Audiol. 2010;19(2):33-38.

Research Article

Comparison of gap in noise test results in musicians and non-musician controls

Ghassem Mohamadkhani[1], Mohammad Hossein Nilforoushkhoshk[1], Ali Zadeh Mohammadi[2], Soghrat Faghihzadeh[3], Mahsa Sepehrnejhad[1]

[1]- Department of Audiology, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Iran
[2]- Faculty of Psychology, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran
[3]- Department of Biostatistics, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

Received: 24 August 2009, accepted: 25 May 2010

Abstract

Background and Aim: Main feature of auditory processing abilities is temporal processing including temporal resolution, temporal ordering, temporal integration and temporal masking. Many studies have shown the superiority of musicians in temporal discrimination over non-musicians. In this study we compared temporal processing in musicians and non-musician controls via Gap in Noise (GIN) test.

Methods: This cohort study was conducted on 24 musicians with mean age of 25.3 years and 24 normal hearing non-musician controls with mean age of 24.5 years, in Faculty of Rehabilitation of Tehran University of Medical Sciences. GIN test results (approximate threshold and percent of corrected answers) obtained and analyzed by Mann-Whitney non-parametric statistical test.

Results: There was significant difference between approximate threshold and percent of corrected answers between musicians and non-musician group ($p<0.001$), while no sex difference was observed between both groups ($p>0.05$).

Conclusion: the lower approximate threshold and the more corrected answers in GIN test by musician group indicate rapid auditory temporal processing ability of this group rather than non-musicians group. This might be related to effects of musical training on central auditory processing.

Keywords: Temporal processing, temporal resolution, gap in noise test, musician

Corresponding author: Department of Audiology, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Pich-e-Shemiran, Enghelab Ave., Tehran, 1148965141, Iran. Tel:009821-77534364 ext. 296
E-mail:mohamadkhani.g@gmail.com

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-19]

شنوایی شناسی ـ دوره۱۹، شماره ۲، ۱۳۸۹

مقاله پژوهشی

مقایسهٔ نتایج آزمون فاصله در نویز در افراد موسیقی‌دان و غیرموسیقی‌دان

قاسم محمدخانی[۱]، محمدحسین نیلفروش خشک[۱]، علی زاده‌محمدی[۲]، سقراط فقیه‌زاده[۳]، مهسا سپهرنژاد[۱]

[۱]ـ گروه شنوایی‌شناسی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران

[۲]ـ گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[۳]ـ گروه آمار زیستی، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: پردازش زمانی، که شامل وضوح، ترتیب، تجمع و پوشش زمانی می‌باشد مؤلفهٔ اصلی توانایی‌های پردازش شنیداری است. نتیجهٔ تحقیقات در مورد پردازش زمانی در افراد موسیقی‌دان و غیرموسیقی‌دان برتری موسیقی‌دانان را نسبت به دیگر افراد در مبحث تمایز زمانی نشان می‌دهد. در این مطالعه پردازش زمانی در افراد موسیقی‌دان و غیرموسیقی‌دان با شنوایی هنجار با آزمون فاصله در نویز مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: این مطالعهٔ هم‌گروهی هم‌زمان غیرمداخله‌ای روی ۲۴ فرد موسیقی‌دان با میانگین سنی ۲۵/۳ سال و ۲۴ فرد غیرموسیقی‌دان با میانگین سنی ۲۴/۵ سال دارای شنوایی هنجار با شرایط سنی و جنسی مشابه در دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام گرفت. پس از انجام آزمون فاصله در نویز، آستانهٔ تقریبی و درصد پاسخ‌های صحیح افراد استخراج شد و با آزمون ناپارامتری من‌ویتنی‌یو مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: بین درصد پاسخ‌های صحیح و آستانهٔ تقریبی دو گروه مورد و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد($p<۰/۰۰۱$)، در حالی که بین درصد پاسخ‌های صحیح و آستانهٔ تقریبی دو جنس در هر دو گروه مورد و شاهد اختلاف معنی‌داری به‌دست نیامد($p>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: کمتر بودن مقدار آستانهٔ تقریبی و بیشتر بودن میزان درصد پاسخ‌های صحیح افراد موسیقی‌دان نسبت به افراد غیرموسیقی‌دان نشان‌دهندهٔ پردازش زمانی شنوایی سریع‌تر در این افراد بود که می‌تواند ناشی از تربیت موسیقایی سیستم شنوایی مرکزی آنها باشد.

واژگان کلیدی: پردازش زمانی، وضوح زمانی، آزمون فاصله در نویز، موسیقی‌دان

(دریافت مقاله: ۸۸/۶/۲، پذیرش: ۸۹/۳/۴)

مقدمه

سیستم شنوایی نیازمند درون‌دادهای صوتی است تا بتواند محیط اطراف خود را از لحاظ آکوستیکی دقیقاً تجزیه و تحلیل نماید. پردازش تحریکات صوتی متوالی کوتاه یا بسیار سریع را پردازش زمانی شنوایی گویند که شامل تمایز، ترتیب، تجمع و پوشش زمانی است. اعتقاد بر این است که پردازش زمانی، مؤلفهٔ اصلی توانایی‌های پردازش شنیداری است. تمایز یا تفکیک زمانی تمایز نقش مؤثری در درک گفتار دارد. تمایز به تشخیص کوتاه‌ترین مدت زمانی بین دو سیگنال شنیداری گفته می‌شود. برای اصوات کوتاه، این زمان حدود دو تا سه میلی‌ثانیه است. آستانه برای تفکیک زمانی به‌عنوان حدت شنیداری زمانی یا حداقل زمان جمع‌بندی در نظر گرفته می‌شود(۱و۲).

روش‌های مرسوم برای ارزیابی تفکیک زمانی نظیر آستانهٔ تشخیص فاصله (Gap Detection Threshold: GDT) اغلب آسان نبوده و وقت‌گیر هستند؛ از این‌رو استفاده از آنها برای بیماران یا کودکانی که نمی‌توانند آزمایش طولانی را تحمل کنند، مشکل است(۱). آزمون فاصله در نویز (Gaps In Noise: GIN) یکی از ارزیابی‌های پردازش زمانی است که اطلاعات مفیدی دربارهٔ توانایی سیستم شنوایی مرکزی در پردازش اطلاعات زمانی

نویسنده مسئول: تهران، خیابان انقلاب، بعد از پیچ شمیران، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، گروه شنوایی‌شناسی، کد پستی: ۱۱۴۸۹۶۵۱۴۱، تلفن: ۷۷۵۳۴۳۶۴ داخلی: ۲۹۶، E-mail:mohamadkhani.g@gmail.com

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-19]

ارائه می‌کند. حساسیت آزمون GIN ۷۲ درصد و ویژگی آن ۹۴ درصد است. میانگین آستانه‌های GIN کمی بیشتر از آستانه‌های تشخیص فاصله است. آستانه‌های تشخیص فاصله در انسان دو تا سه میلی‌ثانیه گزارش شده است(۱،۳و۴). براساس مطالعات قبلی میانگین آستانه‌های تقریبی آزمون GIN در افراد هنجار به‌ترتیب ۴/۸ و ۴/۹ میلی‌ثانیه برای گوش‌های چپ و راست گزارش شده است(۱و۷ –۵). دانش موسیقی تکیه زیادی بر تقسیم‌بندی زمانی دارد. نتیجهٔ تحقیقات در مورد پردازش زمانی در افراد موسیقی‌دان و غیرموسیقی‌دان برتری موسیقی‌دانان را نسبت به دیگر افراد نشان می‌دهد(۱۰–۸). در مطالعه‌ای که Zatorre و همکاران (۱۹۹۴) انجام دادند، دریافتند که وقتی افراد به محرک نویز انفجاری (noise burst) گوش می‌دهند تنها شکنج هشل فعال می‌شود، ولی هنگامی که فرد به ملودی گوش می‌دهد این منطقه غیرفعال بوده و در نیم‌کرهٔ راست قشر شنوایی، در جلوی شکنج هشل، فعالیت نشان می‌دهد و تا حدی ضعیف‌تر همین منطقه در نیم‌کرهٔ چپ نیز فعال می‌گردد. در آزمایشی دیگر از افراد خواسته شد در زمانی که به ملودی گوش می‌دهند، زیر و بمی نت بعدی (بالاتر یا پایین‌تر) را تعیین نمایند. در این بررسی فرد از حافظهٔ کوتاه‌مدت که موجب افزایش فعالیت در لوب پیشانی می‌شود استفاده کرده است. در مورد زبان، لوب پیشانی نقش مهمی در تجزیه و تحلیل شنوایی در ارتباط با حافظه کوتاه‌مدت بازی می‌کند(۱۱).

