مطالعه مروری؛ مناطق مرده حلزون و آزمون TEN (Threshold equalizing noise)

علی اکبر نصر اصفهانی[1]، الهام رجب‌پور[1]، محمد حسین نیلفروش[*]، مهسا سپهرنژاد[2]، پریسا رسولی‌فرد[1]

چکیده

مقدمه: مناطق مرده قسمتی از حلزون در گوش داخلی است که تخریب شده‌اند. با دیدن ادیوگرام، پاسخ‌هایی دیده شده است که فرد در آن‌ها به تحریک آکوستیکی پاسخ داده است. این علایم یکپارچگی قسمتی از گوش که مورد آزمایش قرار گرفته است را نشان می‌دهد. آگاهی از عملکرد حلزون، در تشخیص پاسخ‌های کاذبی که از مناطق مرده حلزونی می‌آیند، کمک کننده است. در سال‌های اخیر به وسیله آزمونی به نام TEN (Threshold equalizing noise) با ارایه نویز پهن باند همان طرفی و تغییر آستانه یک منطقه، به شناسایی مناطق مرده حلزونی پرداخته‌اند. با توجه به حساسیت مناطق مرده در دریافت و درک گفتار، آگاهی از وضعیت سلامت حلزون و نحوه انجام آزمون مربوط ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها: این مقاله مروری بر مقالات منتشر شده از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۳ بود که بیشترین مطالعات انجام شده در این دوره زمانی و در زمینه مناطق مرده حلزون بوده است که در پایگاه‌های اطلاعاتی Google Scholar، Science Direct، EBSCO، PubMed، Thieme، ProQuest و با استفاده از کلید واژه‌های مناطق مرده حلزونی، آزمون آستانه برابری شده با نویز، پوشش همان طرفی و موج مسافر در حلزون، تجویز سمعک بر اساس آستانه واقعی وجود داشت.

نتیجه‌گیری: در تنظیم سمعک برای بیمارانی با افت شنوایی شدید و شیب‌دار باید به بخش‌های عملکردی و مناطق مرده محدوده فرکانسی شنوایی آن‌ها توجه داشت. هدف، ایجاد تقویت برای بخش‌های فعال و جلوگیری از تقویت برای بخش‌های مرده بود. اغلب این به معنی ایجاد تقویت برای فرکانس‌های مناطق گذار (مناطق بین مناطق مرده و سالم) به جای تقویت فرکانس‌هایی بود که بیش‌ترین کم‌شنوایی را داشتند. می‌توان به بخش‌های در حال مرگ کمک کرد ولی به مناطق مرده نمی‌توان تقویتی اعمال نمود. شناسایی مناطق مرده به تنظیم سمعک کمک می‌کند.

کلید واژه‌ها: مناطق مرده حلزون، موج مسافر، آزمون TEN (Threshold equalizing noise)

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۴
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۸

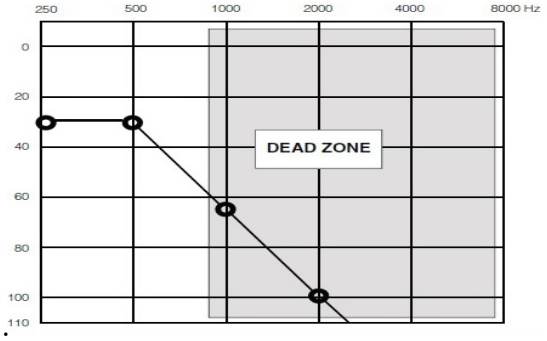
مقدمه

مناطق مرده قسمتی از حلزون در گوش داخلی است که تخریب شده‌اند. ادیوگرام نموداری است که علایم آن نشان دهنده پاسخ فرد به تحریک آکوستیکی می‌باشد. این علایم یکپارچگی قسمتی از گوش که مورد آزمایش قرار گرفته است را نشان می‌دهد (۱). دقت در تفسیر ادیوگرام اهمیت بسیاری دارد. اطلاع از چگونگی عملکرد حلزون شنوایی به تشخیص پاسخ‌های کاذب بر آمده از مناطق مرده حلزونی کمک خواهد کرد. در نتیجه آزمون‌های شنوایی دقیق‌تر و تنظیم‌های بهتری برای سمعک انجام خواهد شد. در حلزون شنوایی، سلول‌های مویی خارجی (Outer hair cell یا OHC) نقش حمایتی برای سلول‌های مویی داخلی (Inner hair cell یا IHC) دارند (۲).

* عضو هیأت علمی، گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: mhnilforoush@rehab.mui.ac.ir

۱- کارشناس ارشد شنوایی شناسی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲- کارشناس ارشد شنوایی شناسی، سرپرست تیم توان‌بخشی کاشت حلزون اصفهان، مرکز کاشت حلزون اصفهان، اصفهان، ایران

سلول‌های مویی خارجی به صورت مکانیکی به سلولهای مویی داخلی کمک می‌کند تا اصوات با شدت پایین‌تر از ۵۰ تا ۶۰ دسی‌بل SPL (Sound pressure level) شنیده شوند (۳) و تمایز بین فرکانس‌های مختلف امکان‌پذیر شود. مرگ سلول‌های مویی خارجی موجب حذف گسیل‌های صوتی گوش (OAE یا Otoacoustic emission) و مرگ سلول‌های داخلی گوش باعث حذف رفلکس آکوستیک می‌گردد (۴). گسیل‌های صوتی گوش و رفلکس آکوستیک، آزمایش‌های غیر رفتاری سلول‌های مویی خارجی و سلول‌های مویی داخلی هستند و هر دوی این‌ها از پاتولوژی‌های گوش میانی متأثر می‌شوند. برای درک مناطق مرده در حلزون، درک موج مسافر حلزون، مهم است.



شکل ۱. نمودار منطقه مرده حلزونی

برای مثال در شکل ۱ اگر سلول‌های مویی در مناطق فرکانس بالا مرده باشند؛ ادیوگرام، کاهش شنوایی حسی-عصبی فرکانس بالا را نشان می‌دهد. شیب جلوی موج مسافر (تحریک فرکانس بالای شدید) ممکن است سلول‌های سالم مناطق فرکانس پایین را تحریک کند. فرد شنیدن صدا را حین ادیومتری گزارش می‌دهد، اما پاسخ به راستی از مناطق فرکانس بالا نیست. به آستانه ۶۵ دسی‌بل در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز نگاه کنید. وقتی که در ۱۰۰۰ هرتز، ۶۵ دسی‌بل ارایه می‌شود بیمار پاسخ می‌دهد. این پاسخ ضرورتاً به این معنی نیست که بیمار در ۱۰۰۰ هرتز می‌شنود، بلکه این پاسخ شاید پاسخ کاذبی است که از مناطق مرده حلزونی بوده است و می‌تواند ناشی از شنوایی بیمار به واسطه عملکرد سلول‌های مویی فرکانس پایینتر باشد. اگر هیچ عملکردی در سلول‌های مویی داخلی نباشد (قسمت‌های خاکستری)، تقویت برای این منطقه بی‌فایده خواهد بود (۵). در صورت وجود مناطق مرده حلزونی، ۳ شکل در ادیوگرام دیده خواهد شد (۶).

- شیب‌دار با کم‌شنوایی فرکانس بالا
- منحنی معکوس (Reverse)
- ادیوگرام کلوچه گاز زده (Cookie bite)

با توجه به حساسیت مناطق مرده حلزونی در دریافت و درک گفتار، آگاهی از وضعیت سلامت حلزون و نحوه انجام آزمون مربوطه ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این مقاله مروری بر آخرین مقالات و کتاب‌های منتشر شده در زمینه مناطق مرده حلزون از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۳ است که در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، EBSCO، Google Scholar، Thieme، ProQuest وجود دارد. هم چنین از جستجوی دستی منابع کتابخانه‌ای نیز استفاده گردید. در این جستجو از کلید واژه‌هایی همچون مناطق مرده حلزونی، آزمون آستانه برابری شده با نویز، پوشش همان طرفی، موج مسافر در حلزون و تجویز سمعک بر اساس آستانه واقعی استفاده شد.

یافته‌ها

۳۷ مقاله حاصل مرور اخیر بوده است که ۲۲ مورد برای نگارش مطالب استفاده گردید و موارد زیر جهت پاسخ‌گویی به سؤالات تحقیق استخراج شد.

