

Research Paper

Effect of Cochlear Implantation on Central Auditory Development in Children with Congenital Deafness



Arash Bayat^{1*}, Nader Saki², Majid Karimi³

1. Associate Professor, Department of Audiology, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
2. Professor, Department of Otolaryngology, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
3. Instructor, Department of Audiology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan
and read the article online



Citation Bayat A, Saki N, Karimi M. [Effect of Cochlear Implant on Central Auditory Development in Children with Congenital Deafness (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2025; 24(3):222-230. 10.32592/jsmj.24.2.114

 <http://www.doi.org/10.32592/jsmj.24.2.114>

ABSTRACT

Background and Objectives Cochlear implant (CI) is now the standard treatment option for management of children with profound hearing loss. Cortical auditory evoked potentials (CAEPs) are a non-invasive procedure that can be used to objectively assess the maturation of the auditory cortex in children. The objective of current study was to investigate the effect of CI on central auditory maturation in children through a CAEPs recording.

Subjects and Methods This cross-sectional study involved a total of 78 children with unilateral CI. CAEPs were recorded in CI recipients in response to /s/, /g/ and /m/ speech stimuli. The CAEP responses were recorded before CI (pre-CI), 2-month post-CI, 6-month post-CI, and 12-month post-CI. The latency and wave amplitude of P1 response was recorded for all children.

Results The mean latency of P1 wave was significantly reduced for all speech stimuli after CI compared to pre-CI time-point ($P < 0.001$). Similarly, there was a significant increase in the amplitude of P1 after CI compared to pre-CI condition ($P < 0.001$). Furthermore, comparisons of P1 latency and wave amplitude in response to different speech stimuli revealed that the /g/ stimulus elicited the lowest latency, and the /m/ stimulus evoked the largest amplitude.

Conclusion CAEPs are an objective approach that can be utilized to monitor auditory cortical plasticity in children with congenital deafness after cochlear implantation.

Keywords Cochlear implant, Cortical auditory evoked potential, Children, Congenital deafness

Received: 30 March 2025

Accepted: 10 May 2025

*** Corresponding Author:**

Arash Bayat

Address: Associate Professor Department of Audiology, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Tel: 09183615157

E-Mail: bayat-a@ajums.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Cochlear implants (CIs) have become a widely accepted intervention for treating children with severe to profound/profound hearing loss. Cortical auditory evoked potentials (CAEPs) are a non-invasive procedure that can be used to objectively assess the cortical auditory function. These responses can be utilized to monitor auditory system maturation in hearing-impaired and normally-hearing individuals. The purpose of this study was to assess the effect of CIs on central auditory maturation in children using CAEP recording.

Methods

This cross-sectional study included 78 children with prelingual profound deafness. All participants had received cochlear implants from the same surgeon, adhering to our department's established surgical criteria. CAEPs were elicited in unilaterally CI users in response to /s/, /g/ and /m/ speech stimuli. To assess central auditory processing, CAEPs were elicited in unilateral CI users. These responses were triggered by /s/, /g/, and /m/ speech stimuli and obtained at distinct intervals: prior to CI, and at 2, 6, and 12 months after implantation. For all children, the latency and amplitude of the P1 response were recorded.

Results

According to our data, the mean P1 latency was significantly reduced for all speech stimuli after CI compared to pre-CI time point ($P < 0.001$). Similarly, there was a significant improvement in the P1 amplitude after CI compared to pre-CI condition ($P < 0.001$). Furthermore, comparisons of P1 latency and amplitude in response to different speech stimuli revealed that the /g/ stimulus elicited the lowest latency, and the /m/ stimulus evoked the largest amplitude.

Conclusion

CAEPs are an objective tool that can be utilized to monitor auditory cortical plasticity in children with congenital deafness post-implantation.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (registration number: IR.AJUMS.REC.1398.562).

Funding

There is no funding associated with the work featured in this article.

Author's contributions

A.B. and M.K. performed the experiments; A.B. analyzed the data; A.B. and M.K. designed research; A.B., N.S. and M.K. wrote the manuscript. All authors have approved the final draft of the manuscript.

Conflicts of interest

No potential conflict of interest was reported by the authors.

Acknowledgements

We wish to thank all our colleagues at Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences.

مقاله پژوهشی

تأثیر کاشت حلزون بر تکامل سیستم شنوایی مرکزی در کودکان مبتلا به ناشنوایی مادرزادی

آرش بیات^{۱*}، نادر صاکی^۲، مجید کریمی^۳

۱. دانشیار گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توان بخشی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

۲. استاد گروه گوش و حلق و بینی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

۳. دانشجوی دکترای شنوایی شناسی، دانشکده علوم توان بخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

Use your device to scan
and read the article online**Citation** Bayat A, Saki N, Karimi M. [Effect of Cochlear Implant on Central Auditory Development in Children with Congenital Deafness (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2025; 24(3):222-230. 10.32592/jsmj.24.2.114<http://www.doi.org/10.32592/jsmj.24.2.114>

چکیده



زمینه و هدف: کاشت حلزون (CI) در حال حاضر گزینه درمانی استاندارد برای درمان کودکان مبتلا به کم‌شنوایی عمیق محسوب می‌شود. پتانسیل‌های برانگیخته شنوایی قشر (CAEPs) یک روش غیرتهاجمی است که می‌تواند برای ارزیابی عینی بلوغ قشر شنوایی در کودکان استفاده شود. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر CI بر تکامل سیستم شنوایی مرکزی در کودکان از طریق ثبت CAEPs بود.

روش بررسی: طی این مطالعه مقطعی، تعداد ۷۸ کودک که تحت عمل کاشت حلزون یک‌طرفه قرار گرفته بودند، مورد بررسی قرار گرفته و پاسخ‌های CAEPs آن‌ها نسبت به محرک‌های گفتاری /s/، /g/ و /m/ ثبت شد. پاسخ‌های CAEP در مراحل زمانی قبل از CI، دو ماه پس از CI، شش ماه پس از CI و ۱۲ ماه پس از CI مورد بررسی قرار گرفتند. برای همه کودکان، زمان تأخیر و دامنه موج پاسخ موج P1 محاسبه شد.

یافته‌ها: میانگین تأخیر موج P1 برای تمام محرک‌های گفتاری پس از کاشت در مقایسه با زمان قبل از CI به طور معناداری کاهش یافته بود ($P < 0.001$). دامنه‌های P1 نیز پس از CI در مقایسه با شرایط قبل از CI به طور قابل توجهی افزایش یافته بودند ($P < 0.001$). کمترین زمان تأخیر و بیشترین دامنه به ترتیب مربوط به محرک‌های /g/ و /m/ بدست آمد.

نتیجه‌گیری: CAEP یک ابزار مفید است که می‌تواند برای بررسی شکل‌پذیری قشر شنوایی در کودکان مبتلا به ناشنوایی مادرزادی که تحت کاشت حلزون قرار گرفته‌اند، مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: کاشت حلزون، پتانسیل‌های برانگیخته قشر شنوایی، کودکان، ناشنوایی مادرزادی

تاریخ دریافت: ۱۱ فروردین ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۱ اردیبهشت ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

آرش بیات،

نشانی: دانشیار گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توان بخشی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تلفن: ۰۹۱۸۳۶۱۵۱۵۷

رایانامه: bayat-a@ajums.ac.ir

مقدمه

امروزه کم‌شنوایی در کودکان به‌عنوان یک چالش مهم سلامت جهانی محسوب می‌شود که می‌تواند روند ارتباطات، مشارکت اجتماعی و کیفیت زندگی را در بیماران با کاهش شنوایی شدید تا عمیق تحت تأثیر قرار دهد (۱). در کودکانی که استفاده از وسایل تقویت‌کننده صوتی نظیر سمعک‌ها از کارایی لازم برخوردار نمی‌باشد، بهره‌گیری از فناوری کاشت حلزون یک روش توان‌بخشی بسیار مفید جهت بازیابی دسترسی به اطلاعات شنوایی از طریق تحریک مستقیم عصب شنوایی به صورت الکتریکی می‌باشد (۲). در حقیقت کاشت حلزون این امکان را برای کودکانی با کاهش شنوایی حسی-عصبی شدید تا عمیق فراهم نموده است تا هرچه بیشتر بتوانند از سیستم شنوایی خود در فرایند برقراری ارتباط با خانواده و جامعه بهره‌گیرند و مهارت‌هایی زبانی و گفتاری، اجتماعی-روانی و آموزشی خود را افزایش دهند (۳).

اگرچه بسیاری از کاربران کاشت حلزونی، بهبود مهارت‌های شنوایی و گفتاری چشمگیری را گزارش می‌کنند ولی با این حال برخی بیماران کاشت شده، رشد مهارت‌های شنوایی محدودی را نشان می‌دهند که این موضوع به ویژه در محیط‌های پرسروصدا بارزتر است. شناخت عوامل زمینه‌ساز این تغییرپذیری برای بهبود روند توان‌بخشی کودکان کاشت حلزون شده بسیار مهم است که از جمله این عوامل می‌توان به جمعیت شناختی (سن کاشت، طول مدت کم‌شنوایی و علت کم‌شنوایی)، سلامت عصبی (شامل بقای گانگلیون مارپیچی نورون‌ها و انعطاف‌پذیری عصبی قشر مغز)، و شناختی (حافظه کاری کلامی، توجه) اشاره نمود (۴-۶).

تحقیقات انجام‌گرفته بیانگر این مطلب هستند که سن بحرانی برای شکل‌گیری مهارت‌های زبانی و گفتاری در کودکان زیر سه سال می‌باشد (۵). اگرچه شکل‌گیری یک‌سری مهارت‌های زبانی و گفتاری بعد از سه سالگی نیز امکان‌پذیر می‌باشد، اما بی‌تردید رشد برخی عناصر ظریف و پیچیده زبانی (مانند آهنگ گفتار) تا حدود زیادی تحت تأثیر قرار گرفته و به سختی به ساختار زبانی همسالان هنجار نزدیک می‌شوند. از این‌رو، رشد مهارت‌های زبانی و گفتاری در کودکان کم‌سن و سال مبتلا به افت شنوایی شدید تا عمیق در خلال دوره بحرانی زبان‌آموزی، نیازمند بهره‌گیری هرچه سریع‌تر از تقویت‌کننده‌های صوتی نظیر پروتز کاشت حلزون می‌باشد (۷). بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده مشخص گردیده که مسیرهای سیستم شنوایی مرکزی در طی سه سال نخست زندگی کودک در بالاترین حد شکل‌پذیری (پلاستی سیتی) خود می‌باشند. حال، چنانچه در این بازه زمانی مداخله توان‌بخشی شنوایی با انجام کاشت حلزون آغاز گردد، انتظار می‌رود که فرایند سازماندهی عصبی بیش از پیش، مشابه با فرایند رشد عصبی کودکان با شنوایی طبیعی باشد (۸و۹).

در حال حاضر، پاسخ‌های برانگیخته قشری شنوایی (CAEPs) از جمله مهم‌ترین روش‌های عینی (objective) جهت بررسی عملکرد سیستم شنوایی و تایید پاسخ‌های رفتاری مورد استفاده در برنامه‌ریزی کاشت حلزون در مبتلایان به کم‌شنوایی محسوب می‌شوند؛ چرا که از همان سنین پایین قابل ثبت بوده و نیاز چندانی به همکاری فرد آزمایش‌شونده ندارند. در حقیقت، امواج CAEPs منعکس‌کننده رسیدن اصوات با فرکانس‌های مختلف به قشر شنوایی بوده و این امکان را برای متخصصین مربوطه فراهم می‌سازند تا کل مسیر سیستم شنوایی را مورد ارزیابی قرار دهند (۱۰) و (۱۱). پاسخ‌های قشری شنوایی در مقایسه با پاسخ‌هایی که از ناحیه ساقه مغز ثبت می‌شوند، دامنه بسیار بزرگ‌تری را دارا می‌باشند. همچنین، ثبت این پاسخ‌ها به تعداد محرک کم‌تری نیاز داشته و حساسیت آن‌ها نسبت به نویزهای محیطی کمتر می‌باشد. از سویