

## مقایسه نتایج آزمون فاصله در نويز در افراد بينا و نابینای مادرزاد با شنوایی هنجار

مهسا سپهرنژاد<sup>۱</sup>، قاسم محمدخانی<sup>۱</sup>، سعید فراهانی<sup>۱</sup>، سقراط فقیه‌زاده<sup>۲</sup>، محمدحسین نیلفروش خشک<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> - گروه شنوایی‌شناسی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

<sup>۲</sup> - گروه آمار زیستی، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

<sup>۳</sup> - گروه شنوایی‌شناسی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** پردازش زمانی که شامل وضوح، ترتیب، تجمع و پوشش زمانی است، مؤلفه اصلی توانایی‌های پردازش شنوایی است که اهمیت ویژه‌ای در درک اصوات پیچیده مانند گفتار و موسیقی دارد. نتیجه پژوهش‌ها در مورد پردازش زمانی در افراد بینا و نابینا برتری آنها را نسبت به دیگر افراد در مبحث تمایز زمانی نشان می‌دهد. هدف از این مطالعه مقایسه پردازش زمانی در افراد بینا و نابینا با شنوایی هنجار توسط آزمون فاصله در نويز بود.

**روش بررسی:** این پژوهش توصیفی-تحلیلی غیرمداخله‌ای روی ۲۲ نابینای مادرزاد، ۱۱ زن و ۱۱ مرد، با میانگین سنی ۲۶/۲۲ سال و ۲۲ فرد بینا، ۱۱ زن و ۱۱ مرد، با شنوایی هنجار با میانگین سنی ۲۴/۰۴ سال در دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. پس از انجام آزمون فاصله در نويز، آستانه تقریبی و درصد پاسخ‌های درست افراد استخراج شده و با آزمون ناپارامتری من-ویتنی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** بین میانگین درصد پاسخ‌های درست و میانگین آستانه تقریبی در گروه مورد و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ( $p < 0.05$ ) در حالی که نتایج هر دو جنس در دو گروه مورد و شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد ( $p > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** کمتر بودن مقدار آستانه تقریبی و بیشتر بودن میزان درصد پاسخ‌های درست افراد نابینا نسبت به افراد بینا نشان‌دهنده پردازش زمانی سریع‌تر در افراد نابینا احتمالاً به دلیل ساخت‌پذیری عصبی جبرانی به دنبال محرومیت از بینایی است.

**واژگان کلیدی:** پردازش زمانی، وضوح زمانی، آزمون فاصله در نويز، بینایی، ساخت‌پذیری عصبی

(دریافت مقاله: ۸۹/۷/۱۳، پذیرش: ۹۰/۱/۳۰)

### مقدمه

رخ می‌دهد و بر رفتار فرد اثر می‌گذارد (۳). بلوغ هر سیستم حسی به دو مؤلفه سلامت ذاتی و تحریک مناسب محیطی نیاز دارد (۴). مشخص شده است در نبود حسی مثل حس بینایی، فرد به ناچار استفاده بیشتری از دستگاه شنوایی می‌کند. تأکید بیشتر بر استفاده از یک سیستم موجب تغییر نحوه بلوغ و ساخت‌پذیری آن سیستم می‌گردد، به‌ویژه اگر این وابستگی از بدو تولد به وجود بیاید (۵). شواهد نشان می‌دهد که افراد نابینا از لحاظ پردازش شنوایی مرکزی، از جمله پردازش زمانی، برتری چشمگیری نسبت به افراد بینا دارند (۶) Muchnik و همکاران در سال ۱۹۹۱ آستانه

تمامی موجودات، از جمله انسان، برای حفظ و ادامه حیات به کسب اطلاعات از محیط نیاز دارند. وسیله کسب این اطلاعات، حس‌هایی ویژه همچون شنوایی، بینایی، لامسه و غیره است. این حواس در بدو تولد عملکرد کاملی که در بزرگسالان طبیعی دیده می‌شود را ندارند (۱). مثلاً بر اساس یافته‌های شنوایی‌شناسی نوزادان و خردسالان تمایز شدت، فرکانس و زمان ضعیفی دارند (۲). ولی در ماه‌ها و سال‌های بعدی تغییرات شکلی وابسته به سن، در مغز رخ می‌دهد که مشخص‌ترین آنها تغییرات شکلی در میزان میلینه شدن عصب است. میلین دار شدن مغز به مرور زمان

## روش بررسی

این پژوهش توصیفی-تحلیلی غیرمداخله‌ای روی ۲۲ نابینای مادرزاد (۱۱ زن و ۱۱ مرد) از مرکز رودکی و مرکز خزانه تحت پوشش سازمان آموزش و پرورش استثنایی شهر تهران در محدوده سنی ۱۸ تا ۳۰ با میانگین سنی ۲۶/۲۲ سال و ۲۲ فرد بینا (۱۱ زن و ۱۱ مرد) با شنوایی فرد هنجار با میانگین سنی ۲۴/۰۴ سال انجام شد. در این مطالعه از روش نمونه‌گیری غیراحتمالی استفاده شد. در ابتدا برای احراز صلاحیت ورود به طرح، پرونده پزشکی افراد به‌منظور رد نابینایی مرکزی، نداشتن سابقه اختلالات ادیولوژیک و اتولوژیک، عدم استفاده از داروهای مؤثر بر سیستم عصبی مرکزی و نداشتن سایر معلولیت‌ها مورد بررسی قرار گرفت. پس از توضیح روش کار، رضایت‌نامه کتبی از آنها اخذ شد. اطلاعات و اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای رد هرگونه ضایعه شنوایی محیطی با استفاده از تاریخچه‌گیری، اتوسکوپی، ارزیابی آستانه‌های تن خالص با دستگاه Orbiter 922 (کارخانه Madsen، دانمارک)، ادیومتری ایمیتانس با دستگاه Zodiac 901 (کارخانه Madsen، دانمارک) به‌دست آمد. همچنین به‌منظور رد اختلالات شنوایی مرکزی از آزمون‌های غربالگری (Screening tests for Central Auditory Nervous System: SCAN-C) استفاده شد، سپس آزمون GIN اجرا شد. نحوه انجام آزمون فاصله در نویز به این صورت است که نویز پهن باند با دیرش زمانی ۶ ثانیه ارائه شده و در این بازه زمانی تعدادی فاصله (سکوت) به‌صورت تصادفی وجود دارد و فرد آزمایش‌شونده با شناسایی فاصله‌های موجود (فشار دادن دکمه) در تحریکات ارائه شده به آزمایشگر پاسخ می‌دهد. آزمون فاصله در نویز دارای ۴ فهرست است. قبل از اجرای آیت‌های آزمون ده آیت‌م تمرینی ارائه می‌گردد و سپس دو فهرست برای گوش چپ و دو فهرست برای گوش راست استفاده می‌شود، که در هر فهرست ۶ بار به‌صورت تصادفی با تداوم زمانی ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵ و ۲۰ ارائه شده و نتایج حاصل به‌صورت آستانه تقریبی و درصد پاسخ‌های درست به‌دست آمد. آستانه تقریبی عبارت است از کمترین زمانی که آزمایش‌شونده حداقل به ۴ ارائه از ۶ ارائه درست جواب

