مقایسه فرکانس پایه در کودکان دارای شنوایی عادی و کودکان دچار درجات مختلف افت شنوایی

احسان نادری‌فر[1]، علی قربانی*[2]، نگین مرادی[2]، اکبر بیگلریان[3]

چکیده

مقدمه: شنوایی یکی از حواس مهم در کنترل حلقه بسته و از عوامل تأثیرگذار بر روی صوت می‌باشد؛ چرا که پس‌نورد (Feedback) لازم را برای کنترل صوت فراهم می‌کند. در افراد با افت شنوایی به دلیل عدم برخورداری از چنین پسنوردی، توانایی کنترل حرکتی عضلات مربوط به ساز و کارهای آواسازی و تولید گفتار تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در نتیجه نمی‌توانند فرکانس پایه (Fundamental frequency یا F_0) خود را تنظیم کنند که منجر به کاهش وضوح گفتار در آن‌ها می‌شود. هدف پژوهش حاضر، مقایسه پارامتر آکوستیکی F_0 در کودکان با درجات مختلف افت شنوایی با همتاهای عادی بود.

مواد و روش‌ها: صدای ۲۸ کودک دارای افت شنوایی (متوسط، متوسط تا شدید، شدید و عمیق) و ۲۸ کودک دارای شنوایی عادی در گروه سنی ۷ تا ۹ سال مورد بررسی قرار گرفت. شرکت کنندگان تک زبانه، فارسی زبان بودند. از آزمودنی‌ها خواسته شد که واکه /a/ را سه بار بکشند. میانگین F_0 با استفاده از نرم‌افزار Praat نسخه ۵.۳.۱۳ محاسبه شد. جهت تعیین وجود تفاوت بین میانگین F_0 در گروه‌ها از آزمون One way ANOVA و برای تعیین تفاوت معنی‌دار در گروه‌ها آزمون Post hoc DUNNET استفاده شد.

یافته‌ها: بیش‌ترین و کمترین میزان F_0 به ترتیب در گروه افت شنوایی عمیق و گروه عادی بود. نتایج آزمون ANOVA نشان داد که میانگین F_0 در گروه‌ها متفاوت است ($P = ۰/۰۲۵$) و این تفاوت به لحاظ آماری بین F_0 کودکان دارای افت شنوایی عمیق و گروه شاهد بود ($P = ۰/۰۰۵$).

نتیجه‌گیری: میانگین F_0 با افزایش افت شنوایی، افزایش می‌یابد. این حالت ممکن است به عنوان مکانیزمی برای جبران نبود پس‌نورد شنیداری باشد. آن چه در این پژوهش به دست آمد، نشان می‌دهد که با تشدید افت شنوایی میانگین F_0 افزایش می‌یابد، ولی تعیین مرز بین طبیعی و مرضی بودن صدای نمونه‌های مورد مطالعه نیازمند پژوهش دیگری است.

کلید واژه‌ها: افت شنوایی، فرکانس پایه، آنالیز آکوستیکی

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۵
تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۷

* کارشناس ارشد گفتاردرمانی، عضو هیأت علمی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
Email: ali-ghorbani@tums.ac.ir

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گفتاردرمانی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲- دانشجوی دکتری گفتاردرمانی، عضو هیأت علمی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
۳- دکتری آمار زیستی، عضو هیأت علمی، دانشگاه علوم توان‌بخشی و بهزیستی، تهران، ایران

مقدمه

در برقراری ارتباط کلامی، استفاده از صوت به عنوان یک ویژگی بسیار قدرتمند و مؤثر، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. دستگاه عصبی- عضلانی نقش مهمی در کنترل دقیق آواسازی برای ارتباط مؤثر دارد. کنترل‌های عصب شناختی حلقه بسته (Closed-loop) و حلقه باز (Open-loop) در کنترل بلندی، قابلیت وضوح و زیر و بمی گفتار، به خصوص فرکانس پایه (Fundamental frequency یا F_0) نقش دارند (۱). در واقع F_0 به سرعت ارتعاش چین‌های صوتی طی آواسازی اشاره دارد (۲) و همبسته ادراکی زیر و بمی صدا می‌باشد (۳). F_0 اهمیت زیادی در وضوح گفتار، به خصوص در زبان‌های آهنگین دارد (۴). کنترل F_0 بسیار دقیق و ظریف است و به عملکرد صحیح چندین حلقه کنترلی نیاز دارد. در آواسازی برای حفظ حالت ثابت F_0، ابتدا با استفاده از یک کنترل حلقه باز در سطح از پیش تنظیم شده‌ای، واکه به طور پیوسته کشیده می‌شود. سپس دستگاه حسی، خطا را بین سطح مطلوب و سطح واقعی احساس می‌کند و آن را برای پردازش به مراکز یکپارچه سازی ارسال می‌کند. بعد از پردازش برای جبران خطا، عملکرد دستگاه حرکتی تنظیم می‌شود. سرانجام، کنترل حلقه بسته برای حفظ سطح مطلوب F_0 فعال می‌شود (۱).

شنوایی به عنوان یکی از حواس مهم در کنترل حلقه بسته عمل می‌کند؛ به گونه‌ای که برونده گفتاری از طریق پس‌نورد شنیداری، دوباره به عنوان درونده دریافت می‌شود تا کنترل لازم بر روی آن اعمال گردد (۵). این حس یکی از عوامل بسیار مهم و تأثیرگذار بر روی صوت می‌باشد؛ چرا که پس‌نورد لازم را برای کنترل صوت فراهم می‌کند (۶). پس‌نورد شنیداری هم بر کنترل لحظه به لحظه و هم بر کنترل با تأخیر گفتار تأثیر می‌گذارد و برای کنترل مشخصاتی مانند فرکانس پایه، شدت و کیفیت مهم است (۸، ۷).

با توجه به وجود به نسبت زیاد اختلالات صدا در افراد دارای افت شنوایی، اطلاعاتی عینی که ویژگی‌های آکوستیکی را در گروه‌های دارای درجات مختلف افت شنوایی نشان دهد، محدود است (۹).

افرادی با افت شنوایی به دلیل عدم برخورداری مناسب از پس‌نورد شنیداری، فاقد توانایی کافی برای کنترل حرکتی عضلات مربوط به ساز و کارهای آواسازی و تولید گفتار می‌باشند (۷). در نتیجه توانایی لازم را برای کنترل تولیدات صوتی، سطح فشار زیرچاکنایی، تولید واکه‌ها و همخوان‌های خود ندارند (۱۰) و به دلیل جریان هوا و فشار هوای زیرچاکنایی ناکافی، تلاش و تقلا برای آواسازی در آن‌ها افزایش می‌یابد. افزایش تلاش و تقلا برای آواسازی منجر به مختل شدن ارتعاش چین‌های صوتی و افزایش تنش صوتی برای ایجاد آواسازی می‌شود (۱۱). در نتیجه تنظیم و کنترل فرکانس پایه تحت تأثیر قرار می‌گیرد که منجر به کاهش قابلیت وضوح گفتار (۱۲)، کیفیت صوتی غیر معمول، شکست‌های آواسازی و زیر و بمی یکنواخت در این افراد می‌گردد (۱۳). فرکانس پایه یکی از مهم‌ترین پارامترهای آکوستیکی است که بر کیفیت صدا تأثیر بسیاری می‌گذارد و برای تشخیص صدا توسط شنونده بسیار مهم است (۹). انحراف فرکانس پایه در افراد دارای افت شنوایی، علاوه بر تأثیر بر وضوح گفتار، روی تعاملات اجتماعی آن‌ها نیز تأثیر خواهد گذاشت، به این دلیل که صدای این افراد از دید شنوندگان ناهنجار تلقی می‌شود.

در روند توان‌بخشی افراد دارای افت شنوایی، اغلب تمرکز بر روی تولید می‌باشد و توان‌بخشی عملکرد صوتی نادیده گرفته می‌شود، به همین خاطر بررسی ویژگی‌های آکوستیک از جمله فرکانس پایه دارای اهمیت زیادی می‌باشد.