موج مسافر چیست؟

اصوات آکوستیکی مایع حلزونی را وادار به حرکت کرده است و در نتیجه آن غشای پایه نیز به حرکت در می‌آید. خواص مکانیکی غشای پایه (صلابت و جرم) و وضعیت متغیر آن‌ها در طول غشای پایه باعث ایجاد نوعی حرکت موجی در قبال دریافت یک صوت می‌شود. موج مسافر تماماً از طریق مایع پر شده درون گوش داخلی، غشای قاعده‌ای را حرکت می‌دهد. در طول غشای قاعده‌ای، دامنه موج رشد می‌کند و

سرعت آن آهسته می‌شود تا زمانی که در مناطق ویژه‌ای از سلول‌های مویی به قله برسد (۷). برای فهمیدن این که صدا چگونه از طریق گوش داخلی عبور می‌کند و باعث حرکت غشای قاعده‌ای می‌شود، انتهای خودکار را بین انگشتان اشاره خود بگذارید. انگشت راست شما، استخوانچه رکابی گوش میانی و جای انگشت چپ‌تان را روی سلول‌های مویی تصور کنید. حال انگشت راست خود را به ارتعاش در آورید. توجه کنید که چگونه انگشت مقابل شما، فوراً در پاسخ حرکت می‌کند. مایع آندولنف همانند خودکار بین انگشتان شما در گوش داخلی قابلیت فشردگی ندارد و این مسأله مهم است (۸). اگر موج مسافر در گوش بیش‌تر از چند میلی ثانیه تأخیر داشته باشد، ما نخواهیم توانست که در زمان واقعی بشنویم. وقتی که استخوانچه رکابی به ارتعاش در می‌آید، امواج بلافاصله از طریق گوش منتقل شده و غشای قاعده‌ای را حرکت می‌دهند و در نتیجه سلول‌های مویی داخلی را تحریک می‌کنند (۹).

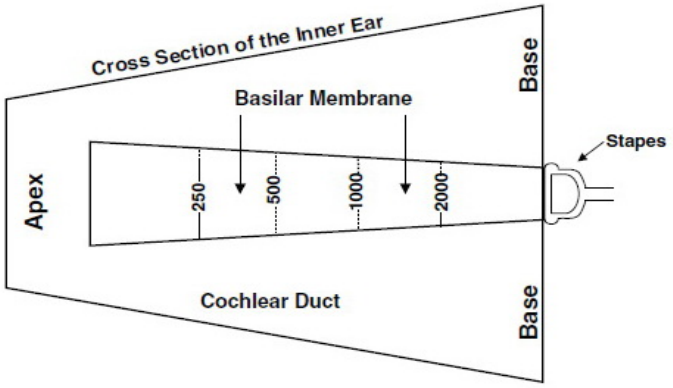
ویژگی‌های غشای قاعده‌ای

شکل ۲ نشان دهنده پیچ باز شده حلزون شنوایی می‌باشد. در این شکل مناطق مربوط به فرکانس‌های بالا و پایین در طول غشای قاعده‌ای مشخص شده است.

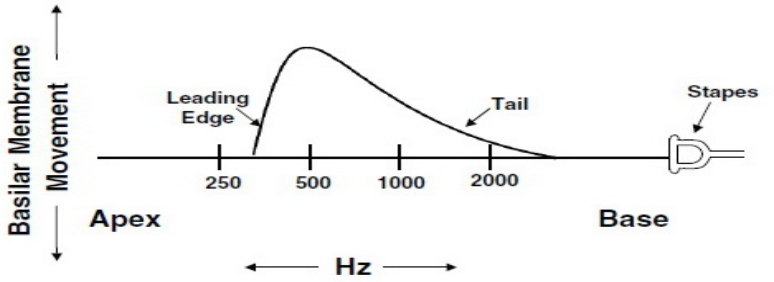
غشای قاعده‌ای، در قاعده حلزون یعنی نزدیک جایی که استخوانچه رکابی به دریچه بیضی می‌رسد باریک و سخت است، ولی در رأس حلزون پهن‌تر بوده و سختی کم‌تری دارد (شکل ۲). سلول‌های مویی خارجی تن‌های با فرکانس بالا را از طریق امواج هیدرولیک به سیگنال‌های الکتریکی در نزدیک قاعده حلزون تبدیل می‌کنند. تن‌های با فرکانس پایین، توسط سلول‌های مویی داخلی در نزدیک رأس تبدیل می‌شوند (۷). علت این که تن‌های با فرکانس بالا قاعده حلزون را تحریک می‌کنند این است که فرکانس بالا تحت تأثیر سختی است و غشای قاعده‌ای در این منطقه باریک، سخت و سفت است. محرک فرکانس پایین در رأس تبدیل می‌شود؛ چرا که فرکانس پایین تحت تأثیر جرم تشدید پیدا می‌کند.