کشف فاصله (Gap Detection Threshold: GDT) را در گروه افراد نابینا در مقایسه با افراد گروه شاهد بینا بررسی کردند و آستانه کمتری را در افراد نابینا مشاهده کردند (۸). در سال ۱۹۹۷، Phillips و همکاران با آزمایش روی ۱۲ نابینا و ۱۲ فرد بینا آستانه کشف فاصله پایین‌تری نسبت به آستانه‌های به‌دست آمده توسط Muchnik به‌دست آوردند (حدود ۱۰ میلی ثانیه کمتر)؛ ولی تفاوت معنی‌داری بین آستانه کشف فاصله در افراد نابینا و بینا مشاهده نکردند (۹). در سال ۲۰۰۶ Stevens و Weave ده نابینای بزرگسال (میانگین سن ۵۱ سال) را با ده بینای هم سن و ده کودک بینا مقایسه کردند و مشاهده کردند افراد گروه بینا و نابینای بزرگسال هم سن در انجام کار کشف فاصله عملکرد مشابهی داشتند ولی هر دو گروه عملکرد بهتری نسبت به افراد بینای کودک داشتند (۵). وضوح زمانی نوعی پردازش زمانی بوده و عبارت است از کوتاه‌ترین تداوم زمانی که یک فرد قادر به تفکیک دو تحریک صوتی از یکدیگر باشد (۱۰). آزمون فاصله در نویز (Gap In Noise: GIN) آزمون جدیدی است که برای تشخیص اختلالات پردازش شنوایی مرکزی استفاده می‌شود (۱۱). این آزمون که توسط Musiek در سال ۲۰۰۵ مطرح شده است برای بررسی وضوح زمانی به‌کار می‌رود (۱۲ و ۱۳). این آزمون متشکل از یک سری نویز پهن باند ۶ ثانیه‌ای حاوی صفر تا ۳ فاصله به‌صورت سکوت و وقفه‌های بین تحریکی ۵ ثانیه‌ای است و در آن دیرش فاصله‌ها از ۲ تا ۲۰ میلی ثانیه است. معیارهای GIN شامل آستانه تقریبی و درصد پاسخ‌های درست است. حساسیت و ویژگی آزمون GIN نسبت به ضایعات سیستم مرکزی شنوایی به‌ترتیب ۷۲ و ۹۴ درصد گزارش شده است (۱۴). تفاوت‌های آزمون GIN با دیگر آزمون‌های وضوح زمانی در استفاده از نویز به جای تن، تک‌گوشی بودن و نحوه پاسخ‌دهی (فشار دادن شاسی به جای گفتن به‌صورت شفاهی) است و درباره اختلالات دستگاه شنوایی مرکزی اطلاعات مفیدی ارائه می‌کند (۱۵). هدف از پژوهش حاضر مقایسه آستانه تقریبی و درصد پاسخ‌های درست آزمون GIN در افراد بینا و نابینایی است که از لحاظ جنس و سن همسان هستند.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار آستانه تقریبی و درصد پاسخ درست آزمون GIN در افراد بینا و نابینای مادرزاد (تعداد هر گروه=۲۲)

پارامترهای فاصله در نویز	میانگین (انحراف معیار) در گروه بینا		میانگین (انحراف معیار) در گروه نابینا	
	چپ	راست	چپ	راست
آستانه تقریبی	۴/۷۰(۰/۶)	۴/۷۱(۰/۷)	۳/۸۸(۰/۷)	۳/۹۷(۰/۷)
درصد پاسخ‌های درست	۷۴(۰/۰۶)	۷۴(۰/۰۵)	۸۰(۰/۰۶)	۸۱(۰/۰۵)

معیار ۰/۰۶ و ۷۴ با انحراف معیار ۰/۰۵ درصد به‌دست آمد. نتایج نشان داد بین میانگین آستانه آزمون GIN در افراد بینا و نابینا اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $p < 0.05$ ). میانگین آستانه تقریبی آزمون GIN در افراد نابینا کمتر یا به عبارت دیگر بهتر از میانگین آستانه تقریبی آزمون GIN در افراد بیناست. میانگین درصد پاسخ‌های درست آزمون GIN در افراد نابینا بیشتر، یا به عبارت دیگر بهتر از میانگین درصد پاسخ‌های درست آزمون GIN در افراد بیناست، و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار است ( $p < 0.05$ ).

بین آستانه تقریبی و درصد پاسخ‌های درست آزمون GIN در زنان و مردان گروه بینا تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $p > 0.05$ ). درصد پاسخ‌های درست آزمون GIN در زنان نابینا کمی بیشتر از مردان نابینا به‌دست آمد (جدول ۲)، ولی این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ ). همچنین، آستانه تقریبی آزمون GIN در زنان نابینا کمتر از مردان نابینا به‌دست آمد، ولی این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ ). بین گوش چپ و راست نیز تفاوتی دیده نشد ( $p > 0.05$ ).