در این مطالعه سعی شده است که از طریق بررسی نتایج آزمون فاصله در نویز در افراد موسیقی‌دان و غیرموسیقی‌دان دارای شنوایی هنجار، ارتباط موسیقی با پردازش زمانی شنوایی مورد بررسی قرار گیرد و نحوهٔ تأثیرگذاری موسیقی بر این جنبهٔ عملکردی سیستم شنوایی بیشتر آشکار شود.

روش بررسی

این مطالعهٔ هم‌گروهی هم‌زمان غیرمداخله‌ای روی ۲۴ نفر (۱۲ زن و ۱۲ مرد) نوازنده در محدودهٔ سنی ۳۰–۲۰ ساله و با میانگین سنی ۲۵/۳ سال (سابقهٔ کار نوازندگی حداقل ۷ سال) به‌عنوان گروه مورد و ۲۴ نفر (۱۲ زن و ۱۲ مرد) با میانگین سنی ۲۴/۵ سال با شنوایی هنجار و بدون هیچ‌گونه سابقهٔ کار با آلات موسیقی و دارای شرایط سنی و جنسی مشابه، به‌عنوان گروه شاهد، در کلینیک شنوایی‌شناسی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام گرفت. معیارهای ورود به مطالعه شامل محدودهٔ سنی ۲۰ تا ۳۰ سال، داشتن شنوایی محیطی هنجار (کسب آستانه‌های شنوایی بهتر از ۲۰ دسی‌بل HL در دو گوش و داشتن تمپانوگرام نوع An و وجود رفلکس آکوستیک در محدوده طبیعی به‌صورت همان‌طرفی و دگرطرفی)، نداشتن اختلالات شنوایی مرکزی با استفاده از آزمون‌های مربوطه و پرکردن فرم رضایت‌نامه بود. در این مطالعه تمامی افراد دو گروه راست‌دست بودند.

در ابتدا اطلاعاتی از آزمون و نحوهٔ انجام آن به آزمودنی‌ها ارائه شد. سپس تاریخچه‌گیری، ادیومتری تن خالص، ادیومتری ایمیتانس، مجموعه آزمون‌های مرکزی شنوایی و در انتها آزمون GIN انجام گردید. آزمون فاصله در نویز دارای ۴ لیست است که دو لیست برای گوش چپ و دو لیست دیگر برای گوش راست استفاده می‌گردد. سطح نویز ارائه شده به فرد آزمایش‌شونده ۵۰ دسی‌بل SL در نظر گرفته می‌شود(۵). روش انجام بدین‌صورت است که نویز پهن‌باند با دیرش ۶ ثانیه ارائه شده و در این بازهٔ زمانی تعدادی فاصله (سکوت) به‌صورت تصادفی وجود دارد. مدت فاصله‌های ارائه شده، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۲۰ میلی‌ثانیه است و فرد آزمایش‌شونده با شناسایی فاصله‌های موجود در تحریکات ارائه شده به آزمایشگر پاسخ می‌دهد. معیارهای تشخیصی آزمون GIN شامل آستانهٔ تقریبی (approximate threshold) و درصد شناسایی صحیح فاصله‌ها است. کمترین زمانی که آزمایش‌شونده حداقل به ۴ مورد از ۶ تحریک پاسخ صحیح دهد آستانهٔ تقریبی نامیده می‌شود و درصد پاسخ‌های صحیح، میانگینی از کلیهٔ درصد پاسخ‌های صحیح فرد در طول آزمایش است. در این مطالعه برای انجام ادیومتری ایمیتانس و رفلکس آکوستیک از ادیومتر ایمیتانس Zodiac 901 و برای سایر آزمون‌ها از ادیومتر Orbiter 922.2 ساخت کارخانهٔ Madsen

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-19]

جدول ۱ـ میانگین و انحراف معیار آستانه تقریبی در دو گروه موسیقی‌دان و غیرموسیقی‌دان برحسب میلی‌ثانیه

گروه	لیست آزمون ۱	لیست آزمون ۲	لیست آزمون ۳	لیست آزمون ٤
موسیقی‌دان	۳/۴۱(۰/۷۷)	۳/۵۰(۱/۰۶)	۳/۲۵(۰/۸۹)	۳/۲۵(۰/۹۰)
غیرموسیقی‌دان	۴/۸۷(۱/۲۶)	۵/۰۴(۱/۲۶)	۴/۷۰(۱/۰۸)	۴/۸۳(۱/۰۴)

کشور دانمارک استفاده شد. در تحلیل داده‌ها جهت آزمون فرضیات ابتدا با استفاده از آزمون کولموگروف‌ـاسمیرنف داده‌ها از نظر توزیع طبیعی بررسی شدند و به‌علت هنجار نبودن توزیع نمونه‌ها و همچنین تعداد نمونهٔ کمتر از ۳۰ نفر از آزمون ناپارامتری من‌ویتنی‌یو استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول‌های ۱ و ۲ نتایج آزمون GIN، آستانه تقریبی و درصد پاسخ‌های صحیح، در دو گروه مورد (موسیقی‌دان) و شاهد (غیرموسیقی‌دان) آورده شده است.

در بررسی اثر موسیقی روی پردازش زمانی شنوایی مرکزی اختلاف معنی‌داری بین درصد پاسخ‌های صحیح و آستانهٔ تقریبی دو گروه مشاهده شد($p<۰/۰۰۱$). نتایج نشان دادند که بین درصد پاسخ‌های صحیح و آستانهٔ تقریبی دو جنس در دو گروه مورد و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد($p>۰/۰۵$).

بحث

در مطالعهٔ حاضر آستانهٔ تقریبی افراد گروه شاهد در گوش چپ و راست به‌ترتیب ۴/۹ و ۴/۷ میلی‌ثانیه به‌دست آمد که با نتایج مطالعات Samelli و همکاران، Chermak و همکاران و همچنین Musiek و همکاران همخوانی دارد. در مطالعهٔ Samelli و همکاران (۲۰۰۸) آستانهٔ تقریبی به‌ترتیب در گوش چپ و راست ۴/۸ و ۴/۹ میلی‌ثانیه بود(۶). در مطالعه Chermak و همکاران (۲۰۰۶) آستانهٔ تقریبی به‌ترتیب در گوش چپ و راست ۴/۹ و ۴/۶ میلی‌ثانیه به‌دست آمد(۱۲). در مطالعه Musiek و همکاران (۲۰۰۵) آستانهٔ تقریبی در گوش چپ و راست به‌ترتیب ۴/۸ و ۴/۹ میلی‌ثانیه بود(۵). در مطالعهٔ حاضر درصد پاسخ‌های صحیح افراد گروه شاهد در گوش چپ و راست به‌ترتیب ۷۴ و ۷۵ درصد به‌دست آمد که با نتایج مطالعات Samelli و همکاران و همچنین Musiek و همکاران همخوانی دارد. درصد پاسخ‌های صحیح نتایج مطالعه Samelli و همکاران (۲۰۰۸) به‌ترتیب در گوش چپ و راست ۷۹ و ۸۰ درصد بود و در مطالعه Musiek و همکاران (۲۰۰۵) درصد پاسخ‌های صحیح به‌ترتیب در گوش چپ و راست ۷۰ و ۷۰ درصد به‌دست آمد.

آستانهٔ تقریبی گروه مورد در گوش چپ و راست به‌ترتیب ۳/۴۶ و ۳/۲۵ میلی‌ثانیه و درصد پاسخ‌های صحیح نیز در گوش چپ و راست به‌ترتیب ۸۴ و ۸۶ درصد به‌دست آمد. بین نتایج دو گروه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد که فرضیات پژوهش را تأیید می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که با افزایش وظایف پردازشی به پیچیدگی رفتار شبکهٔ عصبی نیز افزوده می‌شود. تربیت و تمرین باعث افزایش بازنمایی سایکولوژیک (psychological representation) موسیقی می‌شود. این امر به ساختارهای مغزی افراد بسیار وابسته است، به‌طوری که افراد خبره از شبکه‌های عصبی بزرگ‌تر و فوق‌العاده پیچیده‌تری نسبت به دیگر افراد برخوردار هستند و این فعالیت مغزی به‌خصوص در هنگام پردازش موسیقی بیشتر آشکار می‌شود(۱۱–۸). این نکته یادآور ساخت‌پذیری (پلاستیسیتی) عصبی است که در واقع نشان‌دهندهٔ جایگزینی و تغییرپذیری عملکردهای مغز در جایگاه‌های مختلف مغز است. هرچه شنونده با رویکرد شنیداری خود سازگاری یابد، مراحل بالاتری از پردازش را خواهد داشت. نتایج آزمایش‌های روان‌شناختی بیانگر این مطلب است که هرچه بازنمایی شنوایی (auditory representation) بیشتر شود، شبکه‌های تخصصی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-19]

جدول ۲ـ میانگین و انحراف معیار درصد پاسخ‌های صحیح در دو گروه موسیقی‌دان و غیرموسیقی‌دان برحسب درصد

گروه	لیست آزمون ۱	لیست آزمون ۲	لیست آزمون ۳	لیست آزمون ٤
موسیقی‌دان	۰/۸۳(۰/۰۸)	۰/۸۴(۰/۰۷)	۰/۸۶(۰/۰۸)	۰/۸۵(۰/۰۹)
غیرموسیقی‌دان	۰/۷۵(۰/۰۷)	۰/۷۳(۰/۰۷)	۰/۷۵(۰/۰۶)	۰/۷۴(۰/۰۷)

عصبی برای پردازش موسیقی بیشتر می‌شود(۱۳). متغیرهایی همچون راهنمایی، توجه، احساسات، حافظهٔ عملکردی، حافظهٔ کوتاه‌مدت و بلندمدت و به‌ویژه فرهنگ‌پذیری نیز به نوبهٔ خود اثرات زیادی در تربیت شنوایی موسیقی دارد(۱۴). در مطالعات مشابه متعددی توانایی پردازش زمانی در موسیقی‌دانان با استفاده از روش‌های دیگر مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این بررسی‌ها در حیطهٔ تمایز زمانی نشان می‌دهند که درک آهنگ و ترکیب شنیداری موسیقی‌دانان اختلاف معنی‌داری با سایر افراد دارد(۱۰-۱۳،۸و۱۵). نتایج تأییدکننده این مطلب بود که تربیت مبتنی بر موسیقی تأثیر زیادی در بهبود عملکردهای پردازش زمانی شنوایی دارد. در این زمینه می‌توان به مطالعهٔ Rammsayer و همکاران که مجموعه‌ای از وظایف شنیداری در افراد موسیقی‌دان و غیرموسیقی‌دان را بررسی کردند اشاره کرد(۹). در مطالعهٔ حاضر نیز اثرات آموزش موسیقی بر پردازش شنوایی مرکزی، به‌خصوص جنبهٔ زمانی آن، به‌خوبی نشان داده شده است. Tallal و همکاران در سال ۲۰۰۶ تأثیر تربیت موسیقی را روی کودکان دچار مشکلات زبانی مورد بررسی قرار دادند. آنها بیان کردند که موسیقی می‌تواند با بهبود پردازش‌های زمانی منجر به بهبود مهارت‌های بیانی و به‌دنبال آن مهارت‌های خواندن، زبانی و آموزشی شود و در روند رشد گفتار مؤثر باشد(۱۶).

رشد وضوح زمانی، همگام با تکامل مراحل رشد زبانی و گفتاری صورت می‌گیرد. از این موضوع می‌توان در کودکان دچار آسیب‌های مرکزی، همچون کودکان مبتلا به نارساخوانی، بهره برد. با توجه به مطالعات قبلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تأثیر رشد فردی و تربیت شنوایی خاص مبتنی بر موسیقی می‌تواند کمک به‌سزایی در بهبود پردازش زمانی شنوایی، به‌خصوص وضوح زمانی، داشته باشد و در نتیجه منجر به پیشرفت در مهارت‌های کلامی آموزشی گردد که می‌توان از آن به‌عنوان پیش‌آغازگر شناختی مؤثر (effective cognitional prelude) یاد کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مطالعهٔ انجام شده نشان‌دهندهٔ پردازش زمانی سریع‌تر در افراد موسیقی‌دان نسبت به افراد غیرموسیقی‌دان است. در صورت تربیت سیستم شنیداری مرکزی با استفاده از آموزش موسیقایی، پردازش زمانی و به‌دنبال آن وضوح زمانی سریع‌تر انجام شده و در نتیجه موارد مرتبط با زمان‌بندی سیستم شنوایی مانند پردازش و درک گفتار، که نقش بسیار مهمی در ارتباط فرد دارد، بهبود می‌یابد. به‌علاوه، از تربیت موسیقایی می‌توان در روند توانبخشی کودکان دچار آسیب‌های شنوایی مرکزی، همچون کودکان مبتلا به نارساخوانی، نیز بهره برد. به عبارت دیگر می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تأثیر رشد فردی و تربیت شنوایی خاص مبتنی بر موسیقی می‌تواند کمک به‌سزایی در بهبود پردازش زمانی شنوایی، به‌خصوص وضوح زمانی، داشته باشد و در نتیجه منجر به پیشرفت در مهارت‌های کلامی‌ـآموزشی گردد.

سپاسگزاری

این مطالعه حاصل طرح تحقیقاتی مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران به‌شماره ۷۷۷۹-۳۲-۰۴-۸۷ است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-19]

REFERENCES

1. Musiek FE, Chermak GD. Handbook of (central) auditory processing disorder Volume I: Auditory neuroscience and diagnosis. San Diego: Plural Publishing; 2006.
2. Tillery KL. Central audiology processing evaluation: a test battery approach. In: Katz J, editor. Handbook of clinical audiology. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Publication; 2002. p. 627-39.
3. Moore BJ. Cochlear hearing loss. 2nd ed. West Sussex: Wiley Publication; 2007.
4. Weaver KE, Stevens AA. Auditory gap detection in the early blind. Hear Res. 2006;211(1-2):1-6.
5. 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.
6. 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.
7. Zaidan E, Garcia AP, Tedesco ML, Baran JA. Performance of normal young adults in two temporal resolution tests. Pro Fono. 2008;20(1):19-24.
8. van Zuijen TL, Sussman E, Winkler I, Näätänen R, Tervaniemi M. Auditory organization of sound sequences by a temporal or numerical regularity--a mismatch negativity study comparing musicians and non-musicians. Brain Res Cogn Brain Res. 2005;23(2-3):270-6.
9. Rammsayer T, Altenmüller E. Temporal information processing in musicians and nonmusicians. Music Percept. 2006;24(1):37-48.
10. Samson S, Ehrlé N, Baulac M. Cerebral substrates for musical temporal processes. Ann N Y Acad Sci. 2001;930:166-78.
11. Kolb B, Whishaw IQ. An introduction to brain and behavior. New York: Worth Publisher; 2001.
12. Chermak GD, Lee J. Comparison of children's performance on four tests of temporal resolution. J Am Acad Audiol. 2005;16(8):554-63.
13. Gaser C, Schlaug G. Brain structures differ between musicians and non-musicians. J Neurosci. 2003;23(27):9240-5.
14. Irvine DR, Fallon JB, Kamke MR. Plasticity in the adult central auditory system. Acoust Aust. 2006;34(1):13-7.
15. Ishii C, Arashiro PM, Desgualdo L. Ordering and temporal resolution in professional singers and in well tuned and out of tune amateur singers. Pro Fono. 2006;18(3):285-92. Portuguese.
16. Tallal P, Gaab N. Dynamic auditory processing, musical experience and language development. Trends Neurosci. 2006;29(7):382-90.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-19]