پوش موج

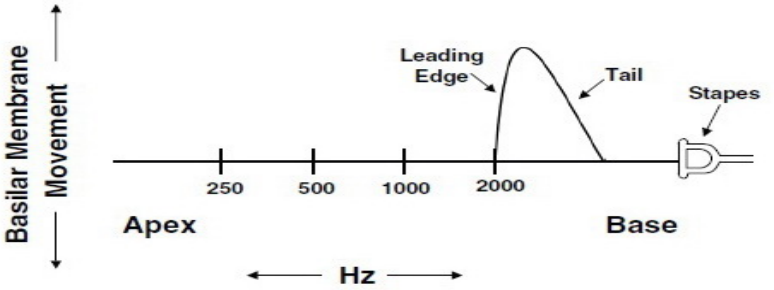
به منظور درک مناطق مرده باید شکل نامتقارن پوش موج بررسی شود. موج مسافر، یک دم طولانی و شیب‌دار به سمت قاعده مربوط به فرکانس بالا در حلزون دارد و شیب بیش‌تری پیدا می‌کند تا به رأس حلزون برسد (۱۰). شکل ۳ حرکت غشای قاعده‌ای توسط تن فرکانس پایین را نشان می‌دهد. به شکل موج و این که چگونه ناگهان افت پیدا می‌کند و دم طولانی دارد توجه شود. شکل ۴، موجی را نشان می‌دهد که توسط فرکانس بالا ایجاد شده است که این حالت نزدیک قاعده حلزون رخ می‌دهد.



شکل ۲. پیچ حلزون باز شده به همراه مناطق مختلف فرکانسی در طول غشای قاعده‌ای



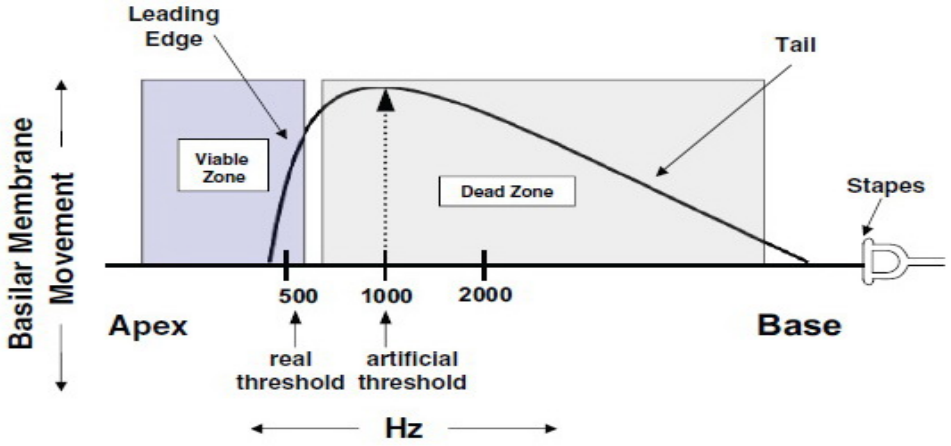
شکل ۳. تن فرکانس پایین، بیش‌ترین جا به جایی را در غشای قاعده‌ای واقع در رأس (انتهای دور از گوش میانی) ایجاد می‌کند.



شکل ۴. تن فرکانس بالا، تنها قاعده حلزون را تحریک می‌کند.

