Archive of SID

# بررسی اثر فیدبک شنوائی در تولید گفتار بعد از عمل کوکلنا ر ایمپلنت

دکتر محمد حسن خالصی، استاد و رییس مرکز تحقیقات شنوایی دانشگاه علوم پزشکی تهران
رسول امیر فتاحی، دانشجوی دکتری مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دکتر حمید شیخ‌زاده ، دانشیار دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دکتر محمد تقی خرسندی، دانشیار گروه گوش و حلق و بینی دانشگاه علوم پزشکی تهران
دکتر مسعود متصدی، استادیار گروه گوش و حلق و بینی دانشگاه علوم پزشکی تهران
سوسن عبدی، کارشناس اودیولوژی و مسئول کلینیک کوکلئار ایمپلنت بیمارستان امیراعلم تهران

## Effect of Auditory Feedback on Speech Production after Cochlear Implantation

## ABSTRACT

The main goal of this study is to determine the auditory feedback effects in improvement of speech production process in prelingual totally deaf children who used cochlear implant prosthesis. For this reason, we recorded speech of four prelingual cochlear implant children pre and post of operation. Then we extract some static features of vowels-such as fundamental frequency, formant frequencies, vowel duration and vowel energy-from their stable mid-section and analyze them using a longitudinal prosthesis-on/off analysis. These patients-where are in the range of 7-13 years old-were operated in the cochlear implant clinic of Amiralam hospital. At each session, patients read the sentences once in device-on condition and then after 30 minutes stay in device-off condition.

Quantitative results show that at least for the features under study, the patient's reliance on the auditory feedback decreased consistently by time (about 65%- Averaged on all three vowels under study and all patients). So we concluded that after a sufficient time of operation, the speech motor patterns of patients will be trained for the correct production of static features of vowels and the relation of patients to auditory feedback for the production of such features considerably decreased by time.

***Key words:*** Cochlear implant, Auditory feedback, Prosthesis-on and Prosthesis-Off study, Static feature of vowels, Fundamental frequency, Formant frequencies, Relative energy of vowels, Relative duration of vowels.

## چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی اثر برقراری فیدبک شنوائی در بهبود فرآیند تولید گفتار کودکان ناشنوائی است که از پروتز کاشت حلزون استفاده می‌کنند.

برای این منظور، ویژگی‌های استاتیک واکه‌های اصلی زبان فارسی، شامل فرکانس گام ، فراکانس فرمنت‌ها، دوام زمانی نسبی واکه‌ها و انرژی نسبی آنها از قسمت‌های میانی و پایدار این واکه‌ها در گفتار چهار کودک ناشنوای کاشت حلزون استخراج شده و در یک مطالعه دراز مدت پروتز- روشن و پروتز- خاموش مورد بررسی قرار گرفتند. این کوکان که در محدوده سنی هفت تا سیزده سال بوده و هیچگونه سابقه شنوائی نداشته‌اند، در کلینیک کاشت حلزون بیمارستان امیراعلم تهران تحت عمل جراحی قرار گرفته‌اند. آنها پنج جمله معنادار فارسی را در فواصل زمانی سه ماه، شش ماه و نه ماه بعد از عمل جراحی، یکبار در وضعیت پروتز- روشن و یکبار نیز پس از ۳۰ دقیقه که از خاموش بودن پروتزشان، به منظور اطمینان از قطع کامل فیدبک شنوائی می‌گذرد در وضعیت پروتز- خاموش ادا کردند.

نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که به طور متوسط، انحراف ویژگی‌های استاتیک واکه‌ها در حالت پروتز- روشن نسبت به حالت پروتز- خاموش با گذشت ۹ ماه از عمل جراحی به میزان ٦٥ درصد نسبت به ۳ ماه پس از عمل کاهش یافته است (میانگین روی همه واکه‌های مورد مطالعه و همه بیماران).

بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که با گذشت زمان کافی، الگوهای موتوری گفتار این بیماران برای تولید ویژگی‌های

www.SID.ir

Archive of SID

استاتیک واکه‌ها آموزش دیده و تثبیت می‌گردند به نحوی که تاثیر قطع مجدد فیدبک شنوائی از طریق خاموش کردن پروتز کاشت حلزون در تخریب دوباره این الگوها به تدریج کاهش خواهد یافت.

## مقدمه

افراد ناشنوا که از پروتز کاشت حلزون استفاده می‌کنند یک گروه خوب برای مطالعه تاثیر فیدبک شنوائی (Auditory Feedback-AF) در تولید گفتار هستند. تاثیر ناشنوائی در تخریب گفتار کودکانی که سابقه شنوائی نداشته‌اند، بسیار شدیدتر از بزرگسالانی است که دارای سابقه شنوائی بوده‌اند زیرا بسیاری از این افراد بزرگسال، مفهوم بودن گفتار (Speech Intellligibility) خود را پس از ناشنوا شدن در سطح مطلوبی حفظ می‌کنند (۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷).

Tobey و همکارانش (۸) کلمه "Head" را از یک گروه کودکان ناشنوای بدون سابقه شنوائی در دو وضعیت پروتز-روشن (prosthesis-on ...PN) و پروتز خاموش (Prosthesis-Off ...PF) ضبط نموده و مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها گزارش کرده‌اند که فرکانس گام و فرکانس دو فرمنت اول و دوم واکه‌های این کودکان در شرایط PN نسبت به PF تغییر کرده و با خاموش کردن پروتز، دچار تخریب شده است. Svirsky و همکارانش (۹) نیز با استفاده از همین روش مطالعه کوتاه مدت، گفتار بیماران خود را در دو وضعیت PN و PF بررسی کرده و گزارش نموده‌اند که بلندی گفتار، فرکانس گام، دوام زمانی واکه‌ها و فرکانس فرمنت‌های اول و دوم در دو وضعیت فوق تغییر کرده و با خاموش شدن پروتز از مقادیر طبیعی خود فاصله می‌گیرند. در یک مطالعه دیگر، Tye-Murray و همکارانش (۱۰) گفتار بیماران خود را در شرایط PN و PF آوانگاری (Transcription) کرده و برای شنوندگانی که متخصص گفتار درمانی بوده و به گفتار اینگونه بیماران آشنائی کامل داشته‌اند پخش نموده‌اند. سپس به قضاوتهای این افراد در مورد آنچه شنیده‌اند امتیاز داده‌اند. بر اساس مطالعات انجام شده، Tye-Murray گزارش کرده است که تفاوت قابل ملاحظه‌ای در گفتار این کودکان در شرایط گفتاری مذکور وجود ندارد. همین محققین در مطالعه‌ای دیگر (۱۱)، گفتار کودکان ناشنوای بدون سابقه شنوائی را که حداقل دو سال از عمل جراحی آنها می‌گذشته مورد بررسی قرار داده‌اند. Tye-Murray در این تحقیق، توانائی بیماران در تولید واکه‌ها و همخوان‌ها را در وضعیت Pn و PF مورد مطالعه قرار داده و گزارش کرده است که توانائی این کودکان در تولید ویژگی‌هائی از قبیل میزان واکدار بودن (Voicing) و میزان خیشومی بودن (Nasality) شدیداً وابسته به توانائی آنها در دریافت این ویژگی‌ها از طریق شنوائی است.

در این تحقیق، تولید ویژگی‌های إستاتیک واکه‌های اصلی زبان فارسی در کودکان ناشنوای بدون سابقه شنوائی که از پروتز چند کاناله کاشت حلزون استفاده می‌کنند، در یک مطالعه دراز مدت PN/PF مورد بررسی قرار می‌گیرد. بر خلاف اکثر مطالعات کوتاه مدت PN/PF قبلی که تنها در یک مقطع زمانی انجام شده است، در این تحقیق مطالعه دراز مدت مدت PN/PF را در فواصل زمانی متعدد بعد از عمل جراحی انجام می‌دهیم. هدف اصلی، پاسخ دادن به سوال اساسی زیر است: آیا تولید صحیح ویژگی‌ها استاتیک واکه‌های زبان فارسی توسط این بیماران به دسترسی مداوم و پیوسته آنها به اطلاعات AF وابسته است یا الگوهای موتوری گفتار آنها پس از برقراری AF به مرور آموزش دیده و در دراز مدت تثبیت می‌شوند و در نهایت بیماران بدون نیاز به استفاده از AF قادر به تولید صحیح این ویژگی‌ها خواهند بود؟ برای پاسخ دادن به این سوال، چهار نفر از کودکان ناشنوای بدون سابقه شنوائی را که همگی در محدوده سنی هفت تا سیزده سال بوده و تقریباً در یک زمان تحت عمل جراحی کاشت حلزون قرار گرفته‌اند در یک مطالعه دراز مدت (در فواصل زمانی سه ماه، شش ماه و نه ماه بعد از عمل و در دو وضعیت PN و PF با فاصله زمانی ۳۰ دقیقه بین این دو وضعیت ) مورد بررسی قرار داده ایم.

## مواد و روشها

### بیماران مورد مطالعه

چهار کودک ناشنوای بدون سابقه شنوائی که در کلینیک کاشت حلزون بیمارستان امیراعلم تهران تحت عمل جراحی قرار گرفته‌اند در این تحقیق شرکت دارند. همه این بیماران دختر بوده و در گروه سنی هفت تا سیزده سال قرار دارند. همچنین، همگی آنها قادر به خواندن و نوشتن متون فارسی هستند و در مدارس

www.SID.ir

Archive of SID

کودکان عادی مشغول به تحصیل می‌باشند. در جدول ۱ اطلاعات مربوط به این بیماران و پروتز کاشت حلزون آنها به طور مختصر ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به بیماران مورد مطالعه و پروتز کاشت حلزون آن

| سوژه | جنس | اتیولوژی | سن کاشت حلزون | طول مدت تجربه (سال) | نوع پروتز | استراتژی پروسس کردن |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AZ | مؤنث | کونژنیتال | ٦ | ١ | NUCLEUS C124M | گفتار |
| MA | مؤنث | کونژنیتال | ٩ | ١ | NUCLEUS C124M | گفتار |
| NA | مؤنث | کونژنیتال | ١٢ | ١ | NUCLEUS C124M | گفتار |
| EL | مؤنث | کونژنیتال | ٨ | ١ | NUCLEUS C124M | گفتار |

## پروتز کاشت حلزون

بیماران مورد مطالعه، همگی از پروتز کاشت حلزون NUCLEUS مدل CI24M استفاده می‌کنند. این پروتز از یک بخش درونی (شامل یک آرایه ٢٤ الکترودی و یک گیرند RF) و یک بخش بیرونی (شامل یک میکروفون، یک پردازنده گفتار و یک فرستنده RF) تشکیل شده است. آرایه الکترودها در خلال عمل جراحی و از طریق پنجره گرد (Round) (Window) وارد حفره تیمپانی (Scala Tympani) حلزونی گوش بیمار شده و به کمک پالسهای الکتریکی که توسط گیرنده RF دریافت می‌شوند، عصب شنوائی بیمار را تحریک می‌نمایند. در پردازنده گفتار، سیگنال آکوستیک خروجی از میکروفون مورد پردازش بلادرنگ (Real-Time) قرار گرفته و پالسهای الکتریکی مناسبی برای تحریک نقاط مختلف عصب شنوائی تولید می‌شوند. این پالسها به کمک یک فرستنده RF رمز شده و برای گیرنده‌ای که به همین منظور در پشت استخوان ماستوئید بیمار (در طی عمل جراحی) قرار داده شده ارسال می‌گردند.

## نحوه ضبط گفتار بیماران

هر یک از بیماران مورد مطالعه، پنج جمله معنادار فارسی را در فواصل زمانی سه ماه، شش ماه و نه ماه بعد از عمل، در دو وضعیت PN و PF با فاصله زمانی ۳۰ دقیقه بین این دو وضعیت ادا می‌کنند. در طراحی این جملات سعی شده تا حتی‌المقدور اکثر آواهای زبان فارسی گنجانده شوند. از طرفی، از کلمات ساده و قابل فهم برای کودکان استفاده شده تا مطمئن باشیم که بیماران از مفهوم کلمات و جملاتی که ادا می‌کنند آگاهی کامل دارند. عمل ضبط نمونه‌های گفتاری در یک اتاق آکوستیک و با استفاده از یک میکروفون با پهنای باند وسیع، که در فاصله تقریبی ۲۰ سانتی‌متر از دهان بیمار تنظیم شده، صورت می‌گیرد. گفتار بیماران با فرکانس ۱۱۰۲۵ هرتز و با دقت ١٦ بیت نمونه‌برداری شده و به منظور پردازشهای بعدی در دیسک سخت مغناطیسی ذخیره می‌گردند.

## پردازش گفتار و تحلیل داده‌ها

سه واکه اصلی زبان فارسی که عبارتند از /a/ (در کلمه شیراز)، /i/ (در کلمه آجیل) و /u/ (در کلمه مرغوب) از گفتار این بیماران استخراج شده و توسط برنامه‌های نوشته شده تحت نرم‌افزار Matlab روی کامپیوتر شخصی مورد پردازش قرار می‌گیرند. هدف از انجام این پردازشها، استخراج ویژگی‌های استاتیک واکه‌ها از قبیل فرکانس گام و فرکانس فرمنت‌های اول و دوم آنها است. همچنین، در این تحقیق دو ویژگی جدید به اسامی دوام زمانی نسبی واکه‌ها (Relative Duration-RD) و انرژی نسبی واکه‌ها (Relative Energy-RE) را معرفی می‌کنیم. **دوام زمانی نسبی واکه‌ها به صورت نسبت دوام زمانی (Duration) واکه به دوام زمانی کلمه‌ای که این واکه در آن قرار دارد و انرژی نسبی واکه‌ها نیز به صورت نسبت انرژی زمان کوتاه واکه (۱۲) به انرژی زمان کوتاه همخوانی که قبل از این واکه ادا شده است تعریف می‌گردند.** این دو معیار جدید می‌توانند توانائی بیمار در کنترل کشیدگی زمانی واکه‌ها و نیز

www.SID.ir

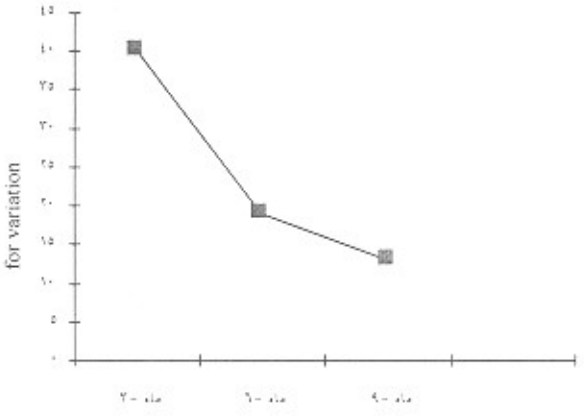
Archive of SID

میزان ارتعاش تارهای صوتی در هنگام تلفظ یک واکه را بیان نمایند. مزیت این دو معیار، کمی و عددی بودن آنهاست. به این ترتیب می‌توان میزان مفهوم بودن گفتار بیماران را به روشی کاملاً کمی و مبتنی بر روشهای مهندسی پردازش گفتار بیان نمود. به منظور اطمینان از استاتیک بودن این ویژگی‌ها و پرهیز از هرگونه تغییرات دینامیک گفتار و هم‌آوائی‌های (Coarticulation) احتمالی ایجاد شده بین واجهای مجاور، قسمت‌های پایدار واکه‌ها را از بخشهای میانی آنها انتخاب کرده و این ویژگی‌ها را از آن بخشها استخراج می‌کنیم. به منظور تفکیک بخشهای واکدار واکه‌های بیماران از بخشهای بی‌واک آنها و تعیین فرکانس گام از تحلیل زمان-کوتاه کپستروم (Cepstrum) (۱۲) استفاده شده است. از تحلیل LPC (Linear Predictive Coding) (۱۲) با مرتبه ١٤ نیز برای استخراج فرکانس فرمنت‌های واکه‌ها و از تحلیل زمان-کوتاه مدت (Short-Time Energy Analysis) (۱۲) برای اندازه‌گیری انرژی واکه‌ها و همخوانهای قبل از آنها و در نهایت ویژگی RE استفاده شده است. طول پنجره زمانی برای کلیه تحلیل‌های زمان-کوتاه ۲۰ میلی ثانیه، همراه با ۵۰ درصد رویهم افتادگی (Overlapping) انتخاب شده و از پنجره زمانی Hamming (۱۲) برای تقطیع گفتار کمک گرفته‌ایم.

## نتایج

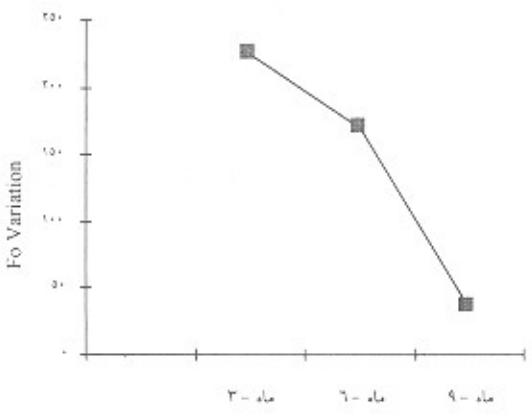
شکل ۱ تغییرات متوسط فرکانس گام گفتار بیماران را در دو وضعیت PN و PF در فواصل زمانی سه ماه، شش ماه و نه ماه بعد از عمل جراحی نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل دیده می‌شود، در فاصله سه ماه بعد از عمل، خاموش کردن پروتز باعث تغییر فرکانس گام گفتار بیماران به میزان ٤٠ هرتز شده است. این تغییرات متوسط، در فاصله شش ماه بعد از عمل جراحی به ۱۸ هرتز و در فاصله نه ماه بعد از آن به ۱۲ هرتز کاهش یافته است

روند کاهش فاصله در این شکل‌ها همچنان ادامه دارد و نشان می‌دهد که با ادامه تحقیقات در فواصل زمانی بعد از نه ماه از عمل جراحی، این فاصله باز هم کمتر شده و در نهایت، خاموش کردن پروتز تاثیر بسیار ناچیزی در جابجائی فرکانس فرمنت‌ها خواهد داشت. برای یافتن فاصله نهائی که این منحنی‌ها به سمت آن همگرا می‌شوند، باید تحقیقات را در فواصل زمانی بعد از نه ماه از عمل جراحی ادامه داد که موضوع مطالعات بعدی ما را تشکیل می‌دهد.




**شکل ۱- متوسط تغییرات فرکانس گام در واکه‌های بیماران و در دو وضعیت PN و PF با گذشت زمان. در شکل، روند نزولی این تغییرات با گذشت زمان کاملاً مشهود است.**

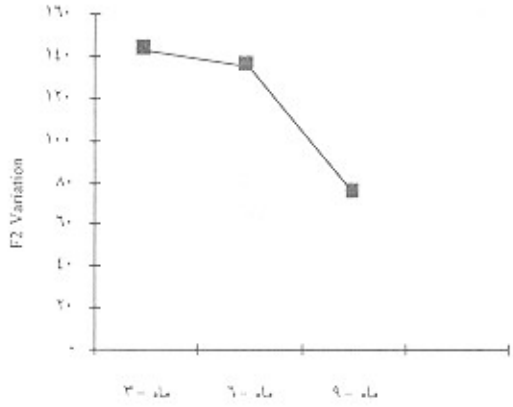
شکل‌های (a-۲ و b-۲) نیز به ترتیب تغییرات متوسط فرکانس فرمنت اول و فرمنت دوم واکه‌ها را در دو وضعیت PN و PF در فواصل زمانی متعدد بعد از عمل جراحی نشان می‌دهند. در این شکل‌ها نیز دیده می‌شود که تاثیر خاموش کردن پروتز در جابجائی فرکانس فرمنت‌ها در فاصله سه ماه بعد از عمل بسیار شدیدتر از نه ماه بعد از آن می‌باشد.




**شکل a-۲)**

www.SID.ir

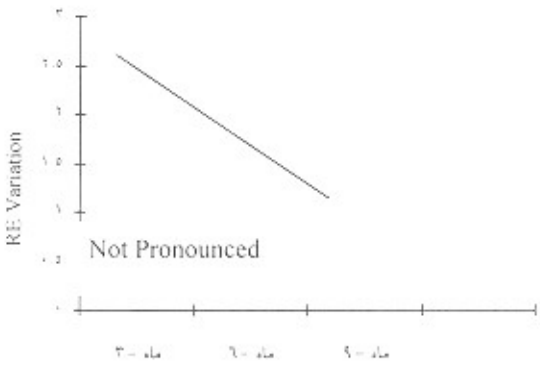
Archive of SID




(شکل b-۲)

شکل ۲- تغییرات متوسط فرکانس فرمنت اول (a) و فرکانس فرمنت دوم (b) در دو وضعیت PN و PF با گذشت زمان. روند نزولی تغییرات در هر دو شکل، کاهش تاثیر برقراری AF در تولید این ویژگی‌ها را با گذشت زمان نشان می‌دهد.

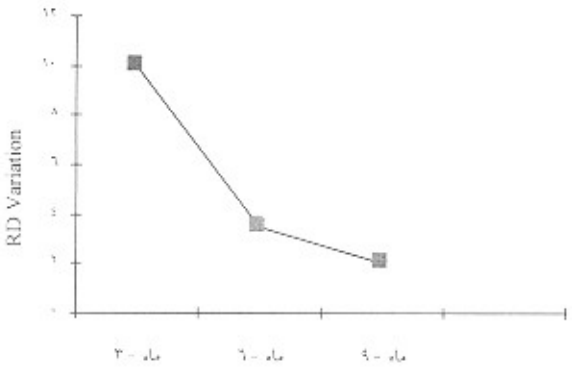
در شکل ۳، تغییرات متوسط ویژگی RE در دو وضعیت PN و PF، در فواصل زمانی سه ماه، شش ماه و نه ماه بعد از عمل جراحی مشاهده می‌شود.




شکل ۳- تغییرات متوسط ویژگی RE در گفتار بیماران در دو وضعیت PN و PF با گذشت زمان. ناتوانی بیماران در تلفظ همخوانهای قبل از واکه‌ها در فاصله سه ماه بعد از عمل جراحی، با کلمه Not Pronounced در شکل مشخص شده است.

اغلب بیماران مورد مطالعه، قبل از عمل جراحی قادر به تلفظ بسیاری از همخوانها در کلمات ادا شده خود نیستند. با گذشت زمان این توانائی در آنها تقویت شده است ولی همانطور که در شکل ۳ دیده می‌شود، در فاصله سه ماه بعد از عمل جراحی هنوز این توانائی در بیماران به خوبی تقویت نشده و با خاموش شدن پروتز، تقریباً هیچ یک از بیماران مورد مطالعه نمی‌توانند همخوانهای قبل از واکه‌ها را به خوبی ادا کنند. لذا به منظور پرهیز از نتیجه‌گیری غلط، تغییرات ویژگی RE در اثر خاموش کردن پروتز در فاصله سه ماه بعد از عمل را در نتیجه‌گیری‌های خود منظور نکرده و در شکل ۳ این وضعیت را با کلمه Not Pronounced مشخص نموده‌ایم. از طرفی مشاهده نتایج بدست آمده در فاصله شش ماه و نه ماه بعد از عمل که در این شکل رسم شده‌اند، نشان می‌دهد که با گذشت زمان، تغییرات ویژگی RE در اثر خاموش کردن پروتز کاهش یافته و روندی نزولی دارد. تغییرات متوسط این ویژگی در فاصله شش ماه بعد از عمل، ۲/۵۴ دسی‌بل بوده و در فاصله نه ماه بعد از عمل به ۱/۱۴ دسی‌بل رسیده که کاهش قبل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد

در شکل ٤، تغییرات متوسط دوام زمانی نسبی واکه‌ها (ویژگی RD) در دو وضعیت PN و PF و در فواصل زمانی متعدد بعد از عمل جراحی مشاهده می‌شود.




شکل ۴- تغییرات متوسط ویژگی RD در گفتار بیماران و در دو وضعیت PN و PF با گذشت زمان. روند نزولی مشاهده شده در این شکل نیز حاکی از بی‌نیازی تدریجی بیماران به برقراری AF برای تولید صحیح این ویژگی می‌باشد.

این شکل نیز به خوبی روند نزولی این تغییرات را نشان می‌دهد. تغییرات این ویژگی در اثر خاموش کردن پروتز پس از سه ماه از عمل جراحی، ۱۰ درصد بوده که پس از نه ماه به ۲ درصد کاهش یافته است. بدین ترتیب می‌توان مشاهده کرد که این دو ویژگی، نه تنها پس از استفاده بیمار از پروتز کاشت حلزون، روند بهبود و افزایش توانائی بیمار در کنترل لرزش تارهای صوتی در هنگام تلفظ واکه‌ها، کنترل انرژی آکوستیک

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تغییرات ویژگی‌های استاتیک واکه‌ها در اثر خاموش کردن پروتز کاشت حلزون و درف. اصل زمانی متعدد پس از عمل جراحی. تغییرات ویژگی‌های فرکانس گام و دو ویژگی RE و RD برای هریک از بیماران، روی تمام واکه‌های آنها متوسط‌گیری شده است. کلمه NP در سطرهای سربوط به ویژگی RE به معنای ناتوانی بیمار در تولید همخوان قبل از واکه‌هاست.

| SUBJECT | FEATURE VARIATION | | 3M-POST (PN-PF) | 6M-POST (PN-PF) | 9M-POST (PN-PF) |
|---|---|---|---|---|---|
| AZ | F0 Variation(Hz) | | ۱ | ۱۱ | ۲۰ |
| | F1(Hz) | /a/ | ۱۳۸ | ۱٦۰ | ۱۵ |
| | | /i/ | ۷۸ | ۳۸۰ | ۵ |
| | | /u/ | ۱۰٦۹ | ٦٦ | ۱٤۸ |
| | F2(H2) | /a/ | ٦۱ | ۱۲٤ | ۳۰ |
| | | /i/ | ۲۵۰ | ۷۰۲ | ۱۰۳ |
| | | /u/ | ۸۱۲ | ۵٤ | ۸ |
| | RE Variation (dB) | | NP | ۱ | ۰/۵ |
| | RD Variation (%) | | ۱۳ | ۳ | ۲ |
| MA | F0 Variation (H2) | | ۱۳٦ | ۳۳ | ۲ |
| | F1 (Hz) | /a/ | ۱۸٤ | ۸۳ | ۲۳٤ |
| | | /i/ | ۱۰٤۳ | ۸۸۷ | ۰ |
| | | /u/ | ۳٤۰ | ۱۲۸ | ۱٦ |
| | F2 (Hz) | /a/ | ٦۱ | ۱٦۱ | ۸۸ |
| | | /i/ | ٦۱٦ | ۷٤۳ | ۱۷۸ |
| | | /u/ | ۱ | ۲۳۹ | ۱۳٦ |
| | RE Variation (dB) | | NP | ۰/٦٦ | ۰/۲٤ |
| | RD Variation (%)S | | ۱۳ | ۱ | ۲ |
| NA | F0 Variation (H2) | | ۷ | ٤ | ۱۱ |
| | F1 (Hz) | /a/ | ۱۵۰ | ۸۵ | ۸۸ |
| | | /i/ | ۹۰ | ۹ | ۲۳۷ |
| | | /u/ | ۳۲٤ | ۱۵۳ | ۱۳۹ |
| | F2 (Hz) | /a/ | ۷۷ | ۲۱ | ۱۰٤ |
| | | /i/ | ۳ | ۲٦ | ۱۸٦ |
| | | /u/ | ۳۸۸ | ۳۱۷ | ۱٦۵ |
| | RE Variation (dB) | | NP | ۳ | ۲/۸۳ |
| | RD Variation (%) | | ۱۲ | ٤ | ۲ |
| EL | F0 Variation (Hz) | | ۱۵ | ۲۳ | ۱۱ |
| | F1 (Hz) | /a/ | ۹۷ | ۲۷۷ | ۳ |
| | | /i/ | ۳٦ | ۳٤۸ | ۳۳ |
| | | /u/ | ۳۲ | ۱٦ | ۹۸ |
| | F2 (Hz) | /a/ | ۱۲۲ | ۱۷٦ | ۷۰ |
| | | /i/ | ٤٤ | ٤۸۵ | ۱۷۲ |
| | | /u/ | ۳۱ | ۱۰۰ | ۱٦۰ |
| | RE Variation (dB) | | NP | ۵/۵ | ۱ |
| | RD Variation (%) | | ۱ | ۵ | ۲ |

www.SID.ir

Archive of SID

گفتار و دوام زمانی واکه‌های گفتاری آنها را به خوبی نشان می‌دهند، بلکه با خاموش کردن پروتز در فواصل زمانی متعدد بعد از عمل جراحی، پایدار بودن این توانائی‌ها در نزد بیماران را نیز مشخص می‌نمایند. به این ترتیب می‌توان ادعا کرد که با گذشت زمان کافی، بیماران قادر خواهند بود که بدون استفاده از AF ویژگی‌های استاتیک واکه‌های گفتاری خود را به طور صحیح تولید نمایند. در جدول ۲ تغییرات ویژگی‌های استاتیک واکه‌ها در اثر خاموش کردن پروتز کاشت حلزون، در فواصل زمانی متعدد بعد از عمل جراحی داده شده است. در سطرهای مربوط به ویژگی RE، کلمه NP به معنای تلفظ نشدن همخوان قبل از واکه است.

## بحث

هدف از انجام این آزمون دراز مدت PN/PF پاسخ دادن به این سوال اساسی بوده که آیا با گذشت زمان، قطع فیدبک شنوائی از طریق خاموش کردن پروتز، تاثیر کمتری در تولید صحیح ویژگی‌های استاتیک واکه‌ها در این بیماران خواهد داشت؟ به عبارت دیگر، آیا این بیماران به مرور زمان می‌آموزند که این ویژگی‌ها را بدون نیاز به AF به طور صحیح تولید نمایند؟ انجام یک مطالعه کوتاه-مدت در یک مقطع زمانی خاص که توسط بسیاری از محققین قبلی صورت گرفته است (۵،۶،۷،۸)، نه تنها قادر به پاسخ دادن به این سئوال نیست بلکه بدلیل انجام شدن در مقاطع مختلف زمانی توسط گروه‌های مجزای محققین، منجر به نتایج ضد و نقیض منتشر شده در مقالات می‌شود که در بسیاری از موارد با یکدیگر سازگاری ندارند. با توجه به نتایج بدست آمده در باره تولید ویژگی‌های استاتیک واکه‌های اصلی زبان فارسی توسط کودکان ناشنوای بدون سابقه شنوائی که از پرتز چند کاناله کاشت حلزون استفاده می‌کنند، فرضیه‌ای را به صورت زیر مطرح می‌کنیم:

استفاده از پروتز چند کاناله کاشت حلزون در بیماران ناشنوای بدون سابقه شنوائی که باعث دسترسی مجدد این بیماران به اطلاعات فیدبک شنوائی می‌شود، الگوهای موتوری گفتار در این کودکان را برای تولید صحیح ویژگی‌های استاتیک واکه‌های زبان فارسی آموزش داده و در دراز مدت تثبیت می‌نماید به طوری که با گذشت زمان، وابستگی بیمار به برقراری AF برای تولید صحیح این ویژگی‌ها کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، در دراز مدت بیمار قادر خواهد بود که بدون نیاز به شنیدن آنچه که خود می‌گوید و تنها با استفاده از آموخته‌های ذهنی خود، دستگاه تولید گفتار خود را به کار گیرد تا ویژگی‌های استاتیک واکه‌ها را به طور صحیح تولید نمایید. یکی از نقاط بسیار برجسته تحقیق حاضر، بدست آمدن نتایجی واضح، گویا و بدون تناقض در مطالعه درازمدت PN/PF است که این مطالعه را از مطالعات قبلی متمایز می‌سازد. دلیل اصلی بدست آمدن این نتایج، در مرحله اول انتخاب صحیح روش مطالعه بوده است. در این مطالعه، بیماران تنها در یک مقطع زمانی مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند بلکه در فواصل زمانی متعدد بعد از عمل جراحی بررسی شده‌اند. دلیل دیگر این امر را می‌توان انتخاب صحیح ویژگی‌های استاتیک واکه‌ها دانست که دارای ثبات و پایداری نسبتاً خوبی در بین افراد طبیعی گروه کنترل بوده و به صورت کمی و عددی بیان می‌شوند. معرفی ویژگی RD به جای استفاده از دوام زمانی مطلق واکه‌ها که به شدت تحت تاثیر نرخ صحبت بیمار قرار گرفته و از ثبات و پایداری کمی در گفتار افراد طبیعی برخوردار است نمونه‌ای از این انتخاب صحیح ویژگی‌هاست.استفاده از ابزار و روشهای مهندسی که دارای پشتوانه ریاضی نسبتاً قوی هستند و نتایج کمی و عددی بدست می‌دهند به جای استفاده از روشهای تجربی و آماری نیز دلیل دیگری بر حصول نتایج شفاف و بدون تناقض در این مطالعه می‌باشد. به کارگیری ویژگی جدید RE برای تعیین میزان واکدار بودن گفتار بیماران به جای استفاده از قضاوتهای شنوندگان طبیعی در مورد میزان واکدار بودن گفتار آنها نیز، نمونه‌ای از به کارگیری این گونه روشهای مهندسی است. در مطالعات PN-PF که توسط بسیاری از محققین صورت گرفته، بیماران مورد مطالعه، افراد ناشنوای بدون سابقه شنوائی (۵،۶،۷،۸) یا دارای سابقه شنوائی (۳،٤) بوده‌اند که زمان نسبتاً طولانی (حداقل ۱۲ ماه) از عمل جراحی آنها می‌گذشته است. Lane و همکارانش (۳) که این آزمون را برای ناشنوایان دارای سابقه شنوائی به کار گرفته‌اند، نظریه‌ای را تحت عنوان Dual Process Theory مطرح کرده‌اند که بر اساس آن، با قطع فیدبک شنوائی، این افراد سعی در حفظ مفهوم بودن گفتار خود برای شنوندگان می‌کنند. برای رسیدن به این هدف، آنها برخی از ویژگی‌های کیفی گفتار خود نظیر نرخ گفتار و بلندی آن را در شرایط PF تغییر می‌دهند. آنچه مسلم است این تئوری برای افراد

www.SID.ir

Archive of SID

بدون سابقه شنوائی قابل طرح نیست زیرا آنها هیچگونه پیش زمینه قبلی در باره مفهوم بودن گفتار خود برای شنوندگان ندارند که با قطع AF سعی در حفظ آن نمایند. Tye-Murray و همکارانش (۱۱) نیز که این آزمون را برای ناشنوایان بدون سابقه شنوائی که مدت دو سال از استفاده آنها از پروتز کاشت حلزون می‌گذشته به کار گرفته‌اند، با آوانگاری (Transcription) گفتار آنها در دو وضعیت PN و PF و امتیاز دهی به شنوندگانی که این نمونه‌های گفتاری را شنیده و مورد فضاوت قرار داده‌اند، گزارش کرده‌اند که تفاوت محسوسی بین این دو وضعیت وجود ندارد.و در تحقیق حاضر، ما به منظور بررسی پارامتر گذشت زمان در میزان تاثیر قطع فیدبک شنوائی بر ویژگی‌های استاتیک واکه‌های زبان فارسی، آزمون PN-PF را در سه مقطع زمانی سه ماه، شش ماه و نه ماه پس از عمل جراحی روی کودکان ناشنوای بدون سابقه شنوائی به کار گرفته‌ایم. نتایج بدست آمده در مقطع زمانی نه ماه پس از عمل جراحی با نتایجی که سایر محققین در مطالعات کوتاه مدت خود بدست آورده‌اند، سازگاری خوبی داشته و تغییرات نسبتاً کمی را در دو وضعیت فوق نشان می‌دهد. از طرفی، با مقایسه نتایج حاصل در سه ماه و شش ماه با نه ماه پس از عمل، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین میزان تخریب این ویژگی‌ها در وضعیت PF نسبت به وضعیت PN مشاهده می‌شود. بدین ترتیب که، پس از گذشت سه ماه از عمل جراحی، خاموش کردن پروتز باعث انحراف نسبتاً شدیدی در ویژگی‌های استاتیک واکه‌های بیماران از جمله فرکانس گام، فرکانس فرمنت‌های اول و دوم، میزان واکدار بودن و دوام نسبی واکه‌ها می‌شود. از طرفی، انجام همین آزمون در فاصله زمانی شش ماه بعد از عمل انحراف کمتری را در دو وضعیت فوق نشان می‌دهد و در فاصله زمانی نه ماه پس از عمل، این انحراف باز هم کمتر می‌شود و روند نزولی این تغییرات، همگرا شدن به مقادیر اندک در دراز مدت را به خوبی نشان می‌دهد (شکل‌های ۱ تا ٤ را ببینید). با محاسبه میانگین تغییرات ایجاد شده در تمامی ویژگی‌های استاتیک واکه‌ها (فرکانس گام، فرکانس فرمنت‌ها و دو ویژگی جدید (RE and RD در فاصله ۳ ماه و ۹ ماه پس از عمل جراحی، کاهشی به میزان ٦٥ درصد در این تغییرات مشاهده می‌شود (جدول ۲ را ببینید). کلیه این مشاهدات، فرضیه‌ای را که در همین بخش مطرح نمودیم را به خوبی تایید می‌کنند. با ادامه این تحقیقات در فواصل زمانی پس از نه ماه از عمل جراحی، می‌توان ضمن تایید نتایج بدست آمده و فرضیه‌ای که آن را مطرح نمودیم، حد نهائی تغییر در ویژگی‌های استاتیک واکه‌ها را بدست آورده و فاصله این حد نهائی تا افراد طبیعی را مشخص نمود. انجام این تحقیقات، مورد نظر ما برای کارهای آتی است. همچنین مطالعه سایر آواهای گفتاری زبان فارسی، نظیر خیشومی‌ها، همخوان‌های شایشی واکدار و بی‌واک و انفجاری‌ها و تکمیل مطالعه روی واکه‌ها با بکارگیری کلیه واکه‌های زبان فارسی به جای سه واکه اصلی این زبان که در این تحقیق بررسی نموده‌ایم، چشم‌انداز مطالعات و تحقیقات آتی ما را نشان می‌دهند.

به طور خلاصه نوآوری‌های این تحقیق را می‌توان منحصر به موارد زیر دانست:

۱- این تحقیق برای اولین بار روی گفتار بیماران فارسی زبان صورت گرفته است. نتایج بدست آمده در تحقیقات سایرین، بدلیل تفاوتهای آوائی و نوائی موجود بین فارسی و سایر زبانها، مستقیماً قابل استفاده در مورد بیماران فارسی زبان نمی‌باشد.

۲- ویژگی‌های جدید RE و RD در این تحقیق معرفی شده‌اند که علاوه بر دارا بودن ثبات کافی در گفتار افراد طبیعی و مبتنی بودن بر روشهای مهندسی و پشتوانه محکم ریاضی، دو ویژگی کمی و عددی هستند و قادرند میزان واکدار بودن و دوام نسبی واکه‌های بیماران را به طور عددی بیان نمایند.

۳- نتایج کاملاً واضح، معتبر و بدون تناقضی بدست آمده است که دلیل آن را می‌توان انتخاب صحیح روش مطالعه، انجام مکرر آزمون‌ها در فواصل زمانی متعدد پس از عمل جراحی و استفاده از ابزار مهندسی پردازش گفتار و روشهای تحلیلی Objective به جای روشهای تجربی و Subjective قبلی دانست.

٤- وارد کردن پارامتر گذشت زمان در مطالعات کوتاه مدت انجام شده و به نوعی، ارائه یک روش جدید مطالعه کوتاه مدت برای بررسی میزان تاثیر برقراری فیدبک شنوائی در تولید صحیح ویژگی‌های استاتیک واکه‌ها با گذشت زمان. این روش جدید، منجر به نتایجی بسیار واضحتر و معتبرتر نسبت به نتایج قبلی بدست آمده توسط سایر محققین گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

# منابع

1. Lane H., Webster J., Speech deterioration in postlingually deafened adults. J. Acoust. Soc. Am. 1991, 89: 859-866.

2. Waldstein R., Effects of opstlingual deafness on speech production: Implications for the role of auditory feedback. J. Acoust. Soc. Am. 1990, 88: 2099-2114.

3. Lane H., Wozniak J., Matthies M., Svirsky M., Perkell J., Phonemic resetting versus postural adjustments in the speech of cochlear implant users: An exploration of voice – onset time. J. Acoust. Soc. Am. 1995, 98: 3096-3106.

4. Matthies M., Svirsky M., Perkell J., Lane H., Acoustic and articulatory measures of sibilant production with and without auditory feedback from a cochlear implant. Journal of speech and hearing research. 1996, 39: 936-946.

5. Brown C., McDowall D.W., Speech production results in children implanted with the Clarion® implant. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 1999, 108(4): pt. 2: 110-112.

6. Sehgal S.T., Kirk K.I., Svirsky M., Ertmer D.J., Osberger M.J., Imitative consonsnt feature production by children with multichannel sensory aids. Ear and Hearing. 1998, 19: 72-84.

7.Svurjt M. A., Jones D., Osberger M. J., Miyamoto R.T., The effect of auditory feedback on the control of oral-nasal balance by pediatric cochlear implant users. Ear and Hearing. 1998, 19: 385-393.

8. Tobey E., Angelette S., Murchison C., Nicosia J., Sprague S., Staller S., Brimacombe J., Beiter A., Speech production performance in children with multichannel cochlear implants. American Uournal of Otology. 1991, 12(S): 165-173.

9. Svirsky M., Lane H., Perkell J., Wozniak J., Effects of short term auditory deprivation on speech production in adult cochlear implant users. J. Acoust. Soc. Am. 1992, 92: 1284-1300.

10. Tye-Murray N., Spencer L., Gilbert-bedia E., Woodworth G., Differences in children's sound production when speaking with a cochlear impant turned on and turned off. Journal of speech and hearing research. 1996, 39: 604-610.

11. Tye-Murray N., Spencer L., Gilbert-Bedia E., Relationships between speech production and speech perception skills in young cochlear implant users. J. Acoust. Soc. Am. 1995, 98: 2454-2460.

12. Deller J.R., Proakis J.G., Hansen J.H., Discrete-time processing of speech signals. McMillan Publishing company, Washington: 1993.

www.SID.ir