بررسی برخی شاخص‌های آکوستیکی صوت کودکان مبتلا به کم‌شنوایی شدید تا عمیق ۶ تا ۱۱ سال

علی محمدزاده*، سیده زینب نورالدینی[۱]، مجید اشرفی[۲]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: عامل اساسی تأثیرگذار بر تولید صدای انسان شنوایی است. برخورداری از سیستم شنوایی سالم و نیز فیدبک شنیداری هنجار می‌تواند جنبه‌های مهمی از گفتار شامل صوت، و تولید آواهای گفتاری را کنترل کرده و فرد از این طریق قادر است اشتباهات خود را تصحیح کند. هنجار بودن شاخص‌های صوتی تا حد زیادی به عملکرد سیستم شنیداری وابسته است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت مقطعی- مقایسه‌ای روی۲۷کودک کم شنوای شدید تا عمیق و ۲۷ کودک با شنوایی هنجار در محدوده سنی۶ تا ۱۱ سال که از نظر سن و جنس همسان بودند، به روش نمونه‌گیری غیر احتمالی در مدرسه باغچه‌بان و مدارس منطقه ۲ تهران انجام شد. پس از انجام آزمون‌های شنوایی، شاخص‌های صوتی کودکان شامل فرکانس پایه، تغییرات فرکانس، تغییرات شدت، آشفتگی در زیر و بمی صوت، آشفتگی در شدت صوت و نسبت نویز به هارمونیک آنالیز شد. کلیه داده‌های کمّی حاصله با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های t-test و Pearson Correlation انجام شدند.

یافته‌ها: در کودکان کم‌شنوا شاخص‌های فرکانس پایه صوت، محدوده بالای فرکانس پایه و تغییرات در دامنه شدت صوت بیش از گروه هنجار بود و تفاوت معنی‌داری یافت گردید. با اینکه شاخص‌های آشفتگی در فرکانس و شدت صوت، درصد تغییرات فرکانس پایه و نسبت نویز به هارمونیک صوت کودکان کم‌شنوا از کودکان با شنوایی هنجار بیشتر بود تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بین متغیر آشفتگی در فرکانس پایه صوت و فاصله بین آستانه‌های فرکانس ۵۰۰ هرتز تا ۲۰۰۰ هرتز همبستگی معنی‌داری یافت شد.

نتیجه‌گیری: نقص در سیستم شنوایی در سطح شدید تا عمیق به دلیل کاهش فیدبک مناسب صوتی بر شاخص‌های آکوستیکی صوت کودکان تأثیر می‌گذارد، مهم‌ترین شاخص‌هایی که دچار تغییر می‌شوند فرکانس پایه صوت و دامنه شدت صوت می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: شاخص‌های آکوستیکی صوت، کودکان کم‌شنوا، کاهش شنوایی شدید تا عمیق

ارجاع: محمدزاده علی، نورالدینی سیده زینب، اشرفی مجید. **بررسی برخی شاخص‌های آکوستیکی صوت کودکان مبتلا به کم‌شنوایی شدید تا عمیق ۶ تا ۱۱ سال.** . پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۲؛ ۹ (۶): ۱۰۱۹-۱۰۲۸.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۲ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۶/۱**

* عضو هیأت علمی،گروه گفتاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. تهران، ایران. (نویسنده مسؤول)
Email: almedzade@gmail.com

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه رشته شنوایی‌شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. تهران، ایران
۲. عضو هیأت علمی ، گروه شنوایی‌شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. تهران، ایران

مقدمه

در ارتباطات انسانی نقش گفتار و انتقال اطلاعات از طریق اصوات برهمگان مشخص است و آنچه در این ارتباط دارای اهمیت می‌باشد تولید صداهای گفتاری و شنیدن این اصوات است. حنجره و تارهای صوتی به عنوان منبع صوتی، در انسان، گفتار را قابل شنیدن می‌سازد (۱) . بی‌تردید یکی از نعمت‌های گرانقدر الهی ارتباط کلامی است. ازجمله نشانه‌ها و معیارهای سنجش میزان هوش، مهارت برقراری روابط اجتماعی، اعتماد به نفس، احساس و نگرش، مسئولیت‌پذیری، قدرت یادگیری، استدلال منطقی، انتقال معلومات، اخلاق و ادب و هنر فرد، سخن گفتن و مهارت کلامی است. عامل اساسی تأثیرگذار بر تولید صوت انسان، شنوایی است که فیدبک ضروری برای کنترل گفتار را تولید می‌کند (۲). نقص شنوایی معلولیتی است که در اثر ایجاد اختلال یا ضایعات در سیستم شنوایی بوجود می‌آید. نقص شنوایی از موانع بزرگی است که بر سر راه رشد طبیعی زبان و گفتار قرار دارد. نقص در سیستم شنوایی می‌تواند تأثیرات مخربی بر رشد و تکامل کودک داشته باشد. ارتباط کلامی کاملاً وابسته به عملکرد صحیح اندام‌های تولیدکننده صوت و گفتار می‌باشد برخی ویژگی‌های صوتی افراد کم‌شنوا با افراد دارای شنوایی هنجار تفاوت دارد. پس از انجام کاشت حلزون شنوایی کیفیت صوت رو به بهبود می‌گذارد (۳). برخورداری از سیستم شنوایی سالم و نیز فیدبک شنیداری هنجار می‌تواند جنبه‌های مهمی از گفتار شامل، صوت، و تولید آواهای گفتاری را کنترل کرده و فرد از این طریق قادر است اشتباهات خود را تصحیح کند. هنجار بودن ویژگی‌های آکوستیک صوت تا حد زیادی به عملکرد سیستم شنیداری وابسته است (۴) . نقص در سیستم شنیداری می‌تواند فیدبک شنیداری مناسب را مختل کرده و در نتیجه کنترل بر روی صوت را در زمان تولید گفتار کاهش دهد. این فیدبک بصورت لحظه‌ای تولید صوت و گفتار را تحت تأثیر قرارداده و بر روی شاخص‌هایی مانند فرکانس پایه F0: Fundamental Frequency ، شدت، کیفیت صدا و عوامل زبر زنجیری اثر می‌گذارد (۷-۵). برای اینکه گفتار طبیعی تلقی شود باید دارای ویژگی‌هایی همچون محتوی، صوت هنجار، تولید مناسب و رعایت الگوهای زمانی در محدوده طبیعی باشد تا شنونده قادر به درک مفاهیم و در نهایت مقصود گوینده شود(۸). برخی از ویژگی‌های صوتی کودکان مبتلا به نقص شنوایی با افراد دارای شنوایی هنجار تفاوت دارد به طوری‌که غالباً این افراد در مکالمات خود از فرکانس پایه بالاتری استفاده می‌کنند و زیر و بمی صوت آن‌ها حالت یکنواختی دارد (۹). این مطالب در کودکان کم‌شنوای شدید مادرزادی نیز به طور واضحی مشاهده شده است (۱۱و۱۰). ناهنجاری در کیفیت صوت، افزایش قابل ملاحظه در فرکانس پایه و تغییرات زیاد فرکانس پایه از جمله یافته‌های حاصل از بررسی صوت کودکان کم‌شنوای شدید تا عمیق است که توسط Giusti و همکارانش انجام شد (۱۱). Stratton در مطالعه خود بر روی ۱۲ کودک کم‌شنوای شدید تا عمیق مشاهده کرد که این کودکان قادر به کنترل فرکانس پایه صدای خود در هنگام تولید گفتار و بیان جملات نبودند (۱۲). Monsen نیز شکست‌های صوتی، دو صدایی و نامنظمی در فرکانس پایه، شدت صوت و فشار تحت چاکنایی را در افراد مبتلا به نقص شنوایی را گزارش نموده است (۱۳) . اندازه‌گیری مقادیر آشفتگی در شدت صوت Shimmer: Amplitude Perturbation و آشفتگی در زیر و بمی صوت Jitter: Frequency Perturbation در کودکان کم شنوا نشان داد که این مقادیر بطور معنی‌داری در کودکان کم‌شنوا بیشتر از کودکان دارای شنوایی هنجار می‌باشد (۱۴). نتایج حاصله از مطالعه محمدی و همکارانش با عنوان تأثیر کاهش شنوایی بر پارامترهای آکوستیکی صدای کودکان نشان می‌دهد که میانگین آشفتگی در شدت صدای کودکان کم‌شنوا بیشتر از کودکان با شنوایی طبیعی است، زیرا کودکان کم‌شنوا فشار زیادی بر حنجره خود وارد می‌کنند(۱۵). Cerci و همکارانش با بررسی اثر کاشت حلزون بر رشد صوت به این نتیجه رسیدند که انجام عمل کاشت حلزون به صورت زود هنگام و استفاده طولانی از کاشت حلزون بهبود صوت، گفتار