هر دو شکل، موج‌های نامتقارن هستند. تن خالص فرکانس پایین علاوه بر ایجاد بیش‌ترین حرکت در نزدیکی رأس، بخش قاعده‌ای را نیز بسیار کم به ارتعاش درمی‌آورد، .ولی تن فرکانس بالا تنها قاعده حلزون را متأثر می‌کند. وقتی یک تن با شدت متوسط تا بالا ارایه شود، موج مسافر طولانی‌تر و بلندتر است. وقتی سلول‌های مویی در منطقه قله موج تحریک شوند، اگر سلول‌ها در منطقه قله موج مرده باشند، پاسخ از مناطق مجاور که سلول‌های زنده دارند ایجاد می‌گردد. شکل ۵ این مطلب را نشان می‌دهد (۱۱).

منطقه زنده در سمت چپ شکل ۵ دیده می‌شود. در مکان فرکانسی ۱۰۰۰ هرتز نقطه با بیش‌ترین جا به جایی غشای قاعده‌ای قابل انتظار است، اما سلول‌های این منطقه پاسخ نمی‌دهند، چون در مناطق مرده قرار دارند. لبه جلویی این موج هم چنین، سلول‌های مویی زنده را در غشای قاعده‌ای ۵۰۰ هرتز تحریک می‌کند (منطقه زنده). بیش‌ترین نقطه حرکت غشای قاعده‌ای در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز نشان داده شده است، اما سلول‌های این منطقه مرده‌اند. قسمت لبه جلویی موج (Leading edge)، ۵۰۰ هرتز را تحریک می‌کند که در منطقه زنده قرار دارد (۱۲). در شکل ۱ به دلیل عملکرد سلول‌های مویی در منطقه ۵۰۰ هرتز بیمار می‌تواند سیگنال آزمایشی در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز را کشف کند (۶). وقتی تن ۲ کیلوهرتز برای آزمایش استفاده شود، باید به طور چشم‌گیری شدت تن را افزایش داد تا لبه جلویی موج برای گسترش به مناطق با سلول‌های مویی داخلی زنده، ایجاد شود (مناطق هاشور خورده تیره در شکل ۵) (۱۳). همراه شدن افت شنوایی حسی- عصبی فرکانس بالا که با ایجاد مناطق مرده حلزونی همراه می‌شود به صورت ادیوگرام شیب‌دار ظاهر می‌گردد. وقتی شیب ادیوگرام دچار افت ناگهانی شود (بالای ۴۰ دسی‌بل در هر اکتاو)، می‌توان احتمال وجود مناطق مرده را لحاظ کرد (۱۴). در مواجهه با ادیوگرام حسی- عصبی شدید تا عمیق فرکانس بالا با شیب تند، نیاز است تا از خود بپرسیم چه میزان از مناطق فرکانس بالا واقعاً دارای بخش



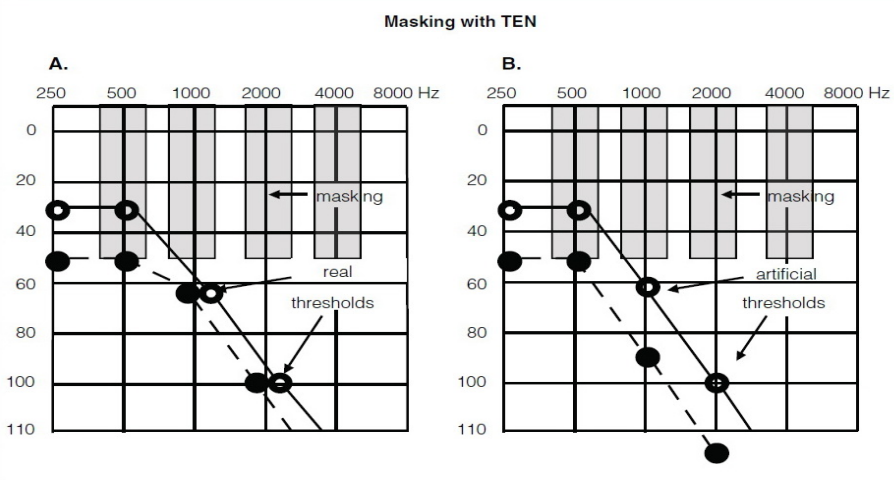
شکل ۵. موج مسافر ایجاد شده توسط فرکانس ۱۰۰۰ هرتز با شدت ۶۵ دسی‌بل را نشان می‌دهد.

