, Zhou G, Kenna MA. Disturbance of vestibular function attributable to cochlear implantation in children. Laryngoscope. 2009;119(4):740-5.
7. Basta D, Todt I, Ernst A. Normative data for P1/N1-latencies of vestibular evoked myogenic potentials induced by air- or bone-conducted bursts. Clin Neurophysiol. 2005;116(9):2216-9.
8. Jongkees LB. The caloric test and its value in evaluation of the patient with vertigo. Otolaryngol Clin North Am. 1973;6(1):73-93.
9. Jacobson GP, Newman CW. The development of the Dizziness Handicap Inventory. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1990;116(4):424-7.
10. Enrietto JA, Jacobson KM, Baloh RW. Aging effects on auditory and vestibular responses: a longitudinal study. Am J Otolaryngol. 1999;20(6):371-8.
11. Todt I, Basta D, Ernst A. Does the surgical approach in cochlear implantation influence the occurrence of postoperative vertigo? Otolaryngol Head Neck Surg. 2008;138(1):8-12.
12. Jin Y, Nakamura M, Shinjo Y, Kaga K. Vestibular-evoked myogenic potentials in cochlear implant children. Acta Otolaryngol. 2006;126(2):164-9.
13. Steenerson RL, Cronin GW, Gary LB. Vertigo after cochlear implantation. Otol Neurotol. 2001;22(6):842-3.
14. Ito J. Influence of the multichannel cochlear implants on vestibular function. Otolaryngol Head Neck Surg. 1998;118(6):900-2.
15. Melvin TA, Della Santina CC, Carey JP, Migliaccio AA. The effects of cochlear implantation on vestibular function. Otol Neurotol. 2009;30(1):87-94.
16. Tien HC, Linthicum FH Jr. Histopathologic changes in the vestibule after cochlear implantation. Otolaryngol Head Neck Surg. 2002;127(4):260-4.