در مطالعات مختلف توافق کلی بر این موضوع وجود دارد که برخی از مشخصات صوتی افراد با افت شنوایی متفاوت از افراد با شنوایی عادی است (۶). تفاوت در فرکانس پایه افراد دارای افت شنوایی در مطالعات متعددی بیان شده است. برای مثال در مطالعه‌ای که Angelocci و همکاران بر روی پسرهای نوجوان ۱۱ تا ۱۴ ساله (سالم و دارای افت شنوایی عمیق) انجام دادند، به این نتیجه دست یافتند که افراد دارای افت شنوایی مادرزادی نسبت به گویندگان دارای شنوایی

www.mui.ac.ir

عادی، F_0 بالاتری در واکه‌های مختلف دارند (۷). در مطالعه‌ای که Giusti و همکاران بر روی ۶۴ کودک دارای افت شنوایی عمیق و شدید و ۹۰ کودک دارای شنوایی عادی در محدوده سنی ۶ تا ۱۳ سال انجام دادند، به نتایجی مشابهی دست یافتند و عنوان کردند که فرکانس پایه در کودکان ناشنوا بالاتر از کودکان دارای شنوایی عادی است (۹). همچنین Thornton (۱۴) و Meckfessel (۱۵) گزارش کردند که فرکانس پایه گویندگان ۷ و ۸ ساله با افت شنوایی، بالاتر از گویندگان دارای شنوایی عادی است. Martony به اندازه‌گیری F_0 در ۲۲ کودک سخت شنوا در قالب کلمات تک سیلابی پرداخت. او عنوان کرد که این کودکان هم در میانگین F_0 و هم در تغییرات F_0 متفاوت با کودکان دارای شنوایی عادی هستند (۱۳). برخی دیگر از محققان این میزان را برای پسران، مشابه با گروه دارای شنوایی عادی و برای دختران بالاتر از گروه دارای شنوایی عادی گزارش کرده‌اند (۱۶).

همچنین میزان فرکانس پایه در برخی از مطالعات برابر یا کمتر از گویندگان دارای شنوایی عادی گزارش شده است (۲۰-۱۷، ۱۱). Osberger و Mcgarr با بررسی تعدادی از مطالعات به این نتیجه رسیدند که بین فرکانس پایه کودکان دارای افت شنوایی و کودکان دارای شنوایی عادی در محدوده سنی ۶ تا ۱۲ سال تفاوتی وجود ندارد (۲۰). همچنین Boone اشاره می‌کند که کودکان دارای افت شنوایی در سنین ۷ تا ۸ سالگی، فرکانس پایه مشابهی با کودکان دارای شنوایی عادی دارند، اما برخلاف کودکان عادی، با بالا رفتن سن کاهش فرکانس پایه در آن‌ها رخ نمی‌دهد (۱۷).

در مطالعات مختلف در ارتباط با فرکانس پایه در افراد دارای افت شنوایی، اغلب گروه‌های داری افت شنوایی شدید و عمیق مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و مطالعه‌ای که فرکانس پایه گروه‌های دارای افت شنوایی مختلف را با گروه شاهد مقایسه نماید، یافت نشد. با توجه به اهمیت فرکانس پایه و نقش آن در تعیین کیفیت صوت و وضوح گفتار، در پژوهش حاضر تلاش شد که فرکانس پایه کودکان دارای شنوایی عادی با گروه‌های دارای درجات مختلف افت شنوایی مقایسه شود تا اطلاعات جامعی در مورد این ویژگی آکوستیکی در گروه‌های دارای افت شنوایی مختلف فراهم شود.

یافته‌های به دست آمده از پژوهش حاضر نگرش و دید ارزشمندی برای ارزیابی و راهبردهای مؤثری برای توان‌بخشی صدا، متناسب با شدت افت شنوایی به دست می‌دهد. همچنین می‌تواند به ارزیابی سریع و دقیق، تشخیص صحیح، تصمیم‌گیری‌های بالینی مناسب و بررسی روند درمان برای افراد دارای افت شنوایی کمک کند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش کاربردی و توصیفی- تحلیلی، به صورت مقطعی و غیر مداخله‌ای انجام شد. ۵۶ کودک ۷ تا ۹ ساله به صورت غیر احتمالی ساده از میان آزمودنی‌های در دسترس مورد بررسی قرار گرفتند. این گروه سنی به چند دلیل از جمله حذف اثر جنس بر ویژگی‌های صدا در این سن، داشتن سواد جهت خواندن تکلیف آزمون و حذف اثر بلوغ انتخاب شدند.