مرده است؟ گاهی اکثر آن منطقه مرده است که تقویت در این مناطق را بی‌نتیجه می‌سازد (۱۵). در حالت دیگر ممکن است اکثر بخش‌های مناطق فرکانس بالا، دارای عملکرد باشند و سلول‌های مویی بتوانند سیگنال را کشف و به آن پاسخ دهند. در چنین مواردی، می‌توان نتیجه گرفت که میزان تقویت قابل ملاحظه‌ای نیاز است (۱۶).

آزمون TEN (Threshold equalizing noise)

Moore و همکاران، لوح فشرده‌ای را تولید کردند که برای ارزیابی مناطق مرده حلزونی طراحی شده بود. این برنامه، از سیگنال‌های تن خالص و نویز پوشاننده‌ای استفاده می‌کند که آستانه برابری شده با نویز (Threshold equalizing noise یا TEN) نامیده می‌شود (۱۷). این آزمون دارای نویز پهن باندی است که با نویز مورد استفاده در ادیومترهای معمول تفاوت دارد. این نویز همیشه به صورت همان طرفی به گوش آزمایشی ارایه می‌شود. بر خلاف اکثر رویه‌های پوشش که به صورت دگرطرفی ارایه می‌گردد. هنگامی که TEN ارایه می‌شود همه آستانه‌های شنوایی فرد را به سطح نویز می‌رساند. به عنوان مثال وقتی در یک فرد با آستانه هنجار، TEN در ۳۰ دسی‌بل ارایه شود، آستانه‌های او را به ۳۰ دسی‌بل می‌رساند (۱۸). تن خالص و محرک TEN توسط ادیومتر دو کاناله که یک کانال برای تن خالص و کانال دیگر برای ارایه نویز همان طرفی ارایه می‌شود. شدت می‌تواند به طور مستقل توسط کنترل‌گرهای ادیومتر تطبیق داده شود. ابتدا آزمایش برای یافتن آستانه بیمار به وسیله تن خالص انجام می‌گیرد، سپس در همان گوش، آستانه‌ها در حالی که نویز پوشاننده همان طرفی TEN ارایه می‌شود، به دست می‌آید (۱۷). کم‌شنوایی که در شکل ۱ نشان داده شد، در شکل‌های ۶A و ۶B دوباره به تصویر کشیده شده است. پوشش ملایم (۵۰ دسی‌بل TEN) به‌صورت نوارهای هاشور خورده‌ای در هر دو مورد مشخص شده است. در شکل ۶A سلول‌های مویی فرکانس بالا زنده هستند، در حالی که در شکل ۶B سلول‌های مویی فرکانس بالا مرده‌اند.

یک راه به منظور کاربرد بالینی این لوح فشرده برای آزمایش مناطق حلزونی مرده، ارایه آزمایش TEN به صورت همان طرفی با شدت کافی برای پوشش راحت‌تر آستانه‌های شنوایی در گوش بهتر است. به صورت تئوری، آستانه‌های ضعیف‌تر نباید به وسیله پوشش تغییر کنند؛ چرا که سطح شدت برای پوشش آن‌ها بسیار ضعیف است (۱۹). در شکل ۶A فردی با کم‌شنوایی حسی- عصبی بدون هر گونه مناطق مرده نشان داده شده است که نویز۵۰ دسی‌بل پوشاننده TEN، فقط به اندازه ۳۰ دسی‌بل، آستانه فرکانس‌های پایین را تغییر داده است، در حالی که آستانه فرکانس‌های بالا تغییری نکرده‌اند.



شکل ۶. در بخش A، آستانه فرکانس ۱ کیلو هرتز تغییری نکرده است؛ چرا که این منطقه زنده است. در بخش B، پوشش همان طرفی ملایم همه آستانه‌ها را تا ۲۰ دسی‌بل تغییر داده است که وجود مناطق مرده را نشان می‌دهد. آستانه اصلی فرکانس ۱ کیلو هرتز، ۶۵ دسی‌بل است؛ چنان چه این منطقه زنده باشد ۵۰-۴۵ دسی‌بل پوشش، نباید تغییری ایجاد کند.

در این جا سلول‌های مویی داخلی فرکانس بالا آسیب دیده‌اند، اما نمرده‌اند. پوشش TEN برای بیماران در چنین فرکانس‌هایی قابل شنیدن نیست (۲۰). در شکل ۶B، TEN آستانه‌های فرکانس‌های پایین و بالا را تغییر داده است. تغییر آستانه‌های فرکانس پایین به دلیل پوشش و تغییر آستانه‌های فرکانس بالا به دلیل پاسخ از دیگر سلول‌ها می‌باشد. این یافته نشان می‌دهد که آستانه فرکانس‌های بالا در حقیقت از سلول‌های مویی زنده مناطق فرکانس پایین آمده است (۲۱).

نتیجه‌گیری

از آن جایی که در مناطق زنده اصوات واضح شنیده می‌شوند، درخواست از بیمار برای توصیف کیفیت صدایی که می‌شنود مفید خواهد بود. سیگنال آزمایشی وقتی در مناطق مرده ارایه شود به صورت همهمه، وزوز و تیز (ناواضح) درک می‌شود. در موارد افت حسی- عصبی شدید شیب‌دار در فرکانس‌های بالا، باید به احتمال مناطق مرده حلزونی مشکوک شد. گزارش بیمار مبنی بر درک صدا به صورت گوش خراش و غیرتونال، این احتمال را دو چندان می‌کند (۲۲). در تنظیم سمعک برای افرادی با افت شنوایی شدید شیب‌دار، توجه به محدوده فرکانسی شنوایی عملکردی و مناطق مرده اهمیت بسیاری دارد. هدف، ایجاد تقویت برای بخش‌های فعال و جلوگیری از تقویت برای بخش‌های مرده است. در اغلب مواقع این مسأله به معنی ایجاد تقویت برای فرکانس‌های مناطق گذار (مناطق بین مناطق مرده و سالم) به جای تقویت برای فرکانس‌هایی با حداکثر کم‌شنوایی است. در نتیجه می‌توان به بخش‌های در حال مرگ کمک کرد، ولی برای مناطق مرده نمی‌توان تقویتی اعمال نمود (۲).

پیشنهادها

به منظور فیتینگ بهتر سمعک، شناسایی بخش‌های مرده حلزون، تعیین این که کدام بخش از محدوده فرکانسی شنوایی، عملکردی است و کدام بخش‌ها مرده است و هم چنین به منظور رضایت بیشتر بیمار از تنظیمات انجام شده برای سمعک، انجام آزمون TEN توصیه می‌شود.

References

1. Huss M, Moore BCJ, Baer T, Glasberg BR. Perception of pure tones by listeners with and without a dead region. Br J Audiol 2001; 35: 149-50.
2. Moore BCJ. Dead Regions in the Cochlea: Diagnosis, Perceptual Consequences, and Implications for the Fitting of Hearing Aids. TRENDS AMPLIF 2001; 5: 1-34.
3. Kohlrausch A, Fassel R, Dau T. The influence of carrier level and frequency on modulation and beat-detection thresholds for sinusoidal carriers. J Acoust Soc Am 2000; 108(2): 723-34.
4. Moore BCJ. Cochlear Hearing Loss. London, UK: Wiley-Blackwell; 1998.
5. Vestergaard MD. Dead regions in the cochlea: implications for speech recognition and applicability of articulation index theory. Int J Audiol 2003; 42(5): 249-61.
6. Moore BC, Glasberg BR. A revised model of loudness perception applied to cochlear hearing loss. Hear Res 2004; 188(1-2): 70-88.
7. Cheatham MA, Dallos P. Inner hair cell response patterns: implications for low-frequency hearing. J Acoust Soc Am 2001; 110(4): 2034-44.
8. Moore BC, Alcantara JI. The use of psychophysical tuning curves to explore dead regions in the cochlea. Ear Hear 2001; 22(4): 268-78.
9. Huss M, Moore BC. Tone decay for hearing-impaired listeners with and without dead regions in the cochlea. J Acoust Soc Am 2003; 114(6 Pt 1): 3283-94.
10. Alcantara JI, Moore BC. The relative role of beats and combination tones in determining the shapes of masking patterns: II. Hearing-impaired listeners. Hear Res 2002; 165(1-2): 103-16.
11. Summers V, Molis MR, Musch H, Walden BE, Surr RK, Cord MT. Identifying dead regions in the cochlea: psychophysical tuning curves and tone detection in threshold-equalizing noise. Ear Hear 2003; 24(2): 133-42.
12. Tyler, RS. Frequency resolution in hearing-impaired listeners. In B. C. J. Moore (Ed.), Frequency Selectivity in Hearing. 1999; 309–371.
13. Alcantara JI, Moore BC, Vickers DA. The relative role of beats and combination tones in determining the shapes of masking patterns at 2 kHz: I. Normal-hearing listeners. Hear Res 2000; 148(1-2): 63-73.
14. Rankovic CM. Articulation index predictions for hearing-impaired listeners with and without cochlear dead regions. J Acoust Soc Am 2002; 111(6): 2545-8.
15. Ruggero MA, Rich NC, Recio A, Narayan SS, Robles L. Basilar-membrane responses to tones at the base of the chinchilla cochlea. J Acoust Soc Am 1997; 101(4): 2151-63.
16. Schuknecht HF, Gacek MR. Cochlear pathology in presbycusis. Ann Otol Rhinol Laryngol 1993; 102(1 Pt 2): 1-16.
17. Moore BC, Huss M, Vickers DA, Glasberg BR, Alcantara JI. A test for the diagnosis of dead regions in the cochlea. Br J Audiol 2000; 34(4): 205-24.
18. Moore BC, Killen T, Munro KJ. Application of the TEN test to hearing-impaired teenagers with severe-to-profound hearing loss. Int J Audiol 2003; 42(8): 465-74.
19. Arnold M, Small Jr. Pure-Tone Masking. Journal of the Acoustical Society of America 1959; 31(12): 1619-25.
20. Rankovic CM. Articulation index predictions for hearing-impaired listeners with and without cochlear dead regions. J Acoust Soc Am 2002; 111(6): 2545-8.
21. Sellick PM, Patuzzi R, Johnstone BM. Measurement of basilar membrane motion in the guinea pig using the Mossbauer technique. J Acoust Soc Am 1982; 72(1): 131-41.
22. Turner CW, Cummings KJ. Speech audibility for listeners with high-frequency hearing loss. Am J Audiol 1999; 8(1): 47-56.

Cochlear dead zones and TEN (threshold equalizing noise) test

Aliakbar Nasr Esfahani[1], *Elham Rajabpour*[1], *Mohammad Hussein Nilforoush*[*], *Mahsa Sepehrnejad*[2], *Parisa Rasoulifard*[1]

Received date: 25/12/2011
Accept date: 27/02/2012

Abstract

Introduction: Cochlear dead zones are defined as areas where the inner hair cells have been destroyed. Thresholds on the audiograms show the integrity of those parts of the ear that are tested. Care must be taken in interpretating audiograms. Thanks to the advances in understanding of cochlear functions, it is now possible to spot false responses that come from dead zones of the cochlea. Recently, cochlear dead regions have been detected via TEN (threshold equalizing noise) test in which ipsilateral broadband noise and threshold shifting are used.

Materials and Methods: A review of the literature on the subject of dead zones published from 1993 to 2003 was performed using PubMed, EBSCO, Science Direct, Google Scholar, Thieme and ProQuest databases and library sources. Keywords were “cochlear dead zone”, “traveling wave”, “ten (threshold equalizing noise) test”, “ipsilateral noise” and “real-ear measurement for hearing aids prescription”.

Conclusion: Hearing aids fitting process for patients with severe and sloping sensory neural hearing loss must be noted specially by amplifying active zone and avoiding amplification for dead region i.e., offering amplification to the transition frequencies that have better hearing than others, those among the fine regions and the dead zones. Dead zone detection may help in hearing aids fitting and fine tuning.

Keywords: Cochlear dead zone, Traveling wave, TEN (threshold equalizing noise) test

* Academic Member, Audiology Department, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran Email: mhnilforoush@rehab.mui.ac.ir
1. MSc in Audiology, School of Rehabilitation Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. MSc in Audiology, Isfahan Cochlear Implant Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran