مجله گوش، گلو، بینی و حنجره ایران
شماره سی و نهم

The Iranian Journal of Oto rhinolaryngology

دانشگاه علوم پزشکی مشهد

# بررسی تغییرات درک گفتار با کاهش‌دادن تعداد کانالهای فعال در بیماران کاشت حلزون با ۲ پروتز

## *Effect of Channel Number Decrease Performance in Two Groups of Implanted Patients with Nucleus 22 and Med-el*

Mohammad M Ghasemi, MD; Mohammad T. Shakeri PhD.; Nasrin Rasta. MD; Mohammad R Tele, BSc; Hamid Tayarani, MSc; Effet Darubord BCs.
ENT Department, Mashhad University of Medical Sciences

*Abstract*

**Objective :** One of the main questions in the design of Cochlear Implants is "How many channels of stimulation are needed to achieve a high level, of speech understanding?

Recently, some investigations have been carried out in which experiments were conducted with adults to provide an answer to this question. To reach 90% accuracy in quit. 5 channels are necessary for more difficult sentences produced by multiple talkers (Loizou et al.1999). and 8 or more channels are necessary for monosyllabic words (Dorman et al., in press).

**Material and method :** In our research we extend our observations on the number of channels necessary to reach high levels of word Recognition Scores (Without Lip-reading)to a group of 30 implanted patients using the Nucleus 22 and Med-el(Combi 40+) cochlear implant devices, who had at least six months of Auditory Verbal Training experience following implant surgery.

Simulating various numbers of channels was performed by reducing the number of active electrodes while the overall spectral band width was preserved. Five levels of active electrodes were simulated for nucleus devices, including: 22, 16, 12.8 and 4 electrodes. Three levels of active electrodes were simulated for Med-El devices including: 12, 8, 4 electrodes. Word recognition score was measured on ten bisyllabic words after each level.

**Result :** The results showed that word recognition scores decreased dramatically, as the number of electrodes was decreased from 12 to 8 and 4 electrodes (in nucleus devise) and from 8 to 4 electrodes (in med-el devices). There was no significant difference in word recognition score as the number of electrodes was increased from 12 to 16 and 22 electrodes (in nucleus devices), and from 8 to 12 electrodes (in Med El devices).

**Conclusion :** Pesults indicate that if signal processors / electrode arrays could provide implanted patients with the equivalent of 8-12 functional channels of stimulation then the tasks of word recognition and language acquisition would be significantly facilitated.

**key words :** Cochlear implant, Channel number, Speech performance.

عنوان مقاله:
**بررسی تغییرات درک گفتار با کاهش‌دادن تعداد کانالهای فعال در بیماران کاشت حلزون با ۲ پروتز**

مؤلفین
۱. دکتر محمدمهدی قاسمی
(دانشیار گوش و حلق و بینی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، رئیس مرکز کاشت حلزون شنوایی خراسان)
۲. دکتر محمد تقی شاکری
(استادیار آمار حیاتی دانشگاه علوم پزشکی مشهد)
۳. دکتر نسرین راستا
(رزیدنت گوش و حلق بینی دانشگاه علوم پزشکی مشهد)
۴. محمدرضا طالع
(شنوایی‌شناس مرکز کاشت حلزون شنوایی خراسان)
۵. حمید طیرانی
(گفتار درمان مرکز کاشت حلزون شنوایی خراسان)
۶. عفت داروبرد
(شنوایی‌شناس مرکز کاشت حلزون شنوایی خراسان)

## خلاصه

هدف: یکی از سؤالات اساسی در طراحی پروتز کاشت حلزون شنوایی این است که چند کانال قابل تحریک قادر است بیمار را به حداکثر دسترسی به درک گفتار برساند اخیراً تحقیقات تجربی در بالغین سعی نموده‌اند که این سؤال را پاسخ دهند. برای رسیدن به ۹۰٪ در محیط ساکت ۴ کانال برای جملات ساده مورد نیاز می‌باشد (دورمن سال ۱۹۹۷ و شانون ۱۹۹۵) پنج کانال برای درک جملات مشکلی که از صحبت چند نفر ایجاد می‌شود مورد نیاز است (لویزو، ۱۹۹۹) ۸ کانال یا بیشتر برای درک کلمات منوسیلاب لازم است (دورمن و همکارانش آماده برای چاپ).

مواد و روش‌ها: مطالعه ما با هدف مشخص‌کردن تعداد کانالهایی که جهت رسیدن به سطح بالایی از درک گفتار (بدون لب خوانی) لازم است روی ۳۰ بیمار کاشت حلزون با پروتزهای نوکلئوس ۲۲ کاناله و مدال (+COMBI 40) که حداقل ۶ ماه تربیت شنیداری -کلامی پس از کاشت داشتند طرح‌ریزی شد.

تعداد مختلفی از کانالها تحریک شدند و تا مادامی‌که طیف کاملی از پهنای باند وجود داشت کانالهای فعال کاهش داده شد. ۵ نوبت الکترودهای فعال با تعداد کانالهای ۲۲، ۱۶، ۱۲، ۸ و ۴ برای پروتز نوکلئوس تحریک شد و ۳ نوبت نیز برای پروتز مدال با تعداد کانالهای ۱۲، ۸ و ۴ تحریک انجام شد. میزان تشخیص کلات با ۱۰ کلمه دوسیلابی در هر مرحله بررسی شد.

نتیجه: نتایج زیر به‌صورت کاهش میزان درک کلمات با توجه به کاهش الکترودها به ۱۲، ۸ و ۴ (در پروتز نوکلئوس) و کاهش الکترودها از ۱۲ به ۸ و سپس ۴ الکترود (پروتز مدال) مشخص گردید. تغییرات معنی‌داری در میزان درک کلمات در زمانی که پروتز نوکلئوس ۲۲، ۱۶ و ۱۲ الکترود فعال بود و یا پروتز مدال ۱۲ و ۸ الکترود فعال داشت، ایجاد نشد.

نتیجه گیری: نتایج دلالت بر این دارد که اگر پردازشگر گفتار بتواند افراد کاشت شده را از طریق ۸ تا ۱۲ کانال فعال تحریک کند، پاسخ درک کلمات و فراگیری زبان به‌طور قابل توجهی آسان‌تر خواهد شد.

## مقدمه

برای دستیابی به بهترین سطح درک گفتار در بیماران کاشت شده تعیین تعداد کانالهای فعال یکی از سؤالات پایه برای طرح‌ریزی هر رشته الکترودی می‌باشد. تحقیقات بسیاری برای تعیین تعداد کانالهای لازم برای دستیابی به بهترین درک گفتار در بالغین و کودکان انجام گرفته است. برخی تحقیقات هم برای تعیین حداقل تعداد کانال لازم برای رسیدن به بالاترین درک گفتار روی افراد با شنوایی نرمال توسط تقلیدی از پردازشگر گفتار انجام شده است. کرایتریاهای لازم برای مقایسه بین بیماران و افراد نرمال در این تحقیقات اولیه مشخص شده و اعلام گردیده که فاکتورهای متعددی روی چگونگی درک گفتار در یک بیمار دخالت دارد. این فاکتورها را می‌توان به ۲ دسته تقسیم کرد.

این فاکتورها شامل A- فاکتورهای بیمار، B- فاکتورهای وسیله می‌باشند.

A- فاکتورهای مربوط به بیمار شامل: جمعیت نورونی باقیمانده، dQ، محرمیت شنیداری (حسی - عصبی) تکامل سیرهای شنیداری، طول مدت ناشنوایی، سن زمان کاشت، سطح زبانی قبل از عمل، معلولیتهای دیگر، کرایتریای انتخاب بیمار قبل از عمل.

B- فاکتورهای مربوط به‌وسیلهٔ شامل: تعداد کانالها: عمق جایگذاری الکترود، زاویه چرخش رشته الکترودی دورمودیولوس، نحوه برنامه‌ریزی پردازشگر گفتار.

در بین فاکتورهای وسیله عمق جایگذاری قویترین فاکتوری است که نقش مهم و برجسته‌ای در درگ گفتار دارد. در یک پروتز چند کاناله تعداد الکترودها یا جفت الکترودها متناسب با تعداد تمایزات بین فرکانسی است. روشن است که افزایش تعداد الکترودها تمایز فرکانسی را افزایش می‌دهد و درک گفتار واضح‌تر و بهتر صورت می‌پذیرد (۲ و ۱).

**جدول ۱** جدول میانگین نتایج درک گفتار درحالتهای مختلف تعداد کانال در پروتزهای Med-el و Nucleus.

| Channel number | 4 | 8 | 12 | 16 | 22 |
|---|---|---|---|---|---|
| nucleus | 18.70% | 51% | 76.57% | 79.25% | 84.25% |
| Med-el | 40% | 73.8% | 77.2% | | |

مراحل تفکیک آمپلیتود (Amplitude resolution steps) و سرعت تحریک (Stimulus Rate) ۲ پارامتر عمده اثر گذار در درک گفتار در یک پروتز چندکاناله هستند (۷ و ۸).

آزمونهای گفتاری که درک گفتار را اندازه گیری می‌کنند متعددند. آزمون بازشناسی جمله آن‌قدر ساده است که با استفاده از آن نمی‌توان پی برد بیمار از چند کانال برای تمایز فرکانسی استفاده می‌کند. بنابراین درک گفتار واقعی بیمار را نشان نمی‌دهد. برای این منظور بازشناسی کلمات موتوسیلاب یا دو سیلابی مناسب‌ترند (۱). در سالهای اخیر برای هر نوع پروتز بیشتر از یک نوع استراتژی پردازش گفتار مورد استفاده قرار گرفته که مطلوبتر بوده است. درک گفتار با یک برنامه ثابت پردازش گفتار در یک پروتز چندکاناله به یک خط مماس یا کفه (asymptote level) می‌رسد که تعداد کانالها برای رسیدن به این سطح در مورد مصوت‌ها، واکه‌ها، مونوسیلاب، دوسیلاب و جمله فرق دارد و افزایش تعداد کانالها بیشتر از این سطح تغییری در درک گفتار ایجاد نمی‌کند (۱ و ۲).

## مواد و روشها

۲۰ بیمار با Nucleus 22 و ۱۰ بیمار با Med-el (COMBI 40+) برای این مطالعه انتخاب شدند که معیارهای انتخاب برای کاشت در هر دو گروه یکسان بود. تمام آنها حداقل ۶ ماه تحت تربیت شنیداری-کلامی پس از کاشت قرار داشتند. جایگذاری رشته الکترودی در همه بیماران دو گروه کامل بود و تمامی کانالها فعال بودند. لازم به ذکر است که پروتز Nucleus 22 دارای ۲۲ کانال و پروتز Med-el(COMBI40+) دارای ۱۲ کانال فعال می‌باشد.

متوسط سن در گروه Nucleus 22 ۷/۷ (سال ۲/۴± = انحراف معیار) و در گروه Med-el ۷ سال (سال ۲/۳± = انحراف معیار) بود. کاهش تعداد کانالها با خاموش‌کردن برخی از کانالها که شامل ۴ مرحله برای Nucleus 22 و ۲ مرحله برای گروه Med-el بود انجام شد. در تمامی مراحل کاهش تعداد، عمق کامل جایگذاری حفظ می‌شد و خاموش شدن الکترودها به‌صورت پراکنده صورت می‌گرفت تا اثری بر روی عمق جایگذاری نداشته باشد. بنابراین اثر عمق جایگذاری روی درک گفتار از مطالعه حذف شد.

در این مطالعه از آزمونهای مقایسه گروه همچون ANNOVA و TUKY استفاده شده است. باتوجه به این‌که در تمامی موارد مطالعه عمق جایگذاری یکسان بود و تنها تفاوت هر مرحله با مرحله بعد فقط تعداد کانالهای فعال بود، هر شخص فقط با خودش مقایسه می‌شد لذا تمام فاکتورهای مربوط به بیمار یا پروتز که روی درک گفتار اثر گذارند از مطالعه حذف می‌شدند.

تنها متغیر مؤثر در مطالعه تعداد کانالها می‌باشد که متغیر مستقل و نتیجه آزمون گفتاری متغیر وابسته می‌باشد.

معیار اندازه گیری درک گفتار بازشناسی کلمات دوسیلابی بود.

-گروه Nucleus 22 شامل ۵ مرحله بود:

- مرحله اول: تمام ۲۲ کانال فعال بودند.
- مرحله دوم: فقط ۱۶ کانال فعال بودند.
- مرحله سوم: تنها ۱۲ کانال از ۲۲ کانال فعال بودند.
- مرحله چهارم: ۸ کانال فعال بودند.
- مرحله پنم: ۴ کانال فعال بودند.

-گروه Med-el شامل ۳ مرحله بود:

- مرحله اول: تمام ۱۲ کانال فعال بودند.
- مرحله دوم: فقط ۸ کانال فعال بودند.
- مرحله سوم: تنها ۴ کانال فعال بودند.

در این مطالعه از گرافی استنورث برای تأیید جایگذاری کامل رشته الکترودی داخل حلزون استفاده شد.

آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام گرفته است.

## نتایج

این مطالعه نشان داد که کاهش تعداد کانالها تا یک حد مشخص درک گفتار را کاهش نمی‌دهد، اما پس از آن حد، کاهش قابل توجه در درک گفتار با کاهش تعداد کانالها در تمام بیماران و در هر دو گروه ایجاد می‌شود.

میانگین نمرات درک گفتار در گروه Nucleus 22 به ترتیب عبارت بودند از:

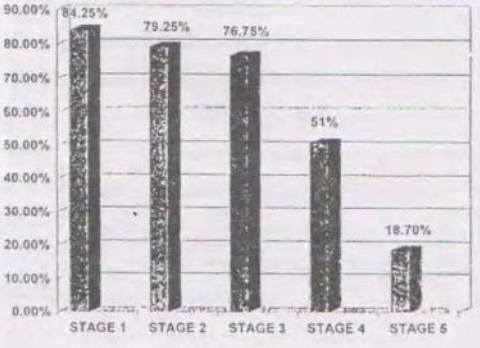
مرحله ۱: ۸۴/۲۵٪، مرحله ۲: ۷۹/۲۵٪، مرحله ۳: ۷۶/۷۵٪، مرحله ۴: ۵۱٪، مرحله ۵: ۱۸/۷٪ (نمودار - ۱)

میانگین نمرات در گروه Med-el عبارت بودند از:

مرحله ۱: ۷۷/۲٪، مرحله ۲: ۷۳/۸٪، مرحله ۳: ۴۰٪ (نمودار - ۲).

در گروه Nucleus تفاوت معنی‌دار بین نتایج مراحل (۱ و ۲۴)، (۱ و ۵)، (۲ و ۴)، (۲ و ۵)، (۳ و ۴)، (۳ و ۵)، (۴ و ۵) وجود دارد ($p<0.001$).

نمرات میانگین درک گفتار در مراحل ۲۲، ۱۶ و ۱۲ کاناله تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.




**نمودار ۱** مقایسه اثر تعداد کانالهای فعال در پروتز Nucleus روی نتایج درک گفتار به‌صورت درصد پاسخهای صحیح به کلمات دوسیلابی.

درحالی‌که بین این مراحل و مراحل ۸ و ۴کاناله تفاوت معنی‌داری در درک کلمات دوسیلابی وجود داشت همچنین بین مرحله ۸ و ۴کاناله هم تفاوت معنی‌دار بود. بنابراین خط مماس یا کفه در درک کلمات دو سیلابی در پروتز Nucleus مرحله ۱۲کاناله می‌باشد که کاهش بیشتر از این تعداد باعث کاهش معنی‌دار در درک گفتار می‌شود.

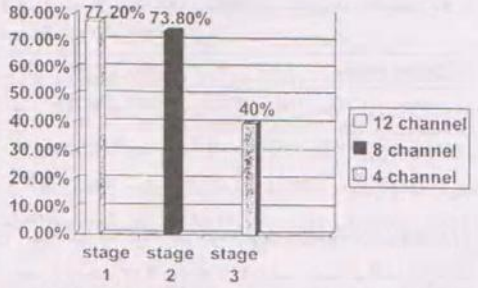
در گروه Med-el تفاوت معنی‌داری بین درک گفتار کلمات دوسیلابی در مراحل ۱۲ و ۸کاناله وجود نداشت اما بین این مراحل و مرحله ۴کاناله تفاوت معنی‌داری بود پس خط مماس (asymptote) در درک کلمات دوسیلابی در پروتز Med-el مرحله ۸کاناله می‌باشد.

## بحث

تا به حال هیچ تحقیقی در مورد خط مماس یا همان asymptote level در درک کلمات دوسیلابی روی بچه‌های کاشت شده انجام نشده است.

در تحقیقات Dorman و Ioizou روی افراد با شنوایی نرمال و بیماران کاشت حلزون نشان داده‌اند پردازشگر گفتار با ۸کانال می‌توانند درک گفتار معادل با پردازشگرهای با تعداد کانالهای بیشتر در افراد کاشت شده ایجاد کند (۳).

در مطالعه دیگری از همین متخصصین روی افراد با شنوایی نرمال ۸ کانال برای درک مصوت‌ها ۴ و ۵ کانال برای درک جملات لازم دانسته شده است. به‌خاطر تفاوتهای تکاملی زبان‌آموزی بین ناشنوایان بالغ و کودک برای رسیدن به asymptote level یا خط مماس در درک گفتار، در تعداد کانالهای لازم تفاوت وجود دارد. در یک مطالعه اطفال ۴کانال بیشتر از بالغین برای رسیدن به ۹۰-۸۰٪ از بازشناسی کلمات نیاز دارند و ۱۲-۸ الکترود (کانال) برای رسیدن به‌این منظور مناسب دانسته شده است (۴).




**نمودار ۲** مقایسه اثر تعداد کانالهای فعال در پروتز Med-el(COMBI40+) روی نتایج درک گفتار به‌صورت درصد پاسخهای صحیح به کلمات دوسیلابی.

Faulkner و همکاران در یک مطالعه روی افراد با شنوایی نرمال در محیط با Noise متوسط نشان دادند که خط مماس درک گفتار برای مصوتها، واکه‌ها و جمله ۸کانال بود و افزایش تعداد کانالها بیشتر از ۸عدد هیچ تفاوتی در ۳ آزمون‌شونده ایجاد نکرد (۶).

باتوجه به نتایج به‌دست آمده ازمطالعات فوق و مقایسه آن با نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که عدد ۸-۱۲ تقریباً یک عدد ثابت برای رسیدن به بهترین سطح مطلوب درک گفتار می‌باشد که در مطالعه‌ها روی کودکان یا متوسط سن ۷ سال در هر دو گروه نیز به این رقم رسیده‌ایم.

نکته جالب توجهی که در مقایسه بین دو گروه Nucleus و Med-el وجود دارد تفاوت ۴کانال برای رسیدن به سطح مماس است.

تفاوت بارزی در درک کلمات بین مراحل ۸کاناله و ۴کاناله در این دو گروه وجود دارد که تفاوت در مراحل ۸کاناله از لحاظ آماری معنی‌دار است ($p<0.5$) اما بین مراحل ۴کاناله معنی‌دار نیست.

توجیه این تفاوت را می‌توان در عمیق‌تربودن جایگذاری الکترود Med-el نسبت به Nucleus دانست، چرا که عمق جایگذاری در Med-el ۳۱mm و در Nucleus ۱۷mm می‌باشد که ۱۴mm کمتر است.

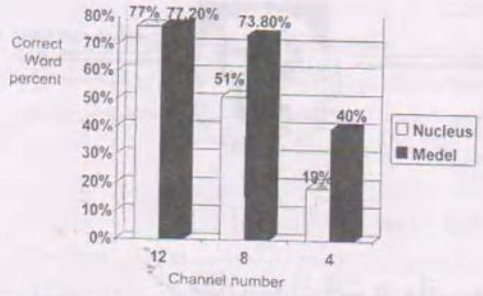
بنابراین باتوجه به مطالبی که در مقاله قبل در مورد اثر مهم عمق جایگذاری ارائه شد مکان الکترودها در پروتز Med-el به ناحیه فرکانسی آناتومیک مربوط به خود در حلزون نزدیکتر بوده و تمایز فرکانسی بهتر صورت می‌گیرد لذا پروتز Med-el با ۸ الکترود سطح یکسانی از درک گفتار را معادل ۱۲ الکترود در پروتز Nucleus ایجاد می‌کند (نمودار ۲-۳).

## نتیجه‌گیری

نتایج نشانگر این‌است‌که در کودکان کاشت شده برای رسیدن به خط

مماس در درک گفتار (حداقل برای درک کلمات دوسیلابی) بسته به نوع پروتز ۱۲-۸ کانال لازم است که در این مطالعه برای پروتز Med-el ۸ کانال و برای پروتز Nucleus ۱۲ کانال می‌باشد. کاهش تعداد کانالها از ۲۲ تا ۱۲ در Nucleus و از ۱۲ تا ۸ در Med-el تفاوت معنی‌داری در درک کلمات ایجاد نکرد اما کاهش بیشتر از این مقادیر تفاوت قابل ملاحظه و ناگهانی در درک کلمات ایجاد می‌کرد.

در پروتز Med-el به‌خاطر عمق جایگذاری بیشتر با تعداد کانالهای کمتر از پروتز Nucleus قادر به رسیدن به خط مماس در درک کلمات می‌باشیم.




**نمودار ۳** مقایسه میانگین نتایج درک گفتار در حالتهای ۱۲ کاناله، ۸ کاناله و ۴ کاناله در پروتز Med-el یا Nucleus

## Reference

1. Dorman Michel. F "spech perception by adults" in "cochlear implants" Walstman Susan. B, Cohen Noel. (3230324).
2. Dorman Michel. F, Loizou Phillip. c"speech intelligibility as a function of the number channels of stimulation for normal-hearing listeners and patient with cochlear implants" 1997. the Am. J otology (18: s113-s114).
3. Dorman. M, Loizou. P, Kemp. L, Kirk. K. "word recognition by children listening to speech processed into small number of channels" (1999. www. utdullas. edu/ loizou/cimplants/children. html)
4. Dorman Michel. F "speech perception by adults" in" cochlear implants" Walstman Susan. B, Cohen Noel. (321-322).
5. Dorman. M.F, Liozou. Pc, Rainey. D. "speech intelligibility as a function of the number of channel of stimulation for signal processors using sine wave and noise-band out puts" PMID: 9348698 [Pub med].
6. Faulkner. A, Rosen. S, Wilkinson. L "Effect of the number of channels ad speech-to-noise ratio on rate of connected discourse tracking through a simulatred cochlear implant spech processor" Ear & Hearing 2001; 22; (431-438).
7. Kiefer. Jan, Von Ilberg. CHristoph, Rupprecht. Vittoria, Haber. Egenery, Baumgartner. W, Gstoettner. W, Forgasi K, Stephan. K. "optimized speech understanding with the speech coding strategy in cochlear implants: the effect of variations stimulus rate and number of channels" in" cochlear implants" Waltsman Susan. B, Cohen Noel L. (339-340).
8. Loizou. P, Dorman. M, Tu. Z "On the number of channels needed to understand speech" 1999. www. utdallas. edu/ loizou/cimplants / channels. pdf.