و زبان را به دنبال دارد (۱۶). نتایج مطالعه کسبی با عنوان تأثیر کم‌شنوایی بر ویژگی‌های صوتی کودکان نشان می‌دهد که فرکانس پایه، مدت زمان سکوت و میزان تغییرات در فرکانس پایه vF0: Fundamental Frequency Variation صوت کودکان کم‌شنوا بیشتر و مدت زمان صداسازی و کیفیت تماس تارآواها در آن‌ها کمتر از همتایان طبیعی خود می‌باشد (۱۷). از طرف دیگر برخی محققین نیز اظهار داشتند که در مطالعات خود تغییرات معنی‌داری را در زمینه فرکانس پایه کودکان کم‌شنوا و کودکان با شنوایی هنجار پیدا نکردند (۱۸). وجود برخی تناقض‌ها در مطالعات انجام شده قبلی در مورد اینکه نقص شنوایی شدید تا چه حد بر روی صوت مبتلایان تأثیرگذار است و اینکه کدامیک از شاخص‌های صوتی بیشتر تحت تأثیر کم‌شنوایی قرار می‌گیرند از جمله مواردی است که این مطالعه بر آن تأکید دارد، همچنین برای کسب اطلاعات دقیق‌تر از تجهیزات پیشرفته آنالیز آکوستیک استفاده شد. ارزیابی به موقع میزان شنوایی در افراد مختلف بخصوص کودکان از اهمیت بسیاری برخوردار است و با تشخیص زود هنگام آن می‌توان از عوارض بعدی مخصوصاً اختلال در درک و تولید گفتار و صوت پیشگیری کرد. با نزدیک شدن به دوران بلوغ و رشد حنجره و تارهای صوتی، صوت کودکان نیز دچار تغییر می‌شود و توجه به اختلالات صوتی در این دوره با استفاده از آنالیز شاخص‌های صوتی و اقدامات درمانی مناسب قبل از شروع دوران بلوغ جهت بهبود صوت کودکان مخصوصاً مبتلایان به نقص شنوایی به نظر می‌رسد که دارای اهمیت زیادی می‌باشد. نتایج این تحقیق در زمینه برنامه‌ریزی روند تربیت شنیداری و استفاده مناسب‌تر از روش‌های صوت درمانی برای درمان به موقع اختلالات صوتی کودکان مبتلا به کم‌شنوایی شدید تا عمیق و همین‌طور به کارگیری بهتر و تنظیمات دقیق‌تر تجهیزات کمک شنیداری آن‌ها متناسب با فرکانس پایه می‌تواند مؤثر باشد. همچنین شیب اودیوگرام کم‌شنوایان با برخی شاخص‌های صوتی به عنوان یک پارامتر مورد بررسی قرار گرفت تا رابطه میان آن‌ها مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی- مقایسه‌ای می‌باشد. نمونه‌های مورد مطالعه با روش نمونه‌گیری غیر احتمالی و در دسترس شامل ۲۷ کودک کم‌شنوای شدید تا عمیق با محدوده سنی۶ تا ۱۱ سال، در مدرسه باغچه‌بان و۲۷ کودک در همان محدوده سنی با شنوایی هنجار در دو دبستان از آموزش و پرورش منطقه ۲ شهر تهران انجام شد. گروه کودکان کم‌شنوا همگی دارای نقص شنوایی حسی عصبی در هر دو گوش بوده و از محدوده سنی دو سالگی تا زمان انجام طرح از سمعک استفاده مداوم داشته‌اند. تمامی کودکان با شنوایی هنجار جهت شرکت در مطالعه ابتدا توسط آسیب‌شناس گفتار از نظر وجود اختلال صوتی _ تشدیدی و نقائص آناتومیک مجرای صوتی مورد ارزیابی قرار گرفتند و از طریق بررسی پرونده بهداشتی هر کودک در مدرسه و مصاحبه با والدین، وضعیت سلامت و بیماری‌های احتمالی آن‌ها بررسی گردید و در صورت عدم وجود عوامل مداخله‌گر در مطالعه شرکت داده شدند. عوامل مداخله‌کننده‌ای که می‌توانست بر روی صوت کودکان تأثیرگذار باشد مانند بیماری‌های تنفسی فوقانی، بیماری‌های عصبی_عضلانی، تصادفات وضربه‌های وارده به سر و گردن، سابقه جراحی در ناحیه سرو گردن، نقص آناتومیک درمجرای صوتی، بیماری‌های سیستمیک، کم‌کاری تیروئید، نقائص ذهنی، مصرف داروهای مؤثر بر شنوایی و صوت، عدم تمایل به همکاری و عدم توانایی در انجام هر یک از مراحل آزمون‌ها به عنوان موارد خروج از مطالعه در نظر گرفته شدند. برای آستانه‌گیری حساسیت شنوایی از دستگاه ادیومتر مدل OB822 ساخت شرکت Madsen کشور دانمارک و برای بررسی عملکرد گوش میانی از دستگاه تمپانومتر مدل AZ22 ساخت شرکت Interacoustic کشور دانمارک استفاده شد، همچنین آنالیز آکوستیک صوت (شاخص‌های اصلی صوت که کیفیت و کمیت صوت بیشتر به آن‌ها بستگی دارد) شامل شاخص‌های فرکانس پایه، تغییرات فرکانس، تغییرات شدت، آشفتگی در زیر و بمی صوت، آشفتگی در شدت صوت و نسبت نویز به هارمونیک نمونه‌های

مورد مطالعه با استفاده از دستگاه آنالیز صوت انجام شد. ابتدا مراحل انجام آزمون‌ها برای آزمون‌شونده توضیح داده شد و فرم اطلاعات فردی و رضایت‌نامه توسط والدین کودکان تکمیل شد و اطلاعات فردی به صورت محرمانه حفظ گردید، سپس اتوسکوپی، تمپانومتری و ادیومتری تون خالص در فرکانس‌های ۲۵۰ هرتز تا ۸ کیلوهرتز انجام گردید و نتایج بر روی ادیوگرام و تمپانوگرام ثبت شد. در مرحله بعد صوت کودکان شامل شاخص‌های مذکور در (اتاق مخصوص آنالیز آکوستیک صوت با نویز زمینه‌ای کمتر از ۳۰ دسیبل با استفاده ازدستگاه اندازه‌گیری شدت صدا مدل ۹۷۱ شرکت آون تک ساخت مشترک لهستان و آمریکا) کلینیک صوت واقع در منطقه ۲ شهر تهران مورد آنالیز قرار گرفت. میکروفون Shure با فاصله ۱۰ سانتیمتری از لب‌های هر نمونه و با زاویه ۴۵ درجه قرار گرفت و از کودک خواسته شد تا واکه /a/ را به مدت حداقل ۵ ثانیه تولید نماید. کلیه داده‌های کمّی حاصله از طریق آستانه‌گیری، تمپانومتری و آنالیز صوت جمع‌آوری و در فرم‌های مربوط به هر یک از شرکت‌کنندگان ثبت گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Version 18.0 SPSS Inc, USA) میانگین، انحراف معیار و آزمون‌های t-test و آزمون Pearson Correlation مقایسه و تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

پژوهش حاضر مابین کودکان ۶-۱۱ ساله با افت شنوایی شدید تا عمیق (حسی-عصبی) و کودکان با شنوایی هنجار انجام شد. میانگین، انحراف معیار، سن و تعداد شرکت‌کنندگان در مطالعه به تفکیک جنسیت در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱. میانگین و انحراف معیار سن کودکان کم شنوا و کودکان با شنوایی هنجار

نمونه‌های مورد بررسی	میانگین و انحراف معیار	تعداد	درصد
گروه کم‌شنوا	۸/۹±۱/۶	۲۷	۱۰۰
پسر	۷/۵±۱/۹	۱۲	۴۴/۵
دختر	۸/۵±۱/۴	۱۵	۵۵/۵
گروه شاهد	۸/۵ ±۱/۹	۲۷	۱۰۰
پسر	۸/۳±۱/۳۵	۱۲	۴۴/۵
دختر	۸/۲±۱/۷۵	۱۵	۵۵/۵

همان‌گونه که جدول ۲ نشان می‌دهد، بر اساس نتایج حاصله میانگین فرکانس پایه، محدوده بالای فرکانس پایه و میزان تغییرات در شدت صوت در کودکان کم‌شنوا از کودکان با شنوایی هنجار بیشتر است و دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. میانگین آشفتگی در فرکانس صوت، آشفتگی در شدت صوت، میانگین نسبت نویز به هارمونیک NHR: Noise to Harmonic Ratio و همچنین در مورد درصد تغییرات در فرکانس پایه با توجه به اینکه مقادیر بالاتری را درگروه کودکان کم‌شنوا نسبت به کودکان با شنوایی هنجار نشان می‌دهد ولی اختلاف معنی‌داری یافت نشد.

جدول۲. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های صوت در کودکان کم‌شنوا و کودکان با شنوایی هنجار

شاخص ها	کودکان مبتلا به کم شنوایی	کودکان با شنوایی هنجار	P
فرکانس پایه * F0 Hz	۳۲۹/۶۰±۷۰/۴۰	۲۹۴/۹۰±۲۷/۶۰	۰/۰۲۴
محدوده بالای فرکانس پایه F0 max Hz	۳۶۸/۸۰±۸۹/۹۵	۳۳۰/۹۰±۳۳/۵۰	۰/۰۳۹
آشفتگی در فرکانس** Jitter %	۱/۳±۱/۱۰	۱/۰۲±۰/۶۳	۰/۵۵۵
آشفتگی در شدت*** Shimmer %	۶/۸۵±۳/ ۲۵	۵/۹۵±۲/۱۴	۰/۲۸۰
تغییرات در فرکانس+ vF0 %	۶/۴±۹/۵۰	۴/۲۰±۲/۰	۰/۲۴۰
تغییرات در شدت++ vAm %	۱۸/۱۸± ۶/۷۰	۱۴/۰±۴/۵۰	۰/۰۰۷
نسبت نویز به هارمونیک+++ NHR %	۰/۱۶ ± ۰/۰۸	۰/۱۵ ±۰/۰۳	۰/۵۵۶

*F0: Fundamental Frequency, **Jitter: Frequency Perturbation, ***Shimmer: Amplitude Perturbation, +vF0: Fundamental Frequency Variation, ++vAm: Peak to Peak Amplitude Variation, +++NHR: Noise to Harmonic Ratio.

مابین شاخص «نسبت نویزبه هارمونیک صوت» و شاخص «آشفتگی در شدت صوت» همبستگی معنی‌داری با ضریب همبستگی ۰/۴۷ و در ارتباط با شاخص «نسبت نویزبه هارمونیک صوت» با شاخص «آشفتگی در فرکانس صوت» همبستگی معنی‌داری با ضریب همبستگی ۰/۶۱ وجود داشت. میان شاخص «نسبت نویزبه هارمونیک صوت» با شاخص «تغییرات در فرکانس پایه» (ضریب همبستگی ۰/۶۵) رابطه معنی‌داری یافت شد. براساس این یافته‌ها، ضرایب همبستگی بین متغیرهای فوق همگی مثبت می‌باشند یعنی با افزایش میزان «نسبت نویزبه هارمونیک» در صوت فرد شاخص‌های «آشفتگی در فرکانس صوت»، «آشفتگی در شدت صوت» و «تغییرات در فرکانس پایه» نیز افزایش می‌یابند. فاصله بین آستانه ۵۰۰ هرتز تا ۲۰۰۰ هرتز در کودکان با شنوایی طبیعی دارای میانگین ۱/۳۳±۰/۳۷ دسیبل و در کودکان کم‌شنوا با میانگین ۸/۷۰±۱۲/۲۰ دسیبل بوده است. بین «نسبت نویز به هارمونیک» با «فاصله بین آستانه ۵۰۰ هرتز تا ۲۰۰۰ هرتز» (ضریب همبستگی ۰/۵۴) همبستگی معنی‌داری یافت شده است. به بیان دیگر با افزایش نسبت نویز به هارمونیک انتظار داریم فاصله بین آستانه فرکانس ۵۰۰ هرتز تا ۲۰۰۰ هرتز نیز افزایش یابد . به عبارت دیگر شیب ادیوگرام (تفاوت عددی میزان افت شنوایی در فرکانس‌های متوالی) بیشتر و به تعبیری دیگر دارای افت بیشتری در فرکانس‌های بالاتر می‌باشد. بین متغیر «آشفتگی در فرکانس پایه» صوت و «فاصله بین آستانه فرکانس ۵۰۰ هرتز تا ۲۰۰۰ هرتز» (ضریب همبستگی ۰/۳۸) همبستگی معنی‌دار بوده است به این معنی که با افزایش فاصله بین آستانه ۵۰۰ هرتز تا ۲۰۰۰ هرتز آشفتگی در فرکانس صوت نیز افزایش می‌یابد.

بحث

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که برخی از شاخص‌های صوتی با نقص شنوایی ارتباط معنی‌داری دارند (جدول ۲) و نقص شنوایی می‌تواند منجر به اختلال در صوت شود. که این مطلب می‌تواند نشان‌دهنده نقش کنترل‌کننده سیستم شنیداری بر تولید صوت و گفتار باشد. شاخص فرکانس پایه که با میزان کشش چین‌های صوتی ارتباط مستقیم دارد در کودکان کم‌شنوا به مقدار معنی‌داری بیش از کودکان دارای شنوایی هنجار بود (P<۰/۰۲۴) این یافته با نتایج به دست آمده توسط بیشتر مطالعات انجام شده قبلی دراین زمینه همخوانی دارد (۵،۶،۷،۹،۱۱)، گرچه برخی مطالعات نیز ارتباط معنی‌داری را در زمینه فرکانس پایه پیدا

نکردند (۱۸) . این تفاوت در نتایج پژوهش ها احتمالا مربوط به انتخاب نمونه‌ها یا تجهیزاتی است که برای آنالیز آکوستیک صوت استفاده شده است. مطالعاتی که در رابطه با وضعیت صوت کودکان مبتلا به نقص شنوایی قبل و بعد از کاشت حلزون انجام شده است نشان‌دهنده کاهش محسوس میزان فرکانس پایه در محدوده هنجار پس از کاشت حلزون شنوایی یا استفاده از سمعک مناسب است (۲۱-۱۹). افزایش فرکانس پایه می‌تواند به دلیل بالا بردن میزان تنش عضلات داخلی و خارجی حنجره باشد که فرد کم‌شنوای شدید تا عمیق به دلیل نبود فیدبک شنیداری مناسب از آن استفاده می‌کند تا احتمالاً از طریق تنش عضلانی احساس و فیدبک بهتری را در طی تولید صوت داشته باشند، این مسئله می‌تواند به افزایش شدت صوت نیز منجر گردد. آشفتگی در فرکانس صوتی نیز از شاخص‌هایی است که بر روی کیفیت صوت تأثیرگذار بوده و بر اساس مطالعات دهقان و همکارانش و همین‌طور تحقیق Bolfan-Stosic میزان Jitter بطور معنی‌داری در صوت کودکان کم‌شنوا نسبت به کودکان هنجار متفاوت بوده است (۲۲و۲۰) لیکن در مطالعه اخیر این اختلاف معنی‌دار نبوده است و به نظر می‌رسد که تفاوت جزیی مشاهده شده می‌تواند ناشی از تأثیر احتمالی عوامل مداخله‌گر غیرقابل کنترل یا صرفاً تصادفی باشند. شاخص دیگری که در این مطالعه تفاوت معنی‌داری را نشان داد، محدوده بالای فرکانس پایه بود به طوری‌که محدوده بالای فرکانس پایه درکودکان کم‌شنوا به صورت محسوسی بالاتر از این شاخص در کودکان با شنوایی هنجار بود($P<0/039$) که می‌تواند نشان‌دهنده افزایش در تنش عضلات حنجره و چین‌های صوتی باشد که در نتیجه باعث کشش بیشتر تارهای صوتی و در نتیجه افزایش فرکانس پایه می‌گردد. تغییرات در فرکانس پایه نیز در کودکان کم‌شنوا نسبت به کودکان با شنوایی هنجار مقادیر بیشتری را نشان می‌دهد، گرچه در سطح معنی‌دار نیست ولی میزان تغییرات زیاد است و حاکی از عدم ثبات در فرکانس پایه می‌باشد. از جمله شاخص‌های صوتی دیگری که در این مطالعه معنی‌دار بود، شاخص میزان تغییرات در دامنه شدت صوت است ($P<0/007$) که مقدار آن در صوت کودکان کم‌شنوا بیش از مقدار آن در کودکان با شنوایی هنجار است این افزایش تغییرات و در نهایت کاهش ثبات در حفظ شدت صدا می‌تواند با شدت کم‌شنوایی این کودکان که همگی در محدوده شدید تا عمیق بودند مرتبط باشد زیرا ورودی اطلاعات شنیداری کم بوده و درک مناسبی از دامنه شدت صوت ندارند. افزایش تنش عضلانی، افزایش فشار تحت چاکنایی و به دنبال آن کشش بیشتر چین‌های صوتی منجر به افزایش شدت صوت و همینطور بالارفتن فرکانس صوتی می‌شود، گرچه اختلال در فیدبک شنیداری ظرافت در کنترل دامنه شدت صوت را متأثر می‌کند. برخی مطالعات قبلی از جمله بررسی‌های Siegel, Lejska, Giusti, Monsen, محمدی، دهقان و Lee نیز بر عدم کنترل مناسب مبتلایان به کم‌شنوایی شدید تا عمیق بر روی شدت صوت و در نهایت وجود نوسانات زیاد در شدت صوت اذعان دارند (۵،۹،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۸،۲۱،۲۲) ، این افراد سطح شدتی بالاتری را در تولید صوت مورد نیاز خود بکار می برند. این کودکان پس انجام عمل کاشت حلزون شنوایی تغییرات مثبتی را در کنترل شدت صوت و ثبات آن یعنی کاهش میزان بدست آوردند گرچه این رابطه در سطح معنادار یافت نشد(۲۳).یافته تحقیق اخیر نیز نشان میدهد که تغییرات در دامنه شدت صوت کودکان کم شنوا نسبت به کودکان با شنوایی هنجار بیشتر است که همسو با یافته های مطالعات Monsen,Bolfan,Mohamadi,Lee,Dehghan می باشد (۱۳،۱۴،۱۵،۱۸،۲۱،۲۲). میزان نویز به هارمونیک صوت، شاخصی است که در این مطالعه تفاوت معنی‌داری مابین صوت کم‌شنواها و گروه کنترل پیدا نشد گرچه در مطالعه دهقان و محمدی این تفاوت معنی‌دار یافت شده است (۲،۱۵) که احتمال دارد مربوط به نوع جمع‌آوری داده‌های صوتی و تجهیزات استفاده شده برای آنالیز آکوستیک باشد (۲۴). در تحقیقات مذکور محققین از نرم‌افزار Dr.Speech استفاده شده است و در مطالعه حاضر تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری شرکت KAY elemetrics به کار گرفته شد. افزایش بیش از حد آشفتگی در فرکانس و شدت صوت با

ضریب همبستگی مثبت باعث افزایش نسبت نویز به هارمونیک صوت می‌شود. یکی از دلایل اینکه مقدار نسبت نویز به هارمونیک صوت کم‌شنواها و کودکان با شنوایی هنجار در این مطالعه نزدیک به یکدیگر بود و معنی‌دار نشد شاید بدین علت باشد که کودکان هنجار اتکای بیشتری به ارتباطات کلامی/ شفاهی دارند و بالطبع در محیط‌های پر سر و صدا حین بازی‌های دسته جمعی در طول سال تحصیلی تولید گفتارشان در شدت‌های بالاتری انجام می‌شود (۲۶ و ۲۵). تفاوت‌های موجود در مطالعات مختلف انجام شده احتمالاً می‌تواند مربوط به نوع تجهیزات استفاده شده جهت آنالیز صوت و تعداد نمونه‌های مورد بررسی باشد، گرچه در غالب مطالعات انجام شده توضیح مشخصی از چگونگی روند برنامه‌های درمانی قبلی نمونه‌ها ذکر نشده است. در مطالعه اخیر همچنین ارتباطی میان شیب ادیوگرام آستانه‌های شنوایی و برخی شاخص‌های صوتی یافت شد. که با انجام تحقیقات بیشتر می‌توان به راهکارهای جدیدتری در زمینه تشخیص اختلالات صوتی افراد مبتلا به نقص شنوایی دست یافت. با توجه به نقش تأثیرگذار فیدبک شنیداری بر روی کیفیت صدای تولیدی انسان به نظر می‌رسد که اقدام به موقع جهت تشخیص نقص شنوایی و دخالت سریع جهت بهبود این وضعیت می‌تواند باعث پیشگیری از اختلالات صوتی و کاهش تأثیرات مخرب نقص شنوایی گردد.

نتیجه‌گیری

مهمترین شاخص‌های آکوستیکی که در صوت کودکان مبتلا به افت شنوایی در سطح شدید تا عمیق در مقایسه با کودکان با شنوایی هنجار در این مطالعه متفاوت بودند شاخص‌های فرکانس پایه و تغییرات در دامنه شدت صوت می‌باشد. که احتمالاً بدلیل کاهش فیدبک مناسب صوتی و عدم درک و پردازش صحیح این شاخص‌ها است. این تغییرات می‌تواند کیفیت صوت را در گفتار این کودکان کاهش دهد. همچنین یافته‌های پژوهش اخیر مشخص کرد که افزایش شیب ادیوگرام آستانه‌های شنوایی (مخصوصاً محدوده فرکانس‌های ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز) در افراد سخت‌شنوا می‌تواند منجر به افزایش برخی از شاخص‌های اکوستیکی صوت شامل آشفتگی در زیر و بمی صوت، آشفتگی در شدت صوت و نسبت نویز به هارمونیک در آن‌ها شود و ارتباطی را نشان می‌دهد که نیازمند مطالعات بیشتر می‌باشد. از نتایج این مطالعه می‌توان در روند برنامه تربیت شنیداری، تنظیم مناسب‌تر وسایل کمک شنیداری، پیشگیری و درمان اختلالات صوتی گفتاری کودکان مبتلا به نقص شنوایی استفاده کرد.

محدودیت‌ها

از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر عدم وجود پرونده و تاریخچه کامل از وضعیت کودکان مبتلا به کم‌شنوایی و برنامه‌های توانبخشی انجام شده برای آن‌ها می‌باشد.

پیشنهادها

باتوجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد که یافتن رابطه کمّی و ارائه یک فرمول محاسباتی برای ارتباط میان شیب ادیوگرام آستانه‌های شنوایی و برخی از شاخص‌های اکوستیک صوت به عنوان یک مؤلفه تشخیصی مستقل نیازمند اجرای پژوهش دیگری است، از این رو پیشنهاد می‌شود این امر در پژوهش‌های آینده مدّ نظر قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند تا از همکاری کودکان، والدین آن‌ها و مسوؤلین محترم مدارس شرکت‌کننده در این مطالعه و هم چنین از اساتید گرامی جناب آقای مهرداد اخوت و جناب آقای سید مهدی طباطبایی تشکر و قدردانی نمایند.

References

1- Maragos NE. Vocal abnormalities. What listening can tell you. Postgrad Med 1984; Vol.76 (25): 30-34.
2- Bolfan-Stosic N,Simunjak B, Effects of hearing loss on the voice in children .J otolaryngol 2007; 36 (2):120-3.
3- Yun Suk An, Seong Tae Kim, Jong Woo Chung, Preoperative Voice Parameters Affect the Postoperative Speech Intelligibility in Patients with Cochlear Implantation. Clinical and Experimental Otorhinolaryngology 2012; 5(Suppl 1): S69-S72.
4- Webb W, Adler R . Neurosensory Organization Of Speech and Hearing. In: Webb W, Adler R .Neurology for speech and language pathologists.5th ed. Canada: Mosby Inc; 2008.p.146-147.
5-Siegel GM, Pick HL. Auditory feedback in the regulation of voice. J Acoust Soc Am. 1974; 56:1618–24.
6- Zimmermann G, Rettaliata P. Articulatory patterns of an adventitiously deaf speaker: implications for the role of auditory information in speech production. J Speech Hear Res. 1981; 24 (2):169–178.
7. Waldstein R. Effect of postlingual deafness on speech production: implication for the role of auditory feedback. J Acoust SocAm. 1990; 88 (5):2099–2114.
8- Rose P. Speech acoustics. In: Rose P. Forensic Speaker Identification.1st ed. London: Taylor and Francis; 2002.p.195-211.
9- Lejska M. Voice field measurements—a new method of examination: the influence of hearing on the human voice. J Voice. 2003;18 (2):209–215.
10- Higgins MB, McCleary EA, Carney AE, Schulte L. Longitudinal changes in children's speech and voice physiology after cochlear implantation. Ear Hear. 2003; 24(1):48–70.
11- Giusti MC, Padovani MMP, Behlau M, Granato L. The voice of hearing impaired children. Braz J Otorhinolaryngol. 2001;67(2):29–35.
12- StrattonW. Intonation feedback for the deaf through a tactile display. Volta Rev. 1974; 76 (1):26–35.
13- Monsen RB, Engebretson AM, Vemula NR. Some effects of deafness on the generation of voice. J Acoust Soc Am. 1979;66 (6):1680–1690.
14- Bolfan-Stosic N, Simunjak B. Effects of hearing loss on the voice in children. J Otolaryngol. 2007;36 (2):120–123.
15-Mohammadi Omid, Sadolahi Ali, Ghorbani Raheb. The Effect of Hearing Loss on Acoustic Parameters of Voice in Children. Medical Journal of Mashad University of Medical Sciences 2010; 53(3):152-157. [Article in Persian]
16- Cerci U,Kandogan T ,Olgun L,Alper S.The effect of cochlear implantation on voice development. Kulak Bogaz Ihtis Derg. 2006; 16 (3):112-21
17- Kasbi F. The Effect of Hearing Disorder of Children's sound characteristics. Exceptional Education. 2013; 3 (116): 26-30. [Article in Persian]
18- Monsen RB. Acoustic qualities of phonation in young hearing impaired children. J Speech Hear Res 1979; 22 (2): 270-88.
19- Hamzavi J, Deutsch W, Baumgartner WD, Bigenzahn W, Gstoettner W.Short-term effect of auditory feedback on fundamental frequency after cochlear implantation. Audiology 2000; 39(2):102–105.
20- Higgins MB, McCleary EA, Carney AE, et al. Longitudinal changes in children's speech and voice physiology after cochlear implantation. Ear Hear. 2003; 24(1): 48–70.
21- Lee GS, Liu C, Lee SH. Effects of hearing aid amplification on voice F0 variability in speakers with prelingual hearing loss. Hear Res. 2013; Vol.302:1-8.
22- Dehqan A, Scherer RC. Objective voice analysis of boys with profound hearing loss. J Voice. 2011; 25(2): e61-5.
23-Hassan SM, Malki KH, Mesallam TA, Farahat M, Bukhari M and et al. The effect of cochlear implantation and post-operative rehabilitation on acoustic voice analysis in post-lingual hearing impaired adults. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2011; 268 (10): 1437-42.

24-Smits I, Ceuppens P, De Bodt MS. A comparative study of acoustic voice measurements by means of Dr. Speech and Computerized Speech Lab. Journal of Voice. 2005;19(2):187-96.
25-McKinnon DH, McLeod S, Reilly S.The prevalence of stuttering, voice, and speech-sound disorders in primary school students in Australia. Lang Speech Hear Serv Sch 2007; 38(1): 5-15.
26-Park SS, Kwon TK, Choi SH, Lee WY, Hong YHand etal. Reliability and validity of the Korean version of Pediatric Voice Handicap Index: in school age children. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2013; 77(1):107-12.

A review of some acoustic voice parameters in 6 to 11 years old children with severe to profound hearing impairment

Ali Mohammadzadeh*, Seyede Zeynab Nureddini[1], Majid Ashrafi[2]

Original Article

Abstract

Introduction: A critical factor which affects human voice is hearing because it provides necessary feedback for voice and speech control. An intact auditory system as well as normal auditory feedback controls significant aspects of speech including vocal acoustics thus the person is able to correct the related mistakes. Normal vocal acoustics depends on auditory system.

Materials and Methods: A cross sectional study on 27 subjects aged 6 to 11 with severe to profound bilateral hearing loss compared to 27 normal subjects. Participants matched according to age and gender, sampling was performed in Baghche-Ban specialty school and two elementary schools (Normal children). Further to hearing auditory tests, subjects voice were evaluated by a Visipitch III model 3900 hardware system and MDVP software model 5015 created by Kay-Pentax company (USA). All qualitative data were processed by Spss software, t.test and Pearson correlation.

Results: In subjects with hearing impairment fundamental frequency (F0), the upper limit of fundamental frequency (F0 max) and Peak to Peak Amplitude Variation (vAm) were higher than the normal group and a statistically significant difference was found. Although shimmer (Amplitude Perturbation) and Jitter (Frequency Perturbation), Fundamental Frequency Variation (vF0) and Noise to Harmonic Ratio (NHR) in hearing loss group was more than normal group but no statistically significant difference was detected. There was significant correlation between NHR and shimmer and Jitter.

Conclusion: Severe to profound hearing loss due to reduction of adequate auditory feedback on acoustic voice parameters .The most significant changes happen in the fundamental frequency and vAm.

Keywords: acoustic voice parameters, hearing impaired children, severe to profound hearing loss

Citation: Mohammadzadeh A, Nureddini SZ, Ashrafi M. **A review of some acoustic voice parameters in 6 to 11 years old children with severe to profound hearing impairment.** J Res Rehabil Sci 2014; 9(6): 1019-1028.

Received date: 1/2/2013 Accept date: 23/8/2013

* Instructor, Department of Speech therapy, Faculty of Rehabilitations Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences. Tehran, Iran. (Corresponding Author). Email: almedzade@gmail.com

1. MSc student, Department of Audiology, Faculty of Rehabilitations Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences. Tehran, Iran.

2. Instructor, Department of Audiology, Faculty of Rehabilitations Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences. Tehran, Iran.