Spring 2014. Vol 15. Num 1

Research Paper: Concurrent Speech Segregation Problems in Hearing Impaired Children

Hosein Talebi [1], *Abdollah Moossavi [2], Yones Lotfi [3], Soghrat Faghihzadeh [4]

1.PhD of Audiology, Assistant Professor, Department of Audiology, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Audiology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Associate Professor, Department of Audiology, University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
4. Full Professor of statistics, Department of Social Medicine, School of Medicine, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran.

Received: 24 Aug. 2013
Accepted: 23 Nov. 2013

ABSTRACT

Objective This study was a basic investigation of the ability of concurrent speech segregation in hearing impaired children. Concurrent segregation is one of the fundamental components of auditory scene analysis and plays an important role in process of speech perception. In the present study, auditory late potentials of impaired children were studied and were compared to the responses of normal groups.

Materials & Methods Auditory late potentials in response to 12 double vowels were recorded in 10 children with moderate to severe sensory neural hearing loss and 10 normal children who were selected randomly. The age range of all participants was 4-6 years old (4.95 ± 0.72 for the normal group and 5.05 ± 0.79 for the hearing impaired ones). Double vowels (pairs of synthetic vowels) were presented concurrently and binaurally. Fundamental frequency (F0) of these vowels and the size of the difference in F0 between vowels was 100 Hz and 0.5 semitones respectively. The hearing impaired children were selected randomly and blindly.

Results Comparing N1-P2 amplitude showed statistically significant difference in some stimuli between hearing impaired and normal children (P-value<0.05). More careful study of the results, N1-P2 amplitude - which is index of detecting vowel changes and reflecting verbal stimuli in central auditory system in absence of active participants- decreased in hearing impaired children.

Conclusion The present study showed concurrent speech segregation problems in hearing impaired children and provides evidence on problems in detection of speech features in a bottom-up processing (based on fundamental frequency and its differences) in the mentioned children.

Keywords:
Auditory scene analysis (ASA), Concurrent speech segregation, Hearing impaired children.

Corresponding Author:
Abdollah Moossavi, MD
Address: Department of Audiology, University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Koodakyar Dead-end, Daneshjoo Blvd., Velenjak, Tehran.
Tel: +98(21)22180100
E-Mail: Moossavi-a@yahoo.com

مشکلات جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان در کودکان کم‌شنوا

حسین طالبی[۱]، *عبدالله موسوی[۲]، یونس لطفی[۳]، سقراط فقیه‌زاده[۴]

۱.دکتری تخصصی شنوایی شناسی، استادیار گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی اصفهان، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲. متخصص گوش، گلو و بینی، دانشیار دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
۳. متخصص گوش، گلو و بینی، گروه آموزشی شنوایی‌شناسی، دانشیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران.
۴. دکتری تخصصی آمار زیستی، گروه آموزشی پزشکی-اجتماعی، استاد دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۲ شهریور ۱۳۹۲
تاریخ پذیرش: ۲ آذر ۱۳۹۲

چکیده

هدف مطالعه حاضر، در زمره پژوهش‌های بنیادین برای بررسی توانایی جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان در کودکان کم‌شنوا انجام گرفته است. جداسازی هم‌زمان، یکی از مؤلفه‌های پایه‌ای رویکرد تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی یا ASA بوده و نقش مهمی در فرآیند درک گفتار داراست. در این مطالعه، پتانسیل‌های دیررس شنوایی کودکان کم‌شنوا بررسی و با پاسخ‌های گروه هنجار مقایسه شدند.

روش بررسی در ۱۰ کودک هنجار و ۱۰ کودک کم‌شنوای ۴ تا ۶ ساله (با میانگین سنی ۴/۹۵ و انحراف‌معیار ۰/۷۲ برای گروه هنجار و ۵/۰۵ و ۷۰/۹ برای گروه کم‌شنوا) که به‌صورت تصادفی انتخاب گردیدند، پاسخ‌های دیررس شنوایی یا ALRs (دامنه مجموعه N۱-P۲) برای دوازده جفت‌واکه سنتزشده‌ای که به‌طور هم‌زمان و به‌صورت دوگوشی ارائه می‌شد، ثبت گردید. تفاوت جفت‌واکه‌های مورد نظر در فرکانس پایه آنها بود؛ به‌نحوی‌که فرکانس پایه ه یک از آنها به‌میزان نیم semitone از دیگری تفاوت داشت. بررسی‌های آماری با استفاده از آزمون T مستقل در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت.

یافته‌ها مقایسه دامنه مجموعه N۱-P۲ میان دو گروه هنجار و کم‌شنوا، نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنادار در شماری از جفت‌واکه‌ها بود (P-value<۰/۰۵). با بررسی دقیق‌تر نتایج، دامنه مجموعه N۱-P۲ -که شاخصی از کشف تغییرات واکه‌ها و بازنمایی تحریکات گفتاری در دستگاه شنوایی مرکزی در شرایط نبود توجه فعال شرکت‌کنندگان است- در گروه کودکان کم‌شنوا از مقدار کمتری برخوردار بود.

نتیجه‌گیری پژوهش حاضر گویای اختلال جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان در کودکان کم‌شنواست. این مطالعه، شواهدی را درباره بروز مشکلاتی در کشف ویژگی‌های گفتاری در مسیر پایین به بالا (مبتنی‌بر فرکانس پایه و تفاوت‌های آن) در کودکان مذکور فراهم می‌نماید.

کلید واژه:
تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی، جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان، کودکان کم‌شنوا.