تعداد نمونه با استفاده از فرمول آماری که در زیر آمده است و با واریانس مشترک ۱۴۸ و میزان خطای ۱۳۷/۹۳ مطابق با مطالعه داخلی محاسبه گردید.

$$n1 = n2 = \frac{2(Z1-\propto/2 + Z1 - \beta)^2 * S^2}{d^2}$$

حجم نمونه برای هر یک از گروه‌های موجود در آزمایش حداقل ۷ نمونه به دست آمد.

۲۸ کودک با درجات مختلف افت شنوایی با شروع قبل از سنین زبان‌آموزی، از مدارس ابتدایی دخترانه و پسرانه شهر تهران انتخاب شدند. کودکان همگی دارای افت شنوایی در هر دو گوش بودند و از سمعک استفاده می‌کردند. حساسیت شنوایی آن‌ها بر اساس ارزیابی با تون خالص در فرکانس‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز مورد بررسی قرار گرفت. افراد دارای افت شنوایی متوسط با میانگین آستانه شنوایی بین ۵۵-۲۵ dB (۷ نفر)، افراد دارای افت شنوایی متوسط تا شدید با میانگین آستانه شنوایی بین ۷۰-۵۶ dB (۷ نفر)، افراد دارای افت شنوایی شدید با میانگین آستانه شنوایی بین ۹۰-۷۱ dB

www.mui.ac.ir

(۷ نفر) و افراد دارای افت شنوایی عمیق با آستانه بیش از ۹۰ dB (۷ نفر) انتخاب شدند.

۲۸ کودک ۷ تا ۹ ساله با شنوایی عادی که از نظر سن و جنس با نمونه‌های دارای افت شنوایی همسان بودند و هیچ گونه اختلال رشدی نداشتند، از مدارس دخترانه و پسرانه شهر تهران و در نیمه دوم سال تحصیلی در مقطع ابتدایی مورد بررسی قرار گرفتند.

شرایط ورود به مطالعه برای هر دو گروه آزمودنی، نبود هر گونه مشکلی از قبیل بیماری‌های عصبی- عضلانی (به عنوان مثال گفتارفلجی، کنش پریشی و ...)، مشکلات ذهنی، مشکلات فکی- دندانی شدید و مشکلات و محدودیت در حرکات زبان بود.

ابتدا رضایت و موافقت والدین آزمودنی‌ها جلب شد و آزمودنی‌ها اختیار داشتند که هر زمان خواستند از ادامه همکاری خودداری کنند. پس از انتخاب کودکان واجد شرایط، داده‌ها با استفاده از میکروفن کندانسور کاردیویید (AKG C410, A Harman international company, Vienna/ Austria) با پاسخ فرکانسی ۵۰ Hz تا ۲۰ kHz که در فاصله ۵ سانتی‌متری از دهان آزمودنی‌ها قرار داده شد و با استفاده از کارت صوتی اکسترنال (US-122mkII, TASCAM, TEAC America, INC Montebello, California, U.S.A) با سرعت نمونه‌برداری ۴۴/۱ kHz در یک محیط آرام و دور از سر و صدا جمع‌آوری شد. قبل از ضبط نمونه‌های گفتاری، تکلیف توسط آزمونگر برای آزمودنی‌ها توضیح و به طور عملی نشان داده شد. سپس از آزمودنی‌ها خواسته شد که صدای /a/ را که به صورت نوشتاری در مقابل و در محدوده دید آن‌ها قرار گرفت، به مدت ۳ ثانیه به شکل پیوسته بکشند. به منظور افزایش دقت و حذف اثر تغییرپذیری احتمالی، از سه بار کشش صدای /a/ استفاده شد.

صدای آزمودنی‌ها حین تولید واکه ممتد ضبط شد. به منظور پایش نوفه محیط، شروع ضبط دو ثانیه قبل از کشیدن واکه /a/ توسط آزمودنی‌ها انجام شد. جهت ثبت فرکانس پایه، پس از انتقال فایل‌های صوتی به نرم‌افزار Praat (نرم‌افزاری برای آنالیز گفتار) نسخه ۵.۳.۱۳ (Paul Boersma and David Weenink, Amsterdam, the Netherlands) (۲۱)، و حذف ۰/۱ ثانیه از Onset و Offset هر سیگنال، میانگین فرکانس پایه سه بار کشش واکه /a/ برای هر آزمودنی با استفاده از منوی Voice report ثبت شد.

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری $SPSS_{16}$ (IBM corporation) صورت گرفت. با توجه به نرمال بودن توزیع در گروه‌های مختلف که به وسیله تست Shapiro–Wilk تأیید شده بود، برای تعیین وجود تفاوت بین میانگین فرکانس پایه در گروه‌های مختلف از آزمون ANOVA استفاده شد. سپس برای تعیین تفاوت معنی‌دار در گروه‌ها، آزمون Post hoc DUNNET مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها

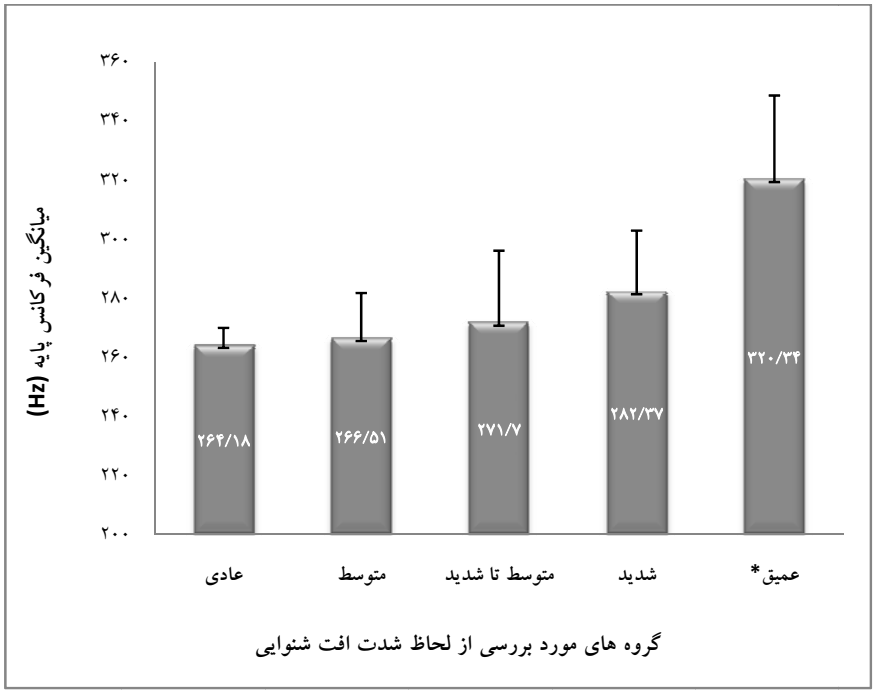
نتایج حاصل از آنالیز آکوستیکی شامل میانگین و انحراف معیار فرکانس پایه برای گروه شاهد و گروه‌های دارای افت شنوایی مختلف نشان داد که میانگین F_0 برای گروه شاهد ۲۶۴/۱۸ Hz و به ترتیب برای گروه‌های دارای افت شنوایی متوسط، متوسط تا شدید، شدید و عمیق برابر با ۲۶۶/۵۱ Hz، ۲۷۱/۷۰ Hz، ۲۸۲/۳۷ Hz و ۳۲۰/۳۴ Hz می‌باشد (نمودار ۱).

نتایج حاصل از تست DUNNET نشان داد که تنها بین گروه شاهد و گروه دارای افت شنوایی عمیق از نظر میزان F0 تفاوت معنی‌دار (P = ۰/۰۰۵) وجود دارد. سایر گروه‌های دارای افت شنوایی تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشتند (توان آزمون برابر ۰/۹۹۹ به دست آمد).

بحث

در این پژوهش آنالیز آکوستیکی صدا در کودکان دارای افت شنوایی، تفاوت‌هایی را در میزان فرکانس پایه در مقایسه با کودکان دارای شنوایی عادی نشان داد، که می‌تواند راهنمایی برای ارزیابی‌های ادراکی- شنیداری توسط آسیب‌شناسان گفتار و زبان باشد.

مطالعات در مورد فرکانس پایه کودکان دارای افت شنوایی



نمودار ۱. مقایسه فرکانس پایه گروه شاهد و گروه‌های دارای درجات مختلف افت شنوایی

* تنها در گروه دارای افت شنوایی عمیق تفاوت معنی‌دار با گروه دارای شنوایی عادی دیده شد.

نتایج مختلفی را بیان کرد. برخی از مطالعات نشان داد که فرکانس پایه در کودکان دارای افت شنوایی با کودکان دارای شنوایی عادی تفاوت معنی‌داری ندارد (۲۰-۱۷، ۱۱). نتایج حاصل از این مطالعه برای گروه‌های دارای افت شنوایی متوسط، متوسط تا شدید و شدید همسو با این مطالعات بود. اگر چه در هر سه گروه میانگین فرکانس پایه بالاتر از گروه دارای شنوایی عادی بود، اما به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین این گروه‌ها وجود نداشت. یک علت که برای این یافته می‌توان بیان کرد، این است که این گروه‌ها به خاطر وجود مقداری شنوایی، فرصت استفاده از علایم شنیداری و پس‌نورد شنیداری را داشته‌اند و به همین جهت در تنظیم فرکانس پایه عملکردی نزدیک به کودکان دارای شنوایی عادی دارند. دلیل دیگر می‌تواند به نوع ارتباط و آموزش‌هایی که این کودکان دریافت می‌کنند، مرتبط باشد. این کودکان مقداری شنوایی دارند و آموزش‌هایی که دریافت می‌کنند، بیشتر بر پایه ارتباط شفاهی بوده است و از زبان اشاره برای آموزش آن‌ها کمتر استفاده شده است. همچنین این کودکان شاید در محیط‌های آموزشی سعی می‌کنند از ارتباط شفاهی بیشتر از زبان اشاره استفاده کنند و تأکید بر ارتباط شفاهی و به دنبال آن پس‌نورد شنیداری، ممکن است دلیلی دیگر برای عدم تفاوت معنی‌دار این گروه‌ها با گروه دارای شنوایی عادی باشد (۱۸).

تنها تفاوت معنی‌دار بین میانگین فرکانس پایه در گروه دارای افت شنوایی عمیق و گروه دارای شنوایی عادی ملاحظه شد، که با مطالعاتی که میزان فرکانس پایه را برای گروه دارای افت شنوایی عمیق، بالاتر از گروه دارای شنوایی عادی عنوان کرده بود، همسو بود (۱۶-۱۳، ۹، ۷). بالا بودن معنی‌دار F_0 در افراد افت شنوایی عمیق در مقایسه با افراد دارای شنوایی طبیعی، ممکن است به عنوان مکانیزمی برای بهبود پس‌نورد شنیداری، بهبود بازبینی شنوایی و تسهیل تشخیص صدای خود توسط این افراد باشد. علاوه بر این، استفاده از F_0 بالاتر توسط این افراد می‌تواند منعکس کننده کنترل حنجره‌ای ضعیف، بالا قرار گرفتن حنجره، تلاش

آواسازی و ناتوانی برای کنترل تنش (Tension) چین‌های صوتی و فشار زیرچاکنایی باشد (۲۳، ۲۲، ۱۱).

به طور کلی می‌توان بالا بودن میانگین فرکانس پایه را در گروه‌های دارای درجات مختلف افت شنوایی در مقایسه با گروه دارای شنوایی عادی به فقدان حس شنوایی و عدم وجود پس‌نورد شنیداری کافی نسبت داد، که بر روی ویژگی‌های صدای آن‌ها از جمله فرکانس پایه تأثیر می‌گذارد. اما از آن جا که در گروه دارای افت شنوایی عمیق، فرد قادر به شنیدن صداهای گفتار نمی‌باشد، در نتیجه می‌توان گفت افزایش معنی‌دار فرکانس پایه در این گروه به عنوان راهی جبرانی برای ایجاد پس‌نورد کینستزیا و لمسی می‌باشد (۲۴) و به همین خاطر منجر به وجود تفاوت معنی‌دار با گروه دارای شنوایی عادی می‌شود.

نتایج این مطالعه نشان داد که در حوزه تحقیقاتی و بالینی فرکانس پایه تنها قادر به تمایز بین گروه دارای افت شنوایی عمیق از گروه دارای شنوایی عادی است و جهت تمایز سایر گروه‌ها پارامتر مناسبی نمی‌باشد. این نتیجه مقدمه‌ای جهت بررسی نقش سایر پارامترهای آکوستیک در تمایزدهی گروه‌های دچار افت شنوایی و روشن شدن هر چه بیشتر ماهیت کم شنوایی و نقش فیدبک شنوایی در تولید گفتار است.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که میزان F_0 در تمام گروه‌های دارای افت شنوایی بالاتر از گروه دارای شنوایی عادی بود. این تفاوت‌ها تنها در گروه دارای افت شنوایی عمیق دارای تفاوت معنی‌دار بود و در سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، ولی تفاوت فرکانس پایه بین گروه‌ها متناسب با افزایش افت شنوایی مشاهده شد. به نوعی که کمترین آن در کودکان با شنوایی عادی و بالاترین آن در کودکان با افت شنوایی عمیق بود. بررسی بالینی تفاوت بین F_0 در این گروه‌ها نیازمند مطالعه دیگری است، تا ارزش پاتولوژیک یا عادی بودن آن در گروه‌ها مشخص شود.

پیشنهادها

به نظر می‌رسد ممکن است سایر متغیرهای آکوستیکی توانایی تمایزدهندگی بهتری بین گروه‌های دارای افت شنوایی و گروه دارای شنوایی عادی داشته باشند و بهتر بتوانند تفاوت‌ها را نشان دهند. به همین خاطر توانایی تمایزدهندگی سایر متغیرهای آکوستیک از جمله سازه اول و دوم و نسبت سازه اول به دوم، در گروه‌های مختلف دارای افت شنوایی در مطالعات آینده باید مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی صمیمانه خود را از والدین و کودکان دارای افت شنوایی و عادی که در این پژوهش شرکت نمودند و نیز آموزش و پرورش شهر تهران، مدارس استثنایی و تمامی عزیزانی که در این پژوهش همکاری کردند، ابراز می‌دارد.

References

1. Lee GS, Lin SH. Changes of rhythm of vocal fundamental frequency in sensorineural hearing loss and in Parkinson's disease. Chin J Physiol 2009; 52(6): 446-50.
2. Wang CC, Huang HT. Voice acoustic analysis of normal Taiwanese adults. J Chin Med Assoc 2004; 67(4): 179-84.
3. Torre P, III, Barlow JA. Age-related changes in acoustic characteristics of adult speech. J Commun Disord 2009; 42(5): 324-33.
4. Kuo YC, Rosen S, Faulkner A. Acoustic cues to tonal contrasts in Mandarin: implications for cochlear implants. J Acoust Soc Am 2008; 123(5): 2815.
5. Webb WG, Adler RK, Love RJ. Neurology for the speech-language pathologist. Philadelphia, PA: Mosby/Elsevier; 2007.
6. Lejska M. Voice field measurements-a new method of examination: the influence of hearing on the human voice. J Voice 2004; 18(2): 209-15.

7. Angelocci AA, Kopp GA, Holbrook A. The Vowel Formants of Deaf And Normal-Hearing El. J Speech Hear Disord 1964; 29(2): 156-60.
8. Siegel GM, Pick HL. Auditory feedback in the regulation of voice. J Acoust Soc Am 1974; 56(5): 1618-24.
9. Giusti MC, Padovani M, Behlau M, Granato L. The Voice of Hearing Impaired Children. Braz J Otorhinolaryngol 2001; 67: 29-35.
10. Poissant SF, Peters KA, Robb MP. Acoustic and perceptual appraisal of speech production in pediatric cochlear implant users. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2006; 70(7): 1195-203.
11. Monsen RB, Engebretson AM, Vemula NR. Some effects of deafness on the generation of voice. J Acoust Soc Am 1979; 66(6): 1680-90.
12. Boothroyd A, Decker M. Control of voice pitch by the deaf. An experiment using a visible pitch device. Audiology 1972; 11(5): 343-53.
13. Martony J. On the correction of the voice pitch level for severely hard of hearing subjects. Am Ann Deaf 1968; 113(2): 195-202.
14. Thornton A. Spectrographic comparison of connected speech of deaf subjects and hearing subjects. Kansas, KS: University of Kansas; 1964.
15. Meckfessel AL. A Comparison between Vocal Characteristics of Deaf and Normal Hearing Individuals. Kansas, KS: University of Kansas; 1964.
16. Green DS. Fundamental frequency characteristics of the speech of profoundly deaf individuals. West Lafayette: Purdue University; 1956.
17. Boone DR. Modification of the voices, of deaf children. Volta Rev 1966; 68: 686-92.
18. Gilbert HR, Campbell MI. Speaking fundamental frequency in three groups of hearing-impaired individuals. J Commun Disord 1980; 13(3): 195-205.
19. Ryalls J, Larouche A. Acoustic integrity of speech production in children with moderate and severe hearing impairment. J Speech Hear Res 1992; 35(1): 88-95.
20. Osberger MJ, Mcgarr N. Speech production characteristics of the hearing impaired. In: Lass NJ, Editor. Speech and Language: Advances in Basic Research and Practice. New York, NY: Academic Press; 1982. p. 221-83.
21. Boersma P, Weenik D. Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 5.3.13 [Online]. 2010 [cited 2010 Apr 11]; Available from: URL: http://www.praat.org/
22. Horii Y. Some voice fundamental frequency characteristics of oral reading and spontaneous speech by hard-of-hearing young women. J Speech Hear Res 1982; 25(4): 608-10.
23. Monsen RB. The oral speech intelligibility of hearing-impaired talkers. J Speech Hear Disord 1983; 48(3): 286-96.
24. Iyer SN, Oller DK. Fundamental frequency development in typically developing infants and infants with severe-to-profound hearing loss. Clin Linguist Phon 2008; 22(12): 917-36.

www.mui.ac.ir

Comparison of fundamental frequency in normal-hearing children and children with various severities of hearing loss

Ehsan Naderifar[1], Ali Ghorbani[*], Negin Moradi[2], Akbar Biglarian[3]

Received date: 04/05/2012
Accept date: 27/06/2012

Abstract

Introduction: Hearing is considered as an important sense in closed-loop control and is one of the crucial factors affecting voice production due to its role in providing the required feedback for voice control. In the absence of auditory feedback, as in individuals with hearing loss, the motor control for the muscles associated with phonation and speech production is negatively affected. As a result, these subjects are not able to regulate their fundamental frequency, which in return leads to impaired speech intelligibility. The purpose of this study was to compare the acoustic parameter F0 in children with different degrees of hearing loss with the same parameter in their normal peers.

Materials and Methods: The voice samples of 28 children with hearing loss (moderate, moderate to severe, severe and profound) and 28 normal hearing children with the age range of 7 to 9 years were recorded. All participants were monolingual speakers of Farsi. The examinees were asked to produce the vowel /a/ for 3 times. The average F0 was calculated for each examinee using PRAAT software (version 5.3.13). One-way ANOVA test was conducted to examine the differences in F_0 values across different groups and the post-hoc Dunnett's test was employed for evaluating the statistical significance of the differences observed.

Results: The highest and lowest values of F0 belonged to the subjects with profound hearing loss and those with normal hearing, respectively. Results of ANOVA test revealed that the mean values of F_0 were different in the studied groups ($P = 0.025$) and these differences were statistically significant between children with profound hearing loss and the control group ($P = 0.005$).

Conclusion: The mean value of F_0 increases as the severity of hearing loss increase. This condition might be explained as a mechanism for compensating the lack of auditory feedback. The findings of the current research indicate that the more severe the hearing loss, the more average F_0 would be expected; but further research is required to delineate a cut-off point between the normal and disease-induced voice samples.

Keywords: Hearing loss, Fundamental frequency, Acoustic analysis
Type of article: Original article

* MSc in Speech Therapy, Academic Member, School of Rehabilitation Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran Email: ali-ghorbani@tums.ac.ir
1. MSc Student in Speech Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. PhD Student in Speech Therapy, Academic Member, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
3. PhD in Biostatics, Academic Member, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran