Published Online: 2017. September.30 Research Article
Archive of SID

Comparison of Horizontal Localization in Normal Hearing Adults Using Warble Tone and Narrow Band Noise

Parisa Anvarsamarein[1]Ahmadreza Nazeri[2], Seyed Jalal Sameni[3], Mohammad Kamali[4], Homa Zarinkoob[5]

1. Student research Committee, MSc in Audiology, Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. PhD in Audiology, Professor Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Department of Audiology, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences
4. Department of Basic Sciences in Rehabilitation, School of Rehabilitation, Iran University of Medical Sciences
5. MSc in Audiology, Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 2017.August.06 **Revised: 2017. September.04** **Accepted: 2017. September.09**

Abstract

Background and Aims: Background and Aim: Localization in horizontal plane is one of the consequences of binaural hearing. It is based on interaural time difference at low frequencies and interaural intensity difference at high frequencies. Stimulus spectrum and its frequency must be considered as an interfering factor in localization studies, as warble tone is used in free field tests instead of pure tone. The present study was designed to investigate the difference between warble tone and narrow band noise in horizontal localization.

Materials and Methods: The present study was conducted on 30 normal hearing and right handed adults (22 female, 8 male) (Mean age: 25, SD: 3.16). Horizontal localization was tested using four loudspeakers at ±30 and ±60 degrees azimuth with 1 meter interval at 35 dB SL. The localization test was performed using Narrow Band Noise and Warble tone separately at 500, 1000, 2000, 4000, and 6000 HZ and the results were compared.

Results: There was no significant difference observed between localization error for warble tone and NBN stimulus at low frequencies (500, 1000, 2000, HZ) at ±30 degree ($P>0.05$). For 4000 HZ, localization with NBN was more accurate at all azimuths except for +30 degree. At 6000 Hz, the localization accuracy was better with NBN stimuli at all azimuths.

Conclusion: The current study showed that as the frequency and azimuth of loudspeaker increased, the accuracy of localization with Warble Tone stimulus decreased. The NBN is a preferred stimulus for horizontal localization studies.

Keywords: Localization; Warble Tone; Narrow Band Noise

Cite this article as: Parisa Anvarsamarein, Ahmadreza Nazeri, Seyed Jalal Sameni, Mohammad Kamali, Homa Zarinkoob. Comparison of Horizontal Localization in Normal Hearing Adults Using Warble Tone and Narrow Band Noise. J Rehab Med. 2018; 7(2): 58-64.

*** Corresponding Author**: Ahmadreza Nazeri. Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Email: ahmadrezanazeri49@gmail.com

DOI: 10.22037/jrm.2018.110978.1669

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه مکان‌یابی افقی با محرک‌های نویز باریک باند و واربل تن در افراد با شنوایی هنجار

پریسا انور ثمرین[۱]، احمدرضا ناظری*[۲]، سید جلال ثامنی[۳]، محمد کمالی[۴] ، هما زرین‌کوب[۵]

۱. کمیته پژوهشی دانشجویان، گروه شنوایی‌شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. دکترای تخصصی شنوایی شناسی، استادیار گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. گروه شنوایی‌شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۴. گروه علوم پایه توانبخشی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۵. کارشناسی ارشد شنوایی شناسی، مربی گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۶/۰۵/۱۵ بازنگری مقاله ۱۳۹۶/۰۶/۱۳ پذیرش مقاله ۱۳۹۶/۰۶/۲۵ *

چکیده

مقدمه و اهداف

یکی از عملکردهای سیستم شنوایی دو گوشی مکان‌یابی می‌باشد که به ویژه در سطح افقی مبتنی بر اختلاف زمانی دوگوش (ITD) خاصه در فرکانس-های پایین و اختلاف شدتی دوگوش (ILD) خاصه در فرکانس‌های بالا است. ویژگی‌های طیفی و فرکانسی محرک نیز می‌تواند به عنوان عاملی مداخله‌گر در این زمینه موثر باشد. با توجه به آنکه در آزمون‌های میدان صوتی به ویژه برای تعیین آستانه عموما از محرک واربل تن به جای تن خالص استفاده می‌شود، لذا مطالعه حاضر به دنبال آن است آیا در حوزه مکان‌یابی بین این دو محرک تفاوتی وجود دارد یا خیر.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر روی ۳۰ فرد بزرگسال (۲۲ خانم و ۸ آقا) با شنوایی هنجار و راست‌دست با میانگین سنی ۲۵ سال (انحراف معیار ۳/۱۶۲) انجام شد. مکان-یابی افقی با استقرار ۴ بلندگو در زوایای ۳۰± و ۶۰± درجه آزیموث به فاصله یک متری از جایگاه آزمودنی در سطح راحت شنیداری (۳۵ dBSL) در دو مرحله، یکبار با استفاده از محرک نویز باریک باند و بار دیگر با محرک واربل تن در فرکانس‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ ارزیابی شد و نتایج حاصل با یکدیگر مقایسه گردید.

یافته‌ها

بین میزان خطای مکان‌یابی در دو حالت با محرک نویز باریک باند و واربل تون در فرکانس‌های پایین (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز) در زوایای ۳۰± درجه تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P>0/05$). در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز به جز در ۳۰+ درجه در سایر زوایا (۶۰± و ۳۰- درجه) مکان‌یابی با محرک نویز باریک باند دقیق‌تر و آزیموث مکان‌یابی به زاویه استقرار بلندگو نزدیک‌تر بوده، در فرکانس ۶۰۰۰ هرتز نیز مقدار P_V در تمام زوایا کمتر از ۰/۰۵ به دست آمد که مبین دقت بیشتر مکان‌یابی با استفاده از نویز باریک باند بوده که با توجه به مقادیر میانگین داده‌ها در زوایای ۶۰± درجه، خطای مکان‌یابی با محرک واربل تون باز بیشتر بود ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر مبین آن است که با افزایش فرکانس محرک و همچنین زاویه استقرار بلندگوها دقت مکان‌یابی با محرک واربل تون کمتر شده و می‌توان پیشنهاد نمود که در پژوهش‌های مکان‌یابی، استفاده از محرک نویز باریک باند بهتر از محرک واربل تون بوده و خطای کمتری را در افراد به دنبال دارد.

واژگان کلیدی

مکان‌یابی؛ نویز باریک باند؛ واربل تون

نویسنده مسئول: : دکتر احمدرضا ناظری، تهران، میدان امام حسین(ع)، خیابان دماوند، روبروی بیمارستان بوعلی، دانشکده علوم توانبخشی، گروه شنوایی شناسی.

آدرس الکترونیکی: ahmadrezanazeri49@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و اهداف

مهارت پردازش فضایی امروزه یکی از مهارت‌های اساسی در فرآیندهای پردازشی مرکزی شنوایی محسوب می‌گردد، به طوری که امروزه ارزیابی این مهارت‌ها و حتی درمان مبتنی بر توانبخشی آنها در گروه‌های سنی گوناگون به ویژه در کودکان و سالمندان به مجموعه ارزیابی و توانبخشی مهارت‌های سیستم عصبی مرکزی افزوده گردیده است.[۱] این ارزیابی‌ها به اشکال گوناگون صورت می‌پذیرد. ارزیابی رفتاری در قالب آزمون‌های سایکوآکوستیک، خودارزیابی، ارزیابی‌های الکتروفیزیولوژیک، ارزیابی‌های مبتنی بر تصویربرداری مغزی است. اگر چه بیشترین تاکید تاکنون بر انجام ارزیابی‌های رفتاری و سایکوآکوستیکی بوده است، لیکن استفاده از پرسش‌نامه‌های خودارزیاب نیز از نظر محققین دور نمانده است و به آن پرداخته‌اند. یکی از نمونه‌های موفق این ابزارهای پرسش‌نامه‌ای حاصل تحقیق گیتهاوس و نوبل است. این پرسش‌نامه که SSQ[1] نام دارد، در قالب ۳ بخش درک گفتار، پردازش فضایی، و کیفیت شنوایی به بررسی توانمندی‌های ارتباطی افراد می‌پردازد. نتایج تحقیق گیتهاوس روی ۱۵۰ فرد مبتلا به کم‌شنوایی نشان داد که در زمینه درک گفتار، شنوایی فضایی، بیشترین مشکل وجود دارد.[۲، ۳، ۴] مکان‌یابی یکی از مهارت‌های پیچیده محیطی و مرکزی در تعیین مکان منبع صوت بر اساس جهت و فاصله بوده که در سه سطح افقی، عمودی و تمایز جلو، عقب صورت می‌گیرد. این مهارت برای جهت‌یابی در فضا، ارتباط با چند فرد به طور همزمان، رانندگی با وسیله نقلیه و یا دوچرخه و غیره اهمیت فراوانی دارد. در مکان‌یابی منبع صوت سیستم هماهنگ‌کننده کروی در تعیین این ارتباط با انتخاب سر شنونده به عنوان منشا بسیار اهمیت دارد.[۱]

نشانه‌های فضایی در مکان‌یابی صدا شامل نشانه‌های تک‌گوشی (قعرهای طیفی) که توسط گوش خارجی و بالاتنه ایجاد می‌شود، نشانه-های اصلی برای مکان‌یابی عمودی و تفکیک جلو/عقب بوده، در حالی که نشانه‌های دوگوشی (تفاوت در زمان و شدت سیگنال رسیده به دو گوش) نشانه‌های اصلی برای مکان‌یابی افقی می‌باشد. سیستم شنوایی از مجموعه‌ای از نشانه‌ها برای تعیین مکان منبع صدا در فضا استفاده می‌نماید. در حقیقت ترکیب این نشانه‌ها یک نشانه ترکیبی خاص برای هر مکان در فضا ایجاد نموده و شنونده برای مکان‌یابی افقی، عمودی، تفکیک جلو، عقب، درک فاصله و درک منبع از خارج سر، متکی به آن می‌باشد.[۵-۹]

تفاوت‌های بین دوگوشی شدت و زمان، عواملی کلیدی در مکان‌یابی افقی صدا می‌باشد. بر اساس نظریه داپلکس در مکان‌یابی افقی، ITD[2]در مکان‌یابی اصوات فرکانس پایین نقش داشته، در حالی که ILD[3] نشانه‌های اولیه را در تعیین مکان سیگنال‌های فرکانس بالا فراهم می‌کند.[۶]

در مطالعات مکان‌یابی از سیگنال‌های متعددی استفاده گردیده است. از جمله این محرک‌ها می‌توان به نویز صورتی[۱۰]، نویز باریک باند در فرکانس‌های مختلف[۱۱]، واربل تن[۱۳]، نویز عریض باند[۱۱]، محرک گفتاری[۱۲] اشاره نمود.

با توجه به اهمیت توجه به فرآیند پردازش فضایی به ویژه مکان‌یابی افقی مطالعه حاضر تلاش می‌کند که فرآیند مکان‌یابی منبع صدا در سطح افقی با دو محرک نویز باریک باند و واربل تون در فرکانس‌ها و زوایای مختلف را بررسی کند. سوال مطرح در پژوهش پیش‌رواین است که در فرآیند ارزیابی‌های سایکوآکوستیک محرک مناسب‌تر کدام است. از دو محرک معمول واربل تن و محرک نویز باریک باند در شنوایی‌شناسی بالینی استفاده شده است. محرک واربل تن یا همان تن چهچه‌ای همان تن‌های خالص هستند که از نظر فرکانسی مدوله شده‌اند[۱۳]، تا بتوان بر مشکلاتی که هنگام آزمون تن خالص در محیط صوتی باز به وجود می‌آید و نیز دشواری‌هایی که بیماران مبتلا به وزوز احساس می‌کنند، فایق آمد. نویز باریک باند نوعی از نویز است که انرژی آن در بخش کوچکی از گستره قابل شنیدن توزیع شده است.[۱۳] این نوع نویز با پالایش ۱/۳ اکتاو نویز باند وسیع تولید می‌شود.[۱۱، ۱۳]

مواد و روش‌ها

بررسی مقطعی مقایسه‌ای حاضر روی ۳۰ فرد بزرگسال راست‌دست با شنوایی هنجار (آستانه شنوایی راه هوایی در فرکانس‌های اکتاوی از ۲۵۰ تا ۸۰۰۰ هرتز کمتر یا برابر با ۲۰ dBHL)، شامل ۲۲ نفر خانم و ۸ نفر آقا با میانگین سنی ۲۵ سال و انحراف معیار ۳/۱۶۲ سال (محدوده سنی ۲۱ تا ۳۰ سال) از مهر تا دی ماه ۱۳۹۵ در گروه شنوایی‌شناسی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شد.

در پژوهش حاضر، افراد به شیوه نمونه‌گیری در دسترس بر اساس معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند. در ابتدا از کلیه افراد جهت ورود به مطالعه رضایت‌نامه کتبی گرفته شد، به منظور تعیین راست‌دستی افراد نیز از پرسش‌نامه ادینبورگ استفاده گردید و به دنبال تهیه شرح حال و اتوسکوپی جهت بررسی مجرای گوش و اطمینان از عدم انسداد توسط جرم گوش با تایید شنوایی هنجار در فرکانس‌های اکتاوی از ۲۵۰ تا ۸۰۰۰ هرتز با استفاده از ادیومتر (Midimate, GN Otometrics CO, Denmark) که به تازگی توسط شرکت واردکننده

[1] Speech Spatial Qualities of Hearing Scale
[2] Interaural Latency Difference
[3] Interaural Intensity Difference

www.SID.ir

Archive of SID

کالیبره گردیده بود، کلیه آزمودنی‌ها تحت مطالعه مکان‌یابی قرار گرفتند.

به منظور افزایش دقت نتایج، ادیومتر به همراه ۴ بلندگو و یونیت آمپلی‌فایر ساخت شرکت پژواک آوا در اتاق آکوستیک بر مبنای الگوی طراحی شده توسط محققین مستقر گردید. به نحوی که بلندگوها به فاصله‌ای معین از یکدیگر روی کمان دایره یک متری قرار گرفته و زاویه بین آنها با مرکز دایره معادل ۳۰ درجه بوده است. نحوه چینش بلندگوها به گونه‌ای بود که ۴ بلندگو در زوایای ۳۰± و ۶۰± درجه آزیموث قرار گرفتند. صندلی آزمایش نیز در نقطه آزمون و منطبق بر مرکز دایره قرار داده شد و ارتفاع پایه بلندگوها به گونه‌ای تنظیم شد که مرکز دیافراگم بلندگو در راستای ورودی مجرای گوش قرار گیرد. به منظور حذف کمک بینایی از چشم‌بند پارچه‌ای استفاده شد.

در مرحله بعد مکان‌یابی افقی صدا با ارائه نویز باریک باند در سطح شدت ۳۵ dBSL از بلندگوهای مستقر در زوایای ۳۰± و ۶۰± درجه آزیموث در فاصله یک متری از افراد بدون کمک بینایی انجام شد. در این مرحله، ابتدا هدباند با چراغ لیزر نقطه‌ای روی سر فرد قرار داده شد و نحوه نشستن فرد برای تمرکز نور لیزر در صفر درجه (روبرو) تعدیل گردید. سپس به فرد آموزش لازم داده شد که با شنیدن هر سیگنال، سر خویش را به سمت منبع صدا بچرخاند، مقدمتا برای آشنایی افراد، چندین ارائه آموزشی برای فردانجام شد و از فرد خواسته شد که پس از تعیین مکان صدا به طور شفاهی اعلام نماید. سپس برای ارائه بعد، سر فرد مجددا در زاویه صفر قرار گرفت.

مرحله انجام آزمون دارای دو بخش با استفاده از محرک نویز باریک باند و واربل تون به فاصله ۱۵ دقیقه از یکدیگر انجام شد. نحوه آزمون در هر بخش با ارائه سه محرک از هر بلندگو به طور غیرمتوالی انجام شد و درجه مرتبط با نشانه روی نور لیزر هدلایت از روی صفحه مدرج نیم‌دایره در سطح بلندگوها پس از پاسخ شفاهی فرد (بیان کلمه "اینجا" جهت تایید مکان منبع صدا) بر روی برگه ثبت نتایج درج گردید. در پایان به منظور کاهش خطا، میانگین درجه آزیموث به ازای ۳ بار ارائه از هر بلندگو، در هر موقعیت بلندگو، در هر یک از دو بخش آزمون و در هر یک از ۵ فرکانس ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ هرتز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

خاطر نشان می‌شود که در کل آزمایش از هر بلندگو، سه محرک در هر فرکانس ارائه گردید. لذا در مجموع در هر یک از دو بخش آزمون برای هر آزمودنی به ازای ۵ فرکانس و ۴ بلندگو، ۶۰ محرک (۵ فرکانس×۴ بلندگو×۳ بار ارائه محرک) ارائه شد که با در نظر گرفتن دو حالت با محرک نویز و تون، در کل ۱۲۰ بار ارائه محرک برای هر نفر وجود داشت.

یافته ها

در ابتدا آزیموث مکان‌یابی به صورت مجزا در دو حالت با ارائه نویز و واربل تون در فرکانس‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

در جدول ۱، میانگین و انحراف معیار آزیموث مکان‌یابی به تفکیک فرکانس در زوایای ۳۰± و ۶۰± درجه برای مکان‌یابی با محرک نویز باریک باند نشان داده شده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار آزیموث مکان یابی با محرک نویز باریک باند به تفکیک فرکانس محرک و زاویه استقرار بلندگوها

فرکانس (Hz)	۵۰۰		۱۰۰۰		۲۰۰۰		٤۰۰۰		٦۰۰۰	
شاخص آماری آزیموث (درجه)	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
+۳۰	۳۱/۲۸۷	۲/۱۷۱	۳۱/۴۹۷	۱/۹۱۵	۳۱/۹۰۳	۲/۳۰۸	۳۱/۲۸۰	۲/۲۳۲	۳۰/۷۵۳	۱/۹۲۸
+۶۰	۵۷/۵۲۳	۲/۲۳۰	۵۷/۹۳۳	۱/۸۰۲	۵۷/۹۵۳	۱/۶۱۶	۵۷/۷۹۳	۱/۹۳۵	۵۷/۹۴۰	۲/۰۰۹
−۳۰	−۳۱/۳۵۳	۲/۰۰۶	−۳۱/۳۹۳	۱/۷۱۱	−۳۱/۴۸۳	۱/۹۱۰	−۳۱/۵۴۰	۱/۶۵۵	−۳۱/۵۲۳	۱/۸۶۹
−۶۰	−۵۸/۱۱۷	۱/۵۳۶	−۵۷/۶۴۳	۲/۵۶۰	−۵۹/۱۲۳	۲/۷۷۰	−۵۷/۸۰۳	۲/۱۵۳	−۵۸/۳۸۳	۱/۸۰۷

جدول ۲ نیز مبین میانگین و انحراف معیار آزیموث مکان‌یابی برای مکان‌یابی با محرک واربل تون در هر ۴ زاویه مورد بررسی می‌باشد.

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار آزیموث مکان‌یابی با محرک واربل تون به تفکیک فرکانس محرک و زاویه استقرار بلندگوها

فرکانس (Hz)	۵۰۰		۱۰۰۰		۲۰۰۰		٤۰۰۰		٦۰۰۰	
شاخص آماری آزیموث (درجه)	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
+۳۰	۳۲/۱۰۰	۴/۰۵۳	۳۱/۱۲۷	۳/۲۶۲	۲۹/۲۳۷	۱۱/۱۶۳	۳۱/۳۵۷	۲/۵۶۸	۳۳/۷۷۳	۵/۶۹۵
+۶۰	۵۵/۸۵۰	۴/۰۱۲	۵۶/۵۰۷	۲/۷۹۶	۵۳/۰۰۰	۴/۹۳۷	۵۴/۵۶۰	۴/۰۴۲	۵۵/۰۲۷	۳/۱۹۶
−۳۰	−۳۲/۲۰۷	۴/۰۹۳	−۳۲/۴۳۷	۲/۶۶۰	−۳۰/۱۹۷	۴/۷۰۴	−۳۰/۴۷۳	۲/۱۶۴	−۳۳/۸۳۷	۵/۶۸۵
−۶۰	−۵۶/۲۳۳	۳/۵۲۳	−۵۵/۸۶۰	۳/۶۷۳	−۵۴/۸۱۷	۳/۵۵۵	−۵۳/۷۹۷	۴/۵۲۷	−۵۱/۵۵۷	۶/۰۸۷

www.SID.ir

Archive of SID

به منظور بررسی نتایج، ابتدا از آزمون کولموگروف–اسمیرنف برای بررسی توزیع هنجار داده ها استفاده شد و مشخص گردید که در هر پنج فرکانس، آزیموث داده ها با هر دو محرک نویز و تون از توزیع هنجار تبعیت نموده، لذا برای مقایسه نتایج بین دو محرک Narrow Band Noise و Warble Tone به تفکیک در تک- تک فرکانس ها برای هر یک از چهار زاویه آزیموث استقرار بلندگوها از آزمون t مستقل استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه دو محرک نویز باریک باند و واربل تن به تفکیک فرکانس محرک و زاویه استقرار بلندگوها

فرکانس (Hz)	۵۰۰		۱۰۰۰		۲۰۰۰		٤۰۰۰		٦۰۰۰	
شاخص آماری آزیموث (درجه)	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
+۳۰	۰/۸۳۹	۰/۳۳۸	۰/۶۹۰	۰/۵۹۵	۲/۰۸۱	۰/۲۰۵	۰/۶۲۱	۰/۹۰۲	۱/۰۹۷	۰/۰۰۹
+۶۰	۰/۸۳۸	۰/۰۵۱	۰/۶۰۷	۰/۰۲۳	۰/۹۴۸	۰/۰۰۰	۰/۸۱۸	۰/۰۰۰	۰/۶۸۹	۰/۰۰۰
−۳۰	۰/۸۳۲	۰/۳۱۱	۰/۵۷۷	۰/۰۷۷	۰/۹۲۷	۰/۱۷۰	۰/۴۹۷	۰/۰۳۶	۱/۰۹۲	۰/۰۴۱
−۶۰	۰/۷۰۱	۰/۰۱۱	۰/۸۱۷	۰/۰۳۳	۰/۸۲۳	۰/۰۰۰	۰/۹۱۵	۰/۰۰۰	۱/۱۵۹	۰/۰۰۰

بر اساس مقادیر جدول ۳، در فرکانس‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز در زوایای۳۰± درجه آزیموث در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوتی بین دو محرک تون و نویز دیده نمی‌شود، ولی در زوایای ۶۰± درجه، میانگین داده‌ها به لحاظ عددی در محرک نویز بیشتر از محرک تون بوده و لذا خطای کمتری را در این زوایا در استفاده از نویز باریک باند نشان می‌دهد (P_V<۰/۰۵) که البته برای محرکات ۵۰۰ هرتز در آزیموث ۶۰+ درجه، بینابینی (P_V =۰/۰۵۱) می‌باشد. در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز نیز صرفا حین ارائه سیگنال از بلندگوی ۳۰+ درجه آزیموث بین دو محرک اختلاف معناداری دیده نمی‌شود (P_V>۰/۰۵) ، اما در سایر زوایا در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز میانگین داده‌ها همانند سه فرکانس قبل، خطای کمتری را در استفاده از نویز نشان می‌دهد (داده‌های حاصل از محرک نویز بزرگتر از داده‌های مربوط به محرک تون بوده و به زاویه آزیموث بلندگو نزدیکتر بوده و حائز خطای کمتری است) (P_V<۰/۰۵). در فرکانس ۶۰۰۰ هرتز نیز با توجه به ستون آخر جدول ۳، مقدار P_V در تمام زوایا کمتر از ۰/۰۵ بوده و مبین آن است که استفاده از محرک واربل تن در این فرکانس نسبت به محرک نویز باریک باند از خطای بیشتری برخوردار می‌باشد که البته با مقایسه میانگین زاویه به‌دست‌آمده در دو جدول ۱ و ۲ و مقدار P_V جدول ۳، برای زاویه ۳۰– درجه دیده می‌شود که مقادیر نسبت به سایر زوایای بلندگو به یکدیگر نزدیک می‌باشد.

مقایسه انحراف معیار داده‌ها در دو جدول ۱ و ۲ برای محرک نویز باریک باند و واربل تن نشان می‌دهد که در جدول ۱ (با محرک نویز) میزان انحراف معیار داده‌ها نسبت به جدول ۲ (با محرک واربل تون) کمتر بوده که خود مبین دقت بیشتر افراد برای مکان‌یابی صدا با محرک نویز می‌باشد.

بحث

مکان‌یابی منبع صوت از جمله اساسی‌ترین توانایی‌های سیستم شنوایی است که در همه ابعاد با بکارگیری و تفسیر نشانه‌های فضایی امکان‌پذیر می‌شود. در نشانه‌های فضایی که در سیستم شنیداری جهت مکان‌یابی منبع صوت تفسیر می‌گردد، عواملی چون آزیموث، فرکانس و شدت صدا، نوع محرک و همچنین فاصله منبع صوت تا شنونده دخیل می‌باشد.[۵، ۱۶] برای اصوات در صفحه افقی اختلاف زمان و شدت رسیدن سیگنال به دو گوش با توجه به فاصله بین گوش‌ها و همچنین زاویه منبع صوت نسبت به سر نقش دارد.[۱۷-۱۵] در مطالعه حاضر با توجه به شرایط انجام آزمون، صرفا مکان‌یابی در سطح افق در آزیموث‌های ۳۰± و ۶۰± درجه مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اهمیت استفاده از محرکات واربل تن و نویز باریک باند در بررسی‌های شنوایی، تاثیر این دو محرک بر مکان‌یابی افراد با شنوایی هنجار در فرکانس‌ها و زوایای مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

در شنوایی‌شناسی بالینی از محرک‌های واربل تن، تن خالص،و نویز باریک باند برای آستانه‌گیری استفاده گردیده است. در تحقیق Orchik و Rintelman از این هر سه محرک در آستانه‌گیری ۸۰ کودک سالم که در چهار گروه طبقه‌بندی شده بودند، استفاده گردید و مشخص شد که بیشترین حساسیت متعلق به واربل تن و سپس تن خالص و نویز باریک باند بود.[۱۳]

در مطالعات مربوط به جهت‌یابی و مکان‌یابی نیز از محرک‌های گوناگون استفاده شده است. در مطالعه Gustafson و Hamill (۱۹۹۵) برای مقایسه تاثیر محتمل کاهش شنوایی القا شده در گوش راست و چپ از محرک تن خالص واربل ۳۰۰۰ هرتز استفاده گردیده است.[۱۴] در مطالعه Abel و همکاران (۲۰۰۰) که به منظور بررسی تاثیر سن بر روی توانایی لوکالیزاسیون صدا در سطح افقی صورت گرفته است و در آن ۷ گروه ۱۶ نفره از ۱۰ تا ۸۱ سال مورد پژوهش قرار گرفته‌اند از سه نوع محرک با دیرش ۳۰۰ میلی‌ثانیه استفاده گردید که عبارت

www.SID.ir

Archive of SID

بودند از دو محرک نویز ۱/۳ اکتاو با فرکانس‌های ۵۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز و یک محرک نویز عریض باند. از بین این ۳ محرک آسان‌ترین آنها در فرآیند مکان‌یابی، محرک نویز عریض باند بود. دشوارترین محرک در این فرآیند محرک Noise Burst ۵۰۰ هرتز بود.[۱۱]

در مطالعه Grantham و همکاران که جهت‌یابی افقی در ۲۳ بزرگسال که از کاشت حلزون استفاده می‌نمایند، ارزیابی کرد از سیکنال‌های نویز برست و گفتار استفاده گردید. در این مطالعه مکان‌یابی سیگنال گفتاری با دقت بیشتری نسبت به نویز صورت گرفت و دلایل احتمالی آن تفاوت محتوای طیفی این دو سیگنال، وجود نشانه‌های پوش در سیگنال گفتاری (عدم وجود آن در نویز)، و نیز عوامل مرکزی‌تر مربوط به برجستگی سیگنال‌های گفتاری دانسته شد.[۱۲]

در پژوهش حاضر مشخص گردید که با افزایش فرکانس، اختلاف مکان‌یابی با دو محرک به لحاظ آماری بارز می‌باشد به نحوی که با استفاده از محرک واربل تون، خطای مکان‌یابی افراد به نسبت نویز باریک باند بیشتر می‌شود. به نظر می‌رسد که مدولاسیون فرکانسی که روی واربل تن اعمال می‌گردد و در آستانه‌گیری به بهبود آستانه‌ها می‌انجامد در مکان‌یابی منجر به ایجاد خطای بیشتر به ویژه در محدوده فرکانس‌های بالا می‌گردد. به عنوان مثال مکان‌یابی با محرک نویز باریک باند در مقایسه با واربل تون در فرکانس ۶۰۰۰ هرتز در آزیموث ۶۰ درجه راست و چپ، ۲ تا ۷ درجه بهتر بوده و با میانگین‌های ۵۷/۹۴۰ و ۵۸/۳۸۳- درجه (جدول ۱) به ترتیب نسبت به واربل تون با میانگین‌های ۵۵/۰۲۷ و ۵۱/۵۵۷- درجه (جدول ۲) بهتر مکان‌یابی شده است ($Pv>0/001$). با توجه به جدول ۳ و مقادیر P_V در زوایای مختلف به نظر می‌رسد که با بیشتر شدن فرکانس محرک و نیز زاویه منبع سیگنال نسبت به خط وسط، مکان‌یابی با واربل تون از خطای بیشتری برخوردار می‌باشد که شاید بتوان تاثیر مدولاسیون فرکانس را در تضعیف عملکرد ILD برای محرک تون بیشتر از نویز در نظر گرفت.

نتایج آزمون t در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز نیز مبین آن است که علاوه بر آزیموث‌های ۶۰± درجه، مکان‌یابی با محرک نویز باریک باند در زاویه ۳۰- نسبت به محرک واربل تون از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد. در فرکانس‌های پایین‌تر نیز این ویژگی صرفا در آزیموث‌های ۶۰± درجه بارز می‌باشد، با این شرایط می‌توان عنوان نمود که مکان‌یابی در فرکانس‌های پایین (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز) که بر مبنای ITD می‌باشد، نوع محرک در آزیموث‌های نزدیک به خط وسط تاثیر قابل توجهی ندارد، به طوری که حتی در فرکانس ۵۰۰ هرتز، بین دو محرک نویز و تون در زاویه ۶۰- درجه آزیموث نیز نتیجه آماری بینابینی بوده و می‌توان تخمین زد که اگر از محرک ۲۵۰ هرتز استفاده گردد، احتمالا برای تمام زوایای آزیموث اختلاف معناداری بین دو محرک وجود نخواهد داشت. برعکس آن را نیز می‌توان برای فرکانس-های ۶۰۰۰ هرتز به بالا پیشنهاد نمود که مکان‌یابی با دو محرک نویز و تون دارای اختلاف معناداری می‌باشد، یعنی تاثیر ILD برای محرک نویز بیشتر از واربل تون بوده و دقت بیشتری را برای مکان‌یابی با نویز باریک باند به دنبال دارد. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که دقت مکان‌یابی دو محرک بر اساس آزیموث استقرار بلندگوها در فرکانس‌های ۲۰۰۰ هرتز و کمتر نسبت به فرکانس‌های ۴۰۰۰ هرتز و بیشتر متفاوت می‌باشد که شاید بتوان فرکانس ۳۰۰۰ هرتز را به عنوان فرکانس جداکننده بین این دو محدوده پیشنهاد نمود.

در مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعه Grantham و همکاران[۱۲] که از سیگنال گفتاری نیز استفاده نموده و برتری آن را در مقایسه با نویز مورد تایید قرار داده است، پیشنهاد می‌شود که در یک پروژه دیگر سیگنال‌های واربل، نویز باریک باند و سیگنال گفتاری در گستره‌ای از فرکانس‌ها با هم مقایسه شود. در مقایسه نتایج مطالعه حاضر با پژوهش Abel و همکاران که برتری نویز عریض باند را بر نویز باریک باند در اهداف مکان‌یابی افقی مورد تاکید قرار می‌دهد[۱۱]، با توجه به تعداد اندک مشارکت‌کنندگان در گروه‌های پژوهشی مطالعه فوق به نظر می‌رسد تکرار چنین مطالعه‌ای با حجم نمونه قابل توجه برای تبیین برتری و کارآمدی محرک نویز (عریض باند در مقابل باریک باند) ضرورت دارد.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، نوع محرک رسیده به دو گوش، خود می‌تواند به عنوان یک عامل تاثیرگذار در دقت مکان‌یابی افراد باشد، البته به نظر می‌رسد هر چه محرک از فرکانس کمتری برخوردار بوده و به خط وسط (صفر درجه آزیموث) نزدیکتر باشد، خطای مکان‌یابی محل تولید آن کمتر بوده و افراد با دقت بیشتری می‌توانند منبع را ردیابی نمایند، نکته‌ای که باید بدان اشاره نمود شرایط آکوستیکی محیط و تاثیر سطوح بازتاب دهنده است که می‌تواند بر روی نتایج مکان‌یابی به ویژه فرکانس‌های بالا که از طول موج کمتری برخوردارند، تاثیرگذار باشد. از سوی دیگر با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان پیشنهاد نمود که در پژوهش‌های مکان‌یابی، استفاده از محرک نویز باریک باند بهتر از محرک واربل تون بوده و خطای کمتری را در افراد به دنبال دارد و لذا به منظور کاهش خستگی افراد می‌توان از تعداد محرکات کمتری بهره جست. پژوهش بیشتر برای مقایسه سیگنال نویز باریک باند با سیگنال گفتاری توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر نتیجه بخشی از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد مصوب دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی می‌باشد. از سرکار خانم مرضیه شریفیان برای کمک در انجام پژوهش و در اختیار قرار دادن اتاق آکوستیک برای استقرار ادیومتر، دستگاه و بلندگوهای مربوطه در تمام

www.SID.ir

Archive of SID

مدت انجام کار قدردانی می‌شود. همچنین از شرک پژواک آوا برای طراحی و ساخت آمپلی‌فایر اختصاصی این پژوهش با قابلیت تقسیم و ارائه سیگنال‌های آزمایشی به طور مجزا به تک‌تک بلندگوها و انجام کالیبراسیون سیستم قدردانی می‌شود. همچنین از دانشجویان رشته-های مختلف و کارکنان دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی به خاطر مشارکت مجدانه آنها در مطالعه حاضر کمال تشکر را دارد.

منابع

1. Sodnik J., Tomazic S., 2015. Spatial Auditory Human-Computer Interfaces, Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London.
2. Lotfi Yones, Nazeri Ahmad Reza, Asgari Ali, Moosavi Abdollah, Bakhshi Enayatollah., 2016. Iranian version of Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale: A Psychometric Study.Acta Medica Iranica, vol 54, No 12
3. Delphi M, Zamiri Abdollahi Farzaneh, Tyler Richard, Bakhit Mahsa, Saki Nader, Nazeri Ahmad Reza., 2015. Validity and reliability of the Persian version of spatial hearing questionnaire. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran (MJIRI).
4. Jill B. Firszt, Ruth M. Reeder, Nuel Y. Dwyerm, Harold Burton, Laura K. Holden., 2015. Localization training results in individuals with unilateral severe to profound hearing loss. Hearing Research; 319:48-55.
5. Gelfand S.A, 2004. Hearing an introduction to psychological & physiological acoustics. 5th ed. Chapter 13: binaural & spatial hearing. informa healthcare.
6. Plack C.J., 2010. The Oxford Handbook of Auditory Science Vol: 3, Hearing, Chapter 6: Spatial Hearing
7. Irving S. & Moore D.R., 2011. Training sound localization in normal hearing listeners with & without a unilateral ear plug. Hearing research. 280. 100-108
8. King, A.J., 2009. Visual influences on auditory spatial learning. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. 364, 331-339.
9. Middlebrooks, J.C., Green, D.M., 1991. Sound localization by human listeners. Annu. Rev. Psychol. 42, 135-159.
10. Brungart DS, Kordik AJ, Simpson BD, Mckinley RL. 2003. Auditory localization in the horizontal plane with single and double hearing protection. Avita Space Environ Med; 74 (9): 937-46
11. Abel SM,Giqueve C, Consoli A, Papsin BC., 2000. The effect of aging on horizontal plane sound localization. J Acoustic Soc Am.; 108(2):743-52
12. Grantham DW, Ashmead DH, Ricketts TA, Labadie RF, Haynes DS. 2007. Horizontal- plane localization of noise and speech signals by postlingually deafened adults fitted with bilateral cochlear implants. Ear Hear; Aug; 28(4): 524-41
13. Orchik DJ, Rintelmann WF. 1978. Comparison of pue – tone, warble – tone and narrow –band noise thresholds of young normal- hearing children. J AAm Auiol Soc. 3 (5): 214-20
14. Gustafson T.J.S. & Hamill T.A., 1995. Differences in localization ability in cases of right versus left unilateral simulated conductive hearing loss. J Am Acad Audiol 6: 124-12
15. Sabin A.T. et al., 2005. Human Sound Localization at Near-threshold Levels. Hearing Research. 199. 124-134
16. Kuwada C.A. et al., 2010. Acoustic recording in human ear canals to sounds at different locations. Otolaryngology – Head and Neck Surgery; 142,615-617.
17. Greene N.T, Anbuhl K.L, Williams W. & Tollin D.J., 2014. The acoustical cues to sound localization in guinea pig (Cavia porcellus) . Hearing research; 316.1-15.

www.SID.ir