### بحث

در مطالعه حاضر میانگین آستانه تقریبی گروه نابینا در گوش چپ و راست به‌ترتیب ۳/۸۸ و ۳/۹۷ میلی‌ثانیه و میانگین آستانه تقریبی در گروه بینا برای گوش چپ و راست ۴/۷۰ میلی‌ثانیه به‌دست آمد. نتایج نشان می‌دهند که میانگین آستانه تقریبی در گوش چپ و راست افراد نابینا کمتر، یا به عبارت دیگر، بهتر از

می‌دهد. این مقدار باید برای فاصله‌هایی که دیرش بزرگتری دارند حفظ شود. درصد پاسخ‌های درست، میانگینی از کلیه درصد پاسخ‌های درست فرد در طول آزمایش است. دو پاسخ مثبت کاذب قابل اغماض بوده و در صورت وجود تعداد بیشتر از آن، آموزش نحوه پاسخ‌دهی تکرار می‌شود. سطح نویز ارائه شده به فرد آزمایش‌شونده ۵۰ دسی‌بل SL در نظر گرفته می‌شود (۱۱). کلیه آزمایش‌های انجام شده در این مطالعه غیرتهاجمی و سطوح ارائه تحریکات مخاطره‌آمیز نبوده است، و افراد به‌صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. برای تحلیل داده‌ها و بررسی فرضیه‌ها از آزمون ناپارامتری من-ویتنی و نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۱/۵ استفاده شد.

### یافته‌ها

پس از انجام آزمون GIN روی افراد مورد مطالعه، داده‌های حاصل از آزمون یاد شده در دو گروه نابینای مادرزاد و بینا به‌طور دقیق مشخص شد. میانگین و انحراف معیار مقادیر یاد شده در جدول ۱ و ۲ آمده است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میانگین آستانه تقریبی گروه نابینا برای گوش چپ و راست به‌ترتیب ۳/۸۸ با انحراف معیار ۰/۷ و ۳/۹۷ با انحراف معیار ۰/۷ میلی‌ثانیه و برای گروه بینا در گوش چپ و راست ۴/۷۰ با انحراف معیار ۰/۶ و ۴/۷۱ با انحراف معیار ۰/۷ میلی‌ثانیه به‌دست آمد. میانگین درصد پاسخ‌های درست گوش چپ و راست در گروه نابینا به‌ترتیب ۸۰ با انحراف معیار ۰/۰۶ و ۸۱ با انحراف معیار ۰/۰۵ درصد و برای گروه بینا در گوش چپ و راست ۷۴ با انحراف

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار آستانه تقریبی و درصد پاسخ درست آزمون GIN در افراد بینا و نابینای مادرزاد به تفکیک جنس (تعداد هر گروه=۲۲)

پارامترهای فاصله در نویز	میانگین (انحراف معیار) در گروه بینا		میانگین (انحراف معیار) در گروه بینا	
	مرد	زن	مرد	زن
آستانه تقریبی	چپ ۴/۰۴(۰/۵) راست ۴/۱۸(۰/۶)	چپ ۳/۷۲(۰/۸) راست ۳/۷۷(۰/۸)	چپ ۴/۵۹(۰/۷) راست ۴/۷۲(۰/۷)	چپ ۴/۸۱(۰/۵) راست ۴/۶۸(۰/۶)
درصد پاسخ‌های درست	چپ ۷۹(۰/۰۴) راست ۷۹(۰/۰۴)	چپ ۸۲(۰/۰۷) راست ۸۲(۰/۰۶)	چپ ۷۳(۰/۰۸) راست ۷۲(۰/۰۶)	چپ ۷۴(۰/۰۵) راست ۷۵(۰/۰۴)

بیناست، و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار است. در مطالعه Musiek و همکاران (۲۰۰۵) درصد پاسخ‌های صحیح هر دو گوش ۷۰ درصد به‌دست آمد، که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد(۱۶).

میانگین آستانه تقریبی آزمون فاصله در نویز زنان و مردان نابینا به ترتیب ۳/۷۵ و ۴/۱۱ و در زنان و مردان بینا به ترتیب ۴/۷۵ و ۴/۶۵ به‌دست آمد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، آستانه تقریبی آزمون فاصله در نویز در زنان نابینا کمتر از مردان نابیناست، ولی این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نیست. میانگین درصد پاسخ‌های درست آزمون فاصله در نویز زنان و مردان نابینا به ترتیب ۸۲ و ۷۹ درصد و در زنان و مردان بینا به ترتیب ۷۵ و ۷۳ درصد به‌دست آمد. میانگین درصد پاسخ‌های درست آزمون در زنان نابینا کمی بیشتر از مردان نابیناست، ولی این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نیست. به بیانی دیگر، جنسیت اثری بر آستانه تقریبی و درصد پاسخ‌های درست آزمون فاصله در نویز دو گروه نداشته است.

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان‌دهنده برتری افراد نابینا در وظایف پیچیده شنیداری، یا به عبارت دیگر، وظایف مربوط به پردازش زمانی سیستم شنوایی مرکزی است. برتری افراد نابینا در مقایسه با افراد بینا در میانگین آستانه تقریبی و درصد پاسخ‌های درست به‌دست آمده از آزمون فاصله در نویز را می‌توان به دلیل قابلیت ساخت‌پذیری مغز برای جبران محرومیت بینایی در آنها

افراد بیناست و این مقدار از نظر آماری معنی‌دار است. در مطالعه Musiek و همکاران (۲۰۰۵) آزمون فاصله در نویز در ۵۰ فرد هنجار و ۱۸ بیمار با ضایعه بارز در سیستم پردازش شنوایی مرکزی استفاده شد. آستانه تقریبی در گوش چپ و راست افراد هنجار به ترتیب ۴/۸ و ۴/۹ میلی ثانیه به‌دست آمد و همان‌گونه که مشاهده می‌شود با مقایسه نتایج آستانه تقریبی مطالعه حاضر تطابق زیادی دارد(۱۶).

در مطالعه Samelli و Schochat (۲۰۰۸) آزمون فاصله در نویز در ۱۰۰ فرد بزرگسال جوان با شنوایی هنجار (۵۰ زن و ۵۰ مرد) بررسی شد. آستانه تقریبی به ترتیب در گوش چپ و راست این افراد ۴/۸ و ۴/۹ میلی ثانیه به‌دست آمد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد(۱۷).

در مطالعه محمدخانی و همکاران (۲۰۱۰) آزمون فاصله در نویز در ۲۴ فرد بزرگسال جوان با شنوایی هنجار (۱۲ زن و ۱۲ مرد) بررسی شد. آستانه تقریبی به ترتیب در گوش چپ و راست این افراد ۴/۷ و ۴/۹ میلی ثانیه به‌دست آمد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد(۱۸).

در مطالعه حاضر میانگین درصد پاسخ‌های درست گوش چپ و راست در گروه نابینا به ترتیب ۸۰ و ۸۱ درصد و در گروه بینا برای گوش چپ و راست ۷۴ درصد به‌دست آمد. میانگین درصد پاسخ‌های درست آزمون فاصله در نویز در افراد نابینا بیشتر، یا به عبارت دیگر، بهتر از میانگین درصد پاسخ‌های درست در افراد

می‌شود و فضای شنوایی منبع اصلی درک فضایی می‌شود. افراد نابینا در تمام اوقات با این وضعیت سر و کار دارند و در نتیجه به آنچه که در فضای شنوایی اتفاق می‌افتد توجه دقیقی می‌کنند (۲۰). وقتی منطقه قشری بینایی از ورودی طبیعی حسی بینایی محروم می‌شود، غیرفعال نمی‌ماند و در پردازش ورودی‌های سالم حسی دیگر کمک می‌نماید ضمن این که مناطق دیگر قشری برای جهت افزایش استفاده توسعه می‌یابند. محرومیت بینایی موجب غیرفعال شدن دائمی قشر بینایی نمی‌گردد، و ظرفیت‌های متغیری برای دریافت ورودی‌های متفاوت از طریق سازمان‌دهی مجدد عملکردهای قشری به‌ویژه در منطقه قشری بینایی وجود دارد. مکانیسم‌هایی برای اصلاح فعالیت در بخش‌های مختلف قشر بینایی افراد نابینا وجود دارد که یکی از آنها تغییرات در جهت ساخت‌پذیری چندحسی در پاسخ به محرومیت شدید تک‌حسی است. از عوامل دیگر مؤثر بر تکامل عصبی می‌توان یادگیری و بلوغ را نام برد. تاکنون این باور وجود داشت که وسعت این مکانیسم در عملکردهای مغزی به دنبال محرومیت حسی فقط در سیستم عصبی نابالغ وجود دارد. اما برخی یافته‌های اخیر در نابینایان نشان می‌دهد که تغییرات ساخت‌پذیری ممکن است بعد از دوران کودکی نیز صورت پذیرد. همچنین، برخی محققان بیان می‌کنند که مکانیسم سازمان‌دهی مجدد تحت تأثیر سن، زمان شروع نابینایی و تفاوت در دوره‌های حساس تکامل در برقراری ارتباطات نیست، و تغییرات ناشی از آن سازش‌های (آداپتاسیون) رفتاری در نابینایان را متأثر می‌کند. اثر این مکانیسم در مناطق مختلف قشر بینایی متفاوت است، به‌ویژه در مناطق اولیه کورتکس بینایی یا نواحی بالاتر که از حواس دیگر ورودی دریافت می‌کنند بیشتر است (۲۱).

### نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر نشان‌دهنده پردازش زمانی سریع‌تر در افراد نابینا نسبت به افراد بینا می‌باشد. با توجه به یافته‌های موجود می‌توان بیان کرد که در صورت محرومیت از یک حس، مغز به‌منظور تطابق و سازش با شرایط موجود و جبران

دانست. در صورت فقدان بینایی فرد از حس شنوایی خود به‌عنوان اولین پل ارتباطی استفاده می‌کند و سیستم عصبی آن گسترش یافته و به دنبال آن سرعت انتقال عصبی نیز افزایش می‌یابد که می‌توان آن را در نتایج آزمون‌هایی که سیستم مرکزی و انتقال عصبی را بررسی می‌کنند، مانند مطالعه حاضر به خوبی مشاهده کرد.

در مقایسه با افراد بینا، نابینایان کاهش در ماده سفید و خاکستری سیستم عصبی در مناطق اولیه بینایی و مناطق وابسته نشان می‌دهند. همچنین، افزایش در ماده سفید سیستم حسی-حرکتی نیز دیده شده است. این نکته می‌تواند بازتابی از ساخت‌پذیری جبرانی در نتیجه محرومیت عصبی باشد. پس از وقوع یک ضایعه هیچ نورون جدیدی به وجود نمی‌آید اما با گذشت زمان میلینه شدن حواس جایگزین شده نشان‌دهنده ایجاد تغییرات ساختمانی یا همان ساخت‌پذیری در دستگاه عصبی مرکزی است که متعاقب آن افزایش در سرعت هدایت عصبی در طول نورون رخ می‌دهد. تغییرات ماده سفید تا حد زیادی مرتبط با سن شروع نابینایی است. این مورد بیان می‌کند که تجربیات حسی منجر به شکل دادن ساختار اندام‌های مغزی طی دوره‌های بحرانی در زمان رشد عصبی می‌شوند (۱۹). مطالعات مختلف نشان داده است که بسیاری از نورون‌ها در پاسخ به تحریکات بینایی و شنوایی، تعامل نشان می‌دهند. تعامل بین دو حس می‌تواند به‌وسیله فرایندهای پیچیده‌ای از قبیل یادگیری و توجه متأثر شود. توجه به تحریکات بینایی، پاسخ‌های عصبی به تحریکات شنوایی هم‌زمان را متوقف می‌کند. همچنین، عکس این حالت نیز صادق است و توجه به تحریکات شنوایی، پاسخ‌های عصبی به تحریکات بینایی هم‌زمان را متوقف می‌کند و تحریک شنوایی برجسته‌تر می‌گردد. نقش توجه در درک حسی این است که امکان پاسخ مؤثر به تحریکات مرتبط را بدهد و هم‌زمان تحریکات غیرمرتبط را حذف کند. فضای بینایی و شنوایی می‌تواند بر حسب مقدار اطلاعات متفاوت باشد. در شرایط بینایی مطلوب، فضای بینایی وسیع‌تر است، و در محیط‌های شلوغ نیز فضای شنوایی وسیع می‌گردد. در تاریکی یا شرایط بینایی نامطلوب، فضای بینایی ناپدید

ارزیابی در روند توانبخشی افراد دچار اختلالات شنوایی مرکزی استفاده کرد.

### سپاسگزاری

این مقاله نتیجه طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به شماره قرارداد ۹۶۹۵-۳۲-۰۴-۸۸ است.

نقص به وجود آمده و رفع نیازهای فردی ظرفیت عملکردی خود را با گذشت زمان و ایجاد ارتباطات عصبی جدید افزایش می‌دهد، یا به عبارت دیگر، ساخت‌پذیری مجدد جبرانی در مغز صورت می‌گیرد. با استفاده از آزمون‌های پردازشی مرکزی شنوایی نظیر GIN می‌توان عملکرد ساخت‌پذیری سیستم عصبی شنوایی مرکزی را بررسی نمود و اطلاعاتی در زمینه الگوهای زمانی فعالیت عصبی به‌دست آورد و از آن به‌عنوان شاخصی جهت

### REFERENCES

- Bellis TJ. Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting. 1<sup>st</sup> ed. San Diego, CA: Singular Publishing Group; 1996.
- Niemeyer W, Starlinger I. Do the blind hear better? Investigations on auditory processing in congenital or early acquired blindness. II. Central functions. *Audiology*. 1981;20(6):510-5.
- Atkinson RC, Shiffrin RM. Human memory: A proposed system and its control processes. In: Halonen JS, Santrock JW, editors. *Psychology contexts and applications*. 3<sup>rd</sup> ed. Boston: McGraw-Hill; 1999.
- Roeser RJ, Valente M, Dunn HH. *Audiology: Diagnosis*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Thieme medical publishers Inc; 2000.
- Weaver KE, Stevens AA. Auditory gap detection in the early blind. *Hear Res*. 2006;211(1-2):1-6.
- Rauschecker JP. Compensatory plasticity and sensory substitution in the cerebral cortex. *Trends Neurosci*. 1995;18(1):36-43.
- Amedi A, Raz N, Pianka P, Malach R, Zohary E. Early 'visual' cortex activation correlates with superior verbal memory performance in the blind. *Nat Neurosci*. 2003;6(7):758-66.
- Muchnik C, Efrati M, Nemeth E, Malin M, Hildesheimer M. Central auditory skills in blind and sighted subjects. *Scand Audiol*. 1991;20(1):19-23.
- Phillips DP, Taylor TL, Hall SE, Carr MM, Mossop JE. Detection of silent intervals between noises activating different perceptual channels: some properties of "central" auditory gap detection. *J Acoust Soc Am*. 1997;101(6):3694-705.
- Gelfand SA. *An Introduction to psychological and Physiological Acoustics*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Marcel Dekker Publication; 1998.
- Weihing JA, Musiek FE, Shinn JB. The effect of presentation level on the Gaps-In-Noise (GIN) test. *J Am Acad Audiol*. 2007;18(2):141-50.
- Helfer KS, Vargo M. Speech recognition and temporal processing in Middle-aged women. *J Am Acad Audiol*. 2009;20(4):264-71.
- Shinn JB, Chermak GD, Musiek FE. GIN (Gaps-In-Noise) performance in the pediatric population. *J Am Acad Audiol*. 2009;20(4):229-38.
- Chermak GD, Musiek FE. *Handbook of (central) auditory processing disorder Volume I: auditory neuroscience and diagnosis*. 1<sup>st</sup> ed. San Diego, CA: Plural Publishing; 2006.
- Chermak GD, Lee J. Comparison of children's performance on four tests of temporal resolution. *J Am Acad Audiol*. 2005;16(8):554-63.
- Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamiou DE, Baran JA, Zaida E. GIN (Gaps-In-Noise) test performance in subjects with confirmed

- central auditory nervous system involvement. *Ear Hear.* 2005;26(6):608-18.
17. Samelli AG, Schochat E. The gaps-in-noise test: gap detection thresholds in normal-hearing young adults. *Int J Audiol.* 2008;47(5):238-45.
  18. Mohamadkhani Gh, Nilforoushkhoshk MH, Zadeh Mohammadi A, Faghihzadeh S, Sepehrnejhad M. Comparison of gap in noise test results in musicians and non-musician controls. *Audiol.* 2010;19(2):33-8. Persian.
  19. Noppeney U, Friston KJ, Ashburner J, Frackowiak R, Price CJ. Early visual deprivation induces structural plasticity in gray and white matter. *Curr Biol.* 2005;15(13):R488-90.
  20. Goldstein H. Commentary: interventions to facilitate auditory, visual, and motor integration: "show me the data". *J Autism Dev Disord.* 2000;30(5):423-5.
  21. Heidari F, Farahani S, Mohammadkhani Gh, Jafarzadepour E, Jalaie Sh. Comparison of auditory event-related potential P300 in Sighted and early blind individuals. *Audiol.* 2009;18(1-2):81-7. Persian.

Archive of SID