مقدمه

هر موجود شنوا، برای دریافت هدفمند اطلاعات شنوایی پیرامون که حاوی مجموعه پیچیده‌ای از اصوات گوناگون است، باید منبع تولید صوت مورد نظر -به‌ویژه گفتار- را کشف نماید. برای این منظور، ویژگی‌های آکوستیکی منابع صوتی باید به‌درستی از هم جدا و دسته‌بندی شود. روند جداسازی این ویژگی‌ها در طول دو محور زمان (جداسازی متوالی) و محور فرکانس (جداسازی هم‌زمان) صورت می‌گیرد. بدون این توانایی، پدیده‌های صوتی هم‌زمان به‌صورت مخلوط و بدون تفکیک منبع دریافت و درک منابع و مفاهیم آنها غیرممکن می‌گردد.

از بدو تولد، ما با اصوات مختلفی مواجه می‌شویم که به‌طور هم‌زمان ارائه می‌گردد. در این محیط شنیداری پیچیده، ویژگی‌های آکوستیکی بسیاری از این اصوات، بر یکدیگر هم‌پوشانی دارد و با وجود آنکه گوش انسان تنها به فشار صوتی واحدی دسترسی دارد که از چندین موج صوتی آمیخته با هم تشکیل شده است (۱)، وقایع شنیداری به‌درستی از هم جدا و متمایز می‌گردد. ازاین‌رو، می‌توان نتیجه گرفت که برای شناسایی الگوهای صوتی مختلف همچون صدای یک فرد در میان اصوات دیگر، نخست اطلاعات صوتی واردشده به دستگاه شنوایی به‌درستی از هم جدا می‌شود و در مرحله بعد، ویژگی‌های مربوط به هریک از آنها با هم دسته‌بندی می‌گردد. روندهای جداسازی و دسته‌بندی منابع صوتیِ مختلف در قالب پدیده‌ای به نام تجزیه و تحلیل صحنه شنواییِ یا ASA[۱] مطرح می‌شود که اولین‌بار به‌وسیله بِرگمَن در سال ۱۹۹۰ ارائه

۱. Auditory Scene Analysis (ASA)

* نویسنده مسئول:
دکتر عبدالله موسوی
نشانی: تهران، ولنجک، خیابان دانشجو، خیابان کودکیار، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه آموزشی شنوایی‌شناسی.
تلفن: ۲۲۱۸۰۱۰۰(۲۱)۹۸+
رایانامه: Moossavi-a@yahoo.com

گردیده است (۲). این دو، مؤلفه‌های اصلی تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی به‌شمار می‌رود.

از دیدگاه برگمن، جداسازی اصوات مختلف همچون گفتار، حداقل در طول دو محور زمان و فرکانس انجام می گیرد. جداسازی در طول محور زمان از نوع متوالی و جداسازی در طول محور فرکانس از نوع هم‌زمان بوده است. می‌توان گفت جداسازی اصوات مختلفی که به‌طور هم‌زمان ارائه می‌شود براساس فرکانس‌های متفاوت آنها و روابط هارمونیک هریک از آنها صورت می گیرد (۲). این دو، مبنای جداسازی مؤلفه‌های هریک از منابع صوتی موجود در محیط و درنهایت، بازنمایی‌های ادراکی آنها در دستگاه شنوایی مرکزی است.

بسیاری از فرایندهای مربوط به جداسازی، خودکار یا مبنایی در نظر گرفته می‌شود؛ چراکه در نوزادان (۳) و حیواناتی همچون پرندگان (۵-۴) و میمون‌ها (۶) مشاهده می گردد. نتیجه و پیامد این فرایندهای پیش‌توجهی، ممکن است مورد تعدیل روندهای کنترل‌شده (بالا به پایین)[۲] قرار گیرد و تجزیه و تحلیل دقیق‌تری شود.

اختلال در سازماندهیِ ادراکیِ ورودیِ شنوایی، همچون بروز کم‌شنوایی، منجربه بروز پیامدهای قابل توجهی بر درک و شناسایی سیگنال‌های شنیداری پیچیده همچون گفتار و موسیقی می گردد. برای نمونه، اختلال در توانایی جداسازی صحیح مؤلفه‌های طیفی اصواتی که به‌طور هم‌زمان و یا متوالی رخ می‌دهد، ممکن است منجربه بروز مشکلات درک گفتار مشاهده‌شده در سالمندان (۱۱-۷) و افراد مبتلا به نارساخوانی (دیسلکسی) گردد (۱۳-۱۲).

مطالعات انجام‌گرفته در زمینه جداسازی تحریکات صوتی (همچون اصوات گفتاری) نشان‌دهنده وجود سازوکارهای پایه‌ای از بدو تولد در کودکان هنجار است (۱۵-۱۴،۳). محققینی همچون دیمانی در سال ۱۹۸۲ نشان دادند جداسازی اطلاعات شنوایی در کودکان روی می‌دهد، ولی در این گروه سنی در مقایسه با بزرگسالان، تفاوت‌های بیشتری میان ویژگی‌های آکوستیکی مورد نیاز است تا جداسازی صحیحی صورت گیرد (۱۴).

گفتار، سیگنال صوتی بسیار پیچیده‌ای متشکل از بخش‌ها و ویژگی‌های آکوستیکی (زنجیری و زبرزنجیری)[۳] است. هریک از این بخش‌ها، از نقش و اهمیت بسیار زیادی برای شکل‌گیری و درک صحیح گفتار برخوردار است (۱۶). واکه‌ها و همخوان‌ها، بخش‌های زنجیری گفتار است که در کنار یکدیگر، پایه شکل‌گیری گفتار را فراهم می‌سازد. همخوان‌ها با دارابودن ماهیت گذرای خود، سبب افزایش هم‌زمانی و پاسخدهی مناسب دستگاه شنوایی مرکزی می‌شود. واکه‌ها بخشی دیگر از سیگنال گفتاری است که اطلاعات زیادی را در مورد فرکانس پایه یا F_0[۴]، مؤلفه‌های فرکانس پایین (فورمانت اول) و فورمانت دوم ارائه می‌دهد. اطلاعات آکوستیکی به‌دست آمده از این ویژگی‌های فورمانتی حامل اطلاعات آوایی و نواختی بوده است و در کنار همخوان‌ها، پایه‌ای برای درک گفتار در نظر گرفته می‌شود (۱۷).

از دیدگاه تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی، برای درک صحیح گفتار، جداسازی مناسب ویژگی‌های آکوستیکی آن همچون واکه‌ها بسیار مهم است. اگرچه واکه‌ها تحریکات صوتی پیچیده‌ای نیستند، اما به‌عنوان اصوات پریودیک در نظر گرفته می‌شوند و شنیدن زیروبمی را در دستگاه شنوایی انسان میسر می‌سازد (۱۷). نکته بسیار مهم آن است که این زیروبمی در طول زمان ثابت باقی می‌ماند. این ویژگی (ثبات زیروبمی) منجربه جداسازی بهتر گفتار یک فرد در شرایط زمانی و مکانی مختلف به‌ویژه در محیط‌های شلوغ و دارای صدای رقابتی می گردد (۲). اطلاعات به‌دست آمده از افراد دارای شنوایی هنجار نشان می‌دهد که هارمونیک‌های فرکانس پایین در تحریکات صوتی پیچیده همچون گفتار، از اهمیت به‌مراتب بیشتری در درک زیروبمی و جداسازی ادراکی اصوات برخوردار است. کاهش گزینش فرکانسی در بسیاری از افراد کم‌شنوا منجربه دستیابی کمتر به هارمونیک‌های مذکور می گردد. بروز این مشکلات در رمزگذاری اصوات هارمونیک ممکن است اساس بعضی از مشکلاتی باشد که افراد کم‌شنوا با آنها مواجه‌اند (۱۸).

ازاین‌رو، در افراد کم‌شنوا، با ضعیف‌ترشدن گزینش فرکانسی و کاهش هارمونیک‌های کوک‌شده[۵] فرکانس پایین، اختلال در درک زیروبمی اصوات پیچیده همچون گفتار آشکار می‌گردد. همچنین، کاملاً مشخص شده است که در افراد کم‌شنوا، حداقتراق فرکانس پایه نامطلوب‌تر می گردد (۱۹). به‌طورکلی، می‌توان اظهار داشت که گزینش فرکانسی در دستگاه شنوایی محیطی بر درک زیروبمی اصوات پیچیده تأثیر می‌گذارد و افراد کم‌شنوا به‌دلیل کاهش گزینش فرکانسی، از ضعیف‌شدن توانایی خود در درک زیروبمی رنج می‌برند.

براساس مطالب بیان‌شده، می‌توان انتظار داشت که استخراج صحیح و خودکار ویژگی‌های فرکانس پایه و معادل آن یعنی زیروبمی، مشخصه‌های فورمانتی واکه‌ها و روابط هارمونیک آنها، گام اول برای درک گفتار به‌ویژه در محیط‌های شلوغ باشد. فرضیه اصلی محققین این مطالعه آن بود که در کودکان کم‌شنوا تا حدود زیادی این ویژگی مختل می‌گردد؛ چراکه در اکثر آنان گزینش فرکانسی و درک زیروبمی مختل گردیده است. ازآنجاکه در گروه کودکان کم‌شنوا، تا به‌حال هیچ تحقیقی در مورد فرایند جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان با تکیه‌بر واکه‌ها انجام نگرفته است، با انجام این پژوهش نگاهی نو به نقش این فرایند در درک گفتار

۲. Top-down
۳. Segmental and Supra-Segmental
۴. Fundamental Frequency (F0)
۵. Resolved Harmonics

کودکان کم‌شنوا داشته‌ایم. این بررسی از آن جهت اهمیت دارد که نشان می‌دهد بروز اختلال در جداسازی صحیح واکه‌ها براساس ویژگی‌های فورمانتی و روابط هارمونیک، منجربه پیامدهای تأثیرگذار بر شناسایی و درک صحیح گفتار می‌گردد.

در پژوهش حاضر، سعی گردید تا با استفاده از پتانسیل‌های مرتبط با واقعه یا ERPs[۶] به‌عنوان ابزاری ارزشمند برای بررسی جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان بدون تأثیر مسیرهای بالا به پایین، روند جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان در کودکان کم‌شنوا بررسی و با پاسخ‌های الکتروفیزیولوژیک شنوایی کودکان هنجار مقایسه گردد.

پتانسیل‌های مرتبط با واقعه، به‌عنوان ابزاری قوی برای ارائه اطلاعات زمانی مرتبط با روند تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی در نظر گرفته می‌شود؛ چراکه با استفاده از این پتانسیل‌ها می‌توان به بررسی فعالیت عصبی طی چندین میلی‌ثانیه بعد از ارائه محرک صوتی و به‌دور از هرگونه تأثیر توجه پرداخت. به‌طورکلی، می‌توان گفت که این ابزارها انعکاس‌دهنده فعالیت هم‌زمان جمعیت زیادی از نورون‌هایی است که در مواجهه با وقایع حسی و یا شناختی به‌طور هم‌زمان فعال گردیده است. بنابراین، پتانسیل‌های مرتبط با واقعه شنوایی بازنمایی‌کننده مسیر پردازش اطلاعات شنوایی از حلزون به ساقه مغز و درنهایت، به قشر شنوایی نخستین و دیگر مناطق قشری فعال است. در این مطالعه، به‌دلیل ماهیت مجموعه P۲-N۱ در آشکارسازی تغییرات موجود در تحریکات مورد استفاده (که در این مطالعه جفت‌واکه‌ها بود)، مدنظر قرار گرفت؛ چراکه وجود آن تأییدکننده کشف سیگنال در قشر مغز بوده است و تنها در شرایطی آشکار می‌گردد که محرک شنوایی گذرا، قابلیت شنیده‌شدن را داشته باشد (۲۱-۲۰).

درپایان، می‌توان اظهار داشت که محققین پژوهش حاضر با رویکردی بنیادی به بررسی جداسازی اصوات گفتاری با تکیه‌بر واکه‌ها به‌عنوان پایه گفتار در گروه کودکان کم‌شنوا پرداخته‌اند.

روش بررسی

جامعه آماری در این تحقیق، کودکان مبتلا به کم‌شنوایی در حد متوسط تا شدید و دارای سن ۴ تا ۶ سال بودند که هیچ‌گونه عفونت فعال گوش، حلق و بینی نداشتند. حجم نمونه مشتمل بر دو گروه ۱۰ نفره از کودکان هنجار (گروه هنجار) و کم‌شنوا (گروه آزمون) بود (۱۵،۳). کودکان کم‌شنوایی که با معیارهای مطالعه (از نظر میزان کم‌شنوایی، سن، نداشتن عفونت فعال گوش، حلق و بینی) تطبیق داشتند، شناسایی و برای مطالعه انتخاب می‌شدند. روش انتخاب کودکان کم‌شنوا به‌طور تصادفی بود؛ بدین نحو که فهرستی از کودکان کم‌شنوای واقع در محدوده سنی ۴ تا ۶ سال تهیه گردید و سپس با تعیین شماره برای آنان، به‌طور تصادفی ۱۰ نفر از کودکان انتخاب شدند. این مطالعه مقطعی-تحلیلی، در مدت یک‌سال از ابتدای تیر ۱۳۹۱ لغایت تیر ۱۳۹۲ در مراکز ارزیابی شنوایی با مدیریت و هماهنگی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی انجام گرفت.

قبل از اجرای پژوهش، روند انجام آن برای والدین تمامی کودکان هنجار و کم‌شنوا توضیح داده و از آنان رضایتنامه شرکت در مطالعه گرفته شد. تمامی کودکان شرکت‌کننده در این مطالعه، قبل از ورود به تحقیق، مورد ارزیابی کامل شنوایی قرار گرفتند. شنوایی هنجار کودکان گروه هنجار مورد تأیید قرار گرفته و میزان و نوع کم‌شنوایی گروه آزمون مشخص شده بود؛ به‌گونه‌ای که همه کودکان کم‌شنوا در هنگام انجام تحقیق، کم‌شنوایی حسی-عصبی در حد متوسط تا شدید داشتند و سمعک دوگوشی خود را دریافت کرده بودند.

به‌دنبال تعیین دو گروه هنجار و آزمون، پاسخ‌های الکتروفیزیولوژیک شنوایی یا ALRs هر دو گروه ثبت گردید. به‌دلیل طولانی‌بودن زمان کسب پاسخ‌ها به‌ویژه پاسخ‌های الکتروفیزیولوژیک شنوایی (که تقریباً ۹۰ دقیقه به‌طول می‌انجامید)، مؤلفه مورد نظر در این پاسخ‌ها (دامنه P۲-N۱) علاوه‌بر اینکه به‌طور هم‌زمان[۷] مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گرفت به‌طور غیرهم‌زمان[۸] نیز با دقت بیشتری بررسی می‌شد. تمامی داده‌های به‌دست آمده در هر دو گروه هنجار و آزمون، به‌تفکیک در قالب پاسخ‌های الکتروفیزیولوژیک شنوایی برای دوازده جفت‌واکه دسته‌بندی شد. هر واکه از دیرش ۲۰۰ میلی‌ثانیه‌ای برخوردار بود و به‌وسیله گوینده مرد و در محیط آکوستیک تولید شده بود. هر جفت‌واکه مشتمل بر واکه‌ای با فرکانس پایه ۱۰۰ هرتز و واکه‌ای با فرکانس پایه به‌میزان ۰٫۵semitone بیشتر بود (هر semitone معادل ۱/۱۲ اکتاو است). به‌عبارت دیگر، اختلاف میان جفت‌واکه‌ها در فرکانس پایه آنها بود.

تمامی ویژگی‌های تحریکی واکه‌ها و اختلاف میان فرکانس پایه آنها براساس مطالعه انجام‌گرفته با واکه‌های جفت در نظر گرفته شده بود (۲۲). واکه‌ها به‌صورت تصادفی در دوازده مجموعه تحریکی قرار گرفت و قبل از ارائه از دستگاه الکتروفیزیولوژی شنوایی BioLogic، برای کالیبراسیون و تطبیق با معیارهای دستگاه مذکور[۹]، به نمایندگی اصلی شرکت مذکور در کشور آلمان ارسال شد.

روند کالیبراسیون به‌مدت یک‌ماه و نیم به‌طول انجامید. بعد از دریافت تحریکات کالیبره‌شده از کشور آلمان، آنها را در دستگاه الکتروفیزیولوژی وارد و شرایط را برای انجام آزمون مهیا نمودیم. تنظیمات و آرایه الکترودی برای ثبت دوکاناله

۶. Event Related Potentials (ERPs)

۷. Online
۸. Offline
۹. File Format: WAV، Sample Rate: 48 kHz، Channels: 1 (Mono)، Bits: 16، Maximum length: 500 ms

جدول ۱. اطلاعات جمعیت شناسی هر دو گروه هنجار و آزمون.

گروه	تعداد	جنسیت (مذکر)	سن			مقدار P*
			حداقل	حداکثر	انحراف‌معیار ± میانگین	
هنجار	۱۰	۵	۴	۶	۴/۹۴±۰/۷۲	۰/۷۷
آزمون	۱۰	۵	۴	۶	۵/۰۵±۰/۷۹	۰/۷۷

*نشان‌دهنده مقادیر P حاصل از آزمون پارامتریک است.

توانبخشی

پاسخ‌های الکتروفیزیولوژیک شنوایی، بدین ترتیب بود: ارائه شدت ۸۰ دسی‌بل nHL، صافی باندگذر ۳۰-۱ هرتز، قراردادن الکترودهای معکوس‌کننده[۱۰] هر دو طرف روی Cz، الکترودهای غیرمعکوس‌کننده[۱۱] روی ماستویید هر دو طرف و الکترود زمین روی پیشانی. با تأیید وجود امپدانس پایین‌تر از ۵ کیلو اُهم برای هر الکترود و وجود توازن امپدانس بین‌الکترودی، آزمون ALRs را در دستگاه مشخص کردیم و آماده اجرای آن شدیم. هم‌زمان، برای به‌حداقل‌رساندن حرکت کودک حین آزمون از والدین کودک به‌ویژه مادران، درخواست همکاری کردیم و در بعضی از کودکان به‌دلیل علاقه‌ای که به فیلم کودکانه وجود داشت، فیلمی بی‌صدا نشان دادیم. درنهایت، مقادیر مربوط به دامنه P۲-N۱ (برحسب میکروولت) را در هر دو گروه با هم مقایسه و برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نسخه ۱۶ نرم‌افزار آماری SPSS استفاده نمودیم. برای آمار توصیفی، از محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی (میانگین و انحراف‌معیار) و برای بررسی توزیع هنجار داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک[۱۲] بهره جستیم. برای مقایسه میانگین متغیرهای مورد مطالعه درصورتی‌که توزیع داده‌ها دارای توزیع هنجار بود، آزمون T مستقل و درصورتی‌که داده‌ها توزیع هنجار نداشت، معادل غیرپارامتریک آن یعنی آزمون مان-ویتنی[۱۳] را به‌کار بردیم و سطح ۰/۰۵ را به‌عنوان معیار معناداری در نظر گرفتیم.

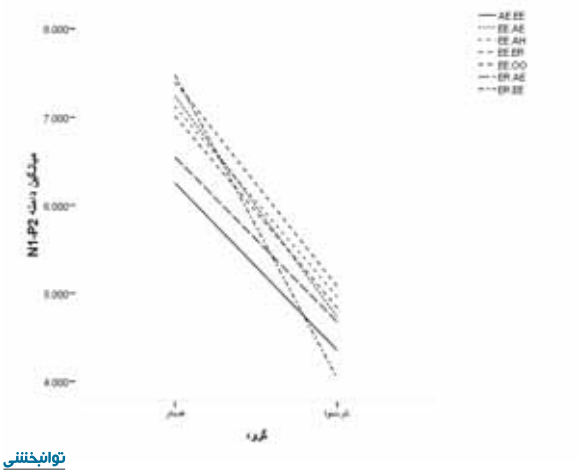
یافته‌ها

در جدول ۱، اطلاعات جمعیت شناسی مربوط به دو گروه – هنجار و آزمون- آمده است. اطلاعات بدست آمده بیانگر همگن بودن هر دو گروه است.

به‌منظور نشان‌دادن توانایی جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان، پاسخ‌های الکتروفیزیولوژیک شنوایی هر دو گروه را مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار دادیم. برای این منظور، دامنه مجموعه N۱-P۲ در مواجهه با تحریکات جفت‌واکه مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. در جدول ۲، مقادیر مربوطه برای هر دو گروه هنجار و آزمون آورده شده است.

براساس نتایج به‌دست آمده در جدول ۲، می‌توان اظهار داشت میانگین دامنه مجموعه P۲-N۱ در گروه هنجار، در عمده تحریکات بیشتر از میانگین دامنه گروه آزمون بوده و می‌تواند گواهی بر اختلال جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان در کودکان کم‌شنوا باشد. در شکل ۱، مقادیر به‌دست آمده برای تحریکاتی که مقدار P معنادار یا تقریباً معنادار به‌دست آمده است، هر دو گروه در قالب خطوطی مجزا از هم ترسیم شده است. با نگاه کلی

شکل ۱. مقایسه میانگین دامنه P۲-N۱ برای جفت‌واکه‌های گفتاری میان دو گروه هنجار و آزمون.



توانبخشی

به خطوط ترسیم‌شده می‌توان به اختلاف فاحش میان دو گروه هنجار و آزمون پی برد.

در شکل ۲، نمونه‌ای از پاسخ‌های الکتروفیزیولوژیک ثبت‌شده از هر دو گروه نشان داده شده است. با نگاهی کلی می‌توان نتایج مطرح‌شده در بالا را تأیید نمود.

با مشاهده پاسخ‌ها می‌توان به دامنه کمتر مجموعه P۲-N۱ در گروه کودکان آزمون پی برد. دامنه کمتر به‌دست آمده می‌تواند گواهی‌بر وجود مشکلات در جداسازی خودکار واکه‌های جفت باشد.

بحث

این پژوهش، در زمره مطالعاتی است که با بررسی پدیده‌ای بنیادی به نام تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی در گروه کودکان

۱۰. Inverting
۱۱. Non-Inverting
۱۲. Shapiro-Wilk Test
۱۳. Mann-Whitney Test

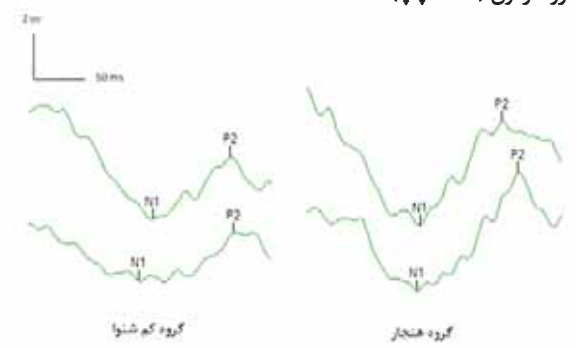
جدول۲. مقایسه مقادیر دامنه P۲-N۱ برای جفت‌واکه‌های ارائه‌شده در هر دو گروه هنجار و آزمون.

جفت‌واکه‌ها	گروه هنجار	گروه آزمون	مقدار P*
	انحراف‌معیار ± میانگین	انحراف‌معیار ± میانگین	
AE.AH	۶/۱۵ ± ۲/۳۹	۴/۹۳ ± ۲/۵۰	۰/۲۷۹
AE.EE	۶/۲۵ ± ۱/۵۰	۴/۳۵ ± ۱/۸۰	۰/۰۲۰
AE.ER	۵/۶۴ ± ۱/۳۴	۶/۹۵ ± ۲/۴۱	۰/۱۴۹
AE.OO	۵/۹۳ ± ۱/۴۱	۵/۶۴ ± ۱/۶۹	۰/۶۸۳
EE.AE	۷/۲۳ ± ۲/۴۱	۴/۷۳ ± ۲/۹۹	۰/۰۵۴
EE.AH	۷/۱۲ ± ۲/۰۱	۴/۹۵ ± ۲/۸۹	۰/۰۶۹
EE.ER	۷/۰۱ ± ۱/۷۶	۴/۸۳ ± ۰/۵۶	۰/۰۰۲
EE.OO	۷/۴۰ ± ۱/۵۲	۵/۰۷ ± ۰/۸۷	۰/۰۰۱
ER.AE	۶/۵۴ ± ۱/۷۵	۴/۶۷ ± ۲/۶۱	۰/۰۷۶
ER.AH	۷/۳۷ ± ۲/۵۸	۵/۶۳ ± ۳/۴۸	۰/۲۲۲
ER.EE	۷/۴۷ ± ۲/۸۶	۴/۰۳ ± ۱/۱۶	۰/۰۰۲
ER.OO	۷/۳۷ ± ۲/۲۴	۶/۰۶ ± ۲/۷۹	۰/۲۶۴

*نشان‌دهنده مقادیر P حاصل از آزمون پارامتریک است.

توانبخشی

شکل۲. نمونه‌ای از پاسخ‌های به‌دست آمده از دو گروه هنجار (سمت راست) و گروه آزمون (سمت چپ).



توانبخشی

کم‌شنوا، پیوندی اساسی میان مباحث علوم اعصاب شناختی[۱۴] و شنوایی‌شناسی ایجاد نموده است. با نگاه کلی به روند انجام مطالعات در زمینه تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی، می‌توان به‌راحتی دریافت که عمده پژوهش‌های انجام‌گرفته در این زمینه، در حیطه مباحث روان‌شناختی[۱۵] و علوم اعصاب شناختی انجام‌شده و یا در حال انجام است (۱۳-۳،۲۷-۲۳). براین اساس، می‌توان به تأکید اظهار داشت که در علوم مربوط به شنوایی همچون شنوایی‌شناسی، مطالعات انجام‌شده در زمینه تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی اندک بوده و پژوهش حاضر، از جمله معدود مطالعاتی است که با تکیه‌بر اطلاعات شنوایی‌شناختی، به بررسی روند مذکور پرداخته است (۲۹-۲۸،۱۸).

به‌دلیل ماهیت گسترده تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی، در این مطالعه سعی گردید تا یکی از مؤلفه‌های اساسی و پایه‌ای آن، یعنی جداسازی هم‌زمان، در گروه سنی کودکان کم‌شنوا مورد بررسی و کنکاش قرار گیرد. برای بررسی تأثیر کم‌شنوایی بر جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان، پاسخ‌های الکتروفیزیولوژیک شنوایی (دامنه P۲-N۱) کودکان کم‌شنوا ثبت گردید و با گروه هنجار مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. پاسخ‌های الکتروفیزیولوژیک شنوایی، فراهم‌کننده شواهد جامع و ارزشمندی در بازه زمانی برای رویکردهای مرتبط با آموزش و یادگیری است (۳۳-۳۰).

مجموعه P۲-N۱بخشی از پتانسیل مرتبط با واقعه شنوایی یا AERP[۱۶] به نام پاسخ‌های دارای نهفتگی طولانی است و به‌عنوان ابزاری بالینی برای ارزیابی تغییرات صورت‌گرفته در فعالیت عصبی مرتبط با توانبخشی شنوایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۴). مجموعه مذکور را می‌توان بدون توجه به تحریکات صوتی، در فاصله زمانی ۱۳۰ تا ۲۵۰ میلی‌ثانیه بعد از شروع محرک آشکار نمود (۳۵). این مجموعه، نشان‌دهنده کشف تفاوت‌های میان تحریکات صوتی است. در این مطالعه، هدف از ثبت مجموعه مورد نظر، بررسی و مقایسه توانایی کشف واکه‌های هم‌زمان براساس تفاوت فرکانس پایه آنها میان کودکان کم‌شنوا و هنجار بود. تغییرات دامنه مجموعه P۲-N۱ در شماری از جفت‌واکه‌ها همچون EE.OO ،AE.EE، و ER.EEچشمگیر و دارای اختلاف آماری معنادار (P<۰/۰۵) بود. این نتایج نشان‌دهنده تأثیر

۱۴. Cognitive Neuroscience
۱۵. Cognitive Psychology
۱۶. Auditory Event Related Potential (AERP)

کم‌شنوایی بر دامنه مجموعه P۲-N۱ (کاهش آن) حداقل برای جفت‌واکه‌های مذکور گردیده است. کاهش دامنه P۲-N۱ گویای وجود مشکل در روند جداسازی واکه‌های هم‌زمان در مسیر پایین به بالا است.

کاهش دامنه مجموعه حاضر، به احتمال فراوان انعکاس‌دهنده کاهش هم‌زمانی عصبی است (۳۴). همچنین، کاهش دامنه N۱-P۲ می‌تواند ناشی از اختلال در گزینش فرکانسی باشد، خصوصیتی که بر توانایی شکل‌گیری صحیح بازنمایی‌های فرکانس پایه واکه‌های هم‌زمان تأثیر منفی می‌گذارد (۲۸). چنین نتیجه‌ای را می‌توان براساس نظریه شبکه‌بندی محیطی[۱۷] مطرح‌شده به‌وسیله هارتمن و جانسون (۱۹۹۱) بیان کرد (۳۶). طبق این نظریه، برای شکل‌گیری جریان‌های شنوایی به‌وسیله دو محرک متفاوت، بایستی جمعیت‌های عصبی متفاوتی در دستگاه شنوایی محیطی برانگیخته شود. با توجه به نظریه مذکور و مطالعات انجام‌گرفته در این زمینه (۳۸-۳۷)، نشانه‌های اصلی برای جداسازی از نوع طیفی است؛ به‌بیان دیگر، گزینش فرکانسی از اهمیت حیاتی در روند جداسازی برخوردار است و در افراد کم‌شنوا، این توانایی تا حد زیادی ناشی می‌گردد (۳۹). در تأیید نقش گزینش فرکانسی برای جداسازی اصوات گفتاری همچون واکه‌ها، گادرین و همکاران نشان دادند که با کاهش دقت فرکانسی، جریان‌سازی براساس فرکانس پایه تا حد بسیار زیادی کاهش می‌یابد (۴۰). درمجموع، با توجه به نتایج به‌دست آمده از پاسخ‌های الکتروفیزیولوژیک شنوایی، می‌توان بیان کرد که کم‌شنوایی سبب بروز مشکلاتی در جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان، اختلال در پردازش مسیر پایین به بالا و درنهایت، اختلال در فرآیند درک گفتار می‌گردد.

درپایان، ازآنجاکه این مطالعه از جمله اولین مطالعاتی است که با مباحث روان‌شناختی و شنوایی‌شناختی درک گفتار مرتبط است، پیشنهاد می‌گردد با دیدگاه شنوایی‌شناسی، این ارتباط با انجام مطالعات بیشتر در زمینه تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی و مؤلفه‌های آن، برای شناسایی دقیق‌تر سازوکارهای نورونی و عصبی مرتبط با نقش ASA در روند درک گفتار، با استفاده از شواهد رفتاری و الکتروفیزیولوژیک شنوایی در شیرخواران و کودکان هنجار و کم‌شنوا طراحی گردد.

نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه، می‌توان گفت که مطالعه حاضر به بررسی تأثیر کم‌شنوایی بر جداسازی اصوات گفتاری هم‌زمان در کودکان کم‌شنوا پرداخته است. در این پژوهش، از تحریکات جفت‌واکه‌ای با اختلاف در فرکانس پایه آنها استفاده شد و به‌دنبال آن، شواهد بسیار ارزشمندی درباره وجود مشکلاتی در مسیر پایین به بالا، روند تجزیه و تحلیل صحنه شنوایی و رویکردهای عصبی آن آشکار گردید. مشخص شد که کودکان کم‌شنوا در مقایسه با کودکان هنجار همسن خود، از عملکرد کلی ضعیف‌تری در ارزیابی‌های الکتروفیزیولوژیک شنوایی برخوردار بودند؛ به‌نحوی‌که، مجموعه P۲-N۱ به‌طورکلی در گروه کودکان کم‌شنوا، با دامنه کمتری ثبت گردید.

۱۷. Peripheral Channeling Theory

تشکر و قدردانی

درانتها، پژوهشگران این مطالعه از دانشمندان برجسته‌ای همچون پرفسور آل برگمن و دکتر الیسه ساسمن به‌دلیل ارائه اطلاعات ارزشمند درباره روند ASA و معرفی منابع مرتبط با آن، تلاش‌های ارزنده دکتر جوئل اسنایدر (گروه روان‌شناسی دانشگاه نوادای آمریکا) به‌دلیل مشاوره و ارائه نقطه‌نظرات بسیار مفید و نیز همکاری بی‌دریغ تمامی کودکان و خانواده‌های آنان برای شرکت در این مطالعه به‌طور ویژه قدردانی می‌کنند. این مطالعه، در قالب پایان‌نامه دکتری شنوایی‌شناسی در دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی به‌رشته تحریر درآمده است.

منابع

[1] Divenyi P. Speech separation by humans and machines. Boston: Kluwer Academic Publishers; 2005.

[2] Bregman AS, editor. Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound. Cambridge, Mass: Bradford Books (MIT Press); 1990.

[3] Winkler I. KE, Horvath J., Ceponiene R., Fellman V., Huotilainen M., Naatanen R., Sussman E. Newborn infants can organize the auditory world. PNAS. 2003; 100: 11812-11815.

[4] Hulse SH, MacDougall-Shackleton SA, Wisniewski AB. Auditory scene analysis by songbirds: Stream segregation of birdsong by European starlings (Sturnus vulgaris). Journal of Comparative Psychology. 1997; 111(1): 3-13.

[5] MacDougall-Shackleton SA, Hulse SH, Ball GF. Neural correlates of singing behavior in male zebra finches (Taeniopygia guttata). Journal of Neurobiology. 1998; 36(3): 421-430.

[6] Fishman YI, Reser DH, Arezzo JC, Steinschneider M. Neural correlates of auditory stream segregation in primary auditory cortex of the awake monkey. Hear Res. 2001; 151: 167-187.

[7] Alain C, McDonald, K.L., Ostroff, J.M., and Schneider, B. Age-related changes in detecting a mistuned harmonic. J Acousr Snc Am. 2001; 109(5 Pt 1): 2211-2216.

[8] Divenyi PL, Haupt, K.M. Audiological correlates of speech understanding deficits in elderly listeners with mild-to-moderate hearing loss. I. Age and lateral asymmetry effects. Ear Hear. 1997a; 18(1): 42-61.

[9] Divenyi PL, and Haupt, K.M. Audiological correlates of speech understanding deficits in elderly listeners with mild-to-moderate hearing loss. II. Correlation analysis. Ear Hear. 1997b; 18(2): 100-113.

[10] Divenyi PL, and Haupt, K.M.. Audiological correlates of speech understanding deficits in elderly listeners with mild-to-moderate hearing loss. III. Factor representation. Ear Hear. 1997c; 18(3): 189-201.

[11] Grimault N, Micheyl, C., Carlyon, R.P., Anhaud, P., and Collet, L. Perceptual auditory stream segregation of sequences of complex sounds in subjects with normal and impaired hearing. Br J Audiol. 2001; 35(3): 173-182.

[12] Helenius P, Tarkiainen A, Cornelissen P, Hansen PC, Salmelin R. Dissociation of Normal Feature Analysis and Deficient Processing of Letter-strings in Dyslexic Adults. Cereb Cortex. 1999; 9(5): 476-483.

[13] Sutter ML, Petkov C, Baynes K, O'Connor KN. Auditory scene analysis in dyslexics. Neuroreport. 2000; 11(9): 1967-1971.

[14] Demany L. Auditory stream segregation in infancy. Infant Behav Dev. 1982; 5: 261-276.

[15] Sussman E, Ceponiene R., Shestakova A., Naatanen R.,Winkler I. Auditory stream segregation processes operate similarly in school-aged children and adults. Hearing Research. 2001; 153: 108-114.

[16] Raphael LJ, Borden GJ, Harris KS. Speech Science Primer: Physiology, Acoustics, and Perception of Speech. Sixth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.

[17] Katz J ML, Burkard R, Hood LJ. Handbook of clinical audiology. Lippincott Williams & Wilkins; 2009.

[18] Oxenham AJ. Pitch perception and auditory stream segregation: Implications for hearing loss and cochlear implants. Trends in Amplification. 2008; 12(4): 316-331.

[19] Bernstein JG, Oxenham AJ. The relationship between frequency selectivity and pitch discrimination: Sensorineural hearing loss. Journal of the Acoustical Society of America. 2006b; 120: 3929-3945.

[20] Hillyard SA, Squires KC, Bauer JW, Lindsay PH. Evoked potential correlates of auditory signal detection. Science. 1971; 172: 1357-1360.

[21] Martin BA, Sigal A, Kurtzberg D, Stapells DR. The effects of decreased audibility produced by high-pass noise masking on cortical event-related potentials to speech sounds /ba/ and /da/. Journal of the Acoustical Society of America. 1997; 101: 1585-1599.

[22] Snyder JS, and Alain, C. Age-related changes in neural activity associated with concurrent vowel segregation. Cognitive Brain Research. 2005; 24: 492-499.

[23] Snyder JS, Alain C. Toward a Neurophysiological Theory of Auditory Stream Segregation. Psychological Bulletin 2007; 133(5): 780-99.

[24] Sussman E, Ritter, W., Vaughan, H.G., Jr. Attention affects the organization of auditory input associated with the mismatch negativity system. Brain Res. 1998; 789: 130-138.

[25] Sussman E, Ritter, W., Vaughan, HG Jr. An investigation of the auditory streaming effect using event-related brain potentials. Psychophysiology. 1999; 36: 22-34.

[26] Sussman E, Steinschneider, M. Attention effects on auditory scene analysis in children. Neuropsychologia. 2009; 47(3): 771-785.

[27] Zendel BR, and Alain, C. Concurrent sound segregation is enhanced in musicians. Journal of Cognitive Neuroscience. 2008; 21(8): 1488-1498.

[28] Sommers MS, Humes LE. Auditory filter shapes in normal-hearing, noise-masked normal, and elderly listeners. J Acoust Soc Am. 1993; 93: 2903-2914.

[29] Summers V, Leek MR. F0 processing and the separation of competing speech signals by listeners with normal hearing and with hearing loss. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 1998; 41: 1294-1306.

[30] Courchesne E. Neurophysiological correlates of cognitive development: Changes in long-latency event-related potentials from childhood to adulthood. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 1978; 45: 468-482.

[31] Ponton CW, Don M, Eggermont JJ, Waring MD, Masuda A. Auditory system plasticity in children after long periods of complete deafness. Neuroreport. 1996a; 8: 61-65.

[32] Ponton CW, Don M, Eggermont JJ, Waring MD, Masuda A. Maturation of human cortical auditoryfunction: Differences between normal hearing and cochlear implant children. Ear and Hearing. 1996b; 17: 430-437.

[33] Ponton CW, Eggermont JJ, Kwong B, Don M. Maturation of human central auditory system activity: Evidence from multichannel evoked potentials. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 2000; 111: 220-236.

[34] Tremblay K, Kraus N, McGee T, Ponton C, Otis B. Central Auditory Plasticity: Changes in the N1-P2 Complex after Speech-Sound Training. Ear & Hearing. 2001; 22: 79-90.

[35] Alain C. Speech separation: Further Insights from Recordings of Event-related Brain Potentials in Humans. In: Divenyi P, editor. Speech Separation by Humans and Machines. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers; 2005: 13-31.

[36] Hartmann WM, Johnson D. Stream segregation and peripheral channeling. Music Percept. 1991; 9: 115-184.

[37] Beauvois MW, Meddis R. Computer simulation of auditory stream segregation in alternating-tone sequences. J Acoust Soc Am. 1996; 99: 2270-2280.

[38] McCabe SL, Denham MJ. A model of auditory streaming. J Acoust Soc Am. 1997; 101: 1611.

[39] Moore BCJ. Cochlear Hearing Loss: Physiological, Psychological and Technical Issues. 2 ed. London: John Wiley & Sons; 2007.

[40] Gaudrain E, Grimault N, Healy EW, Béra J-C. Effect of spectral smearing on the perceptual segregation of vowel sequences. Hear Res. 2007; 231: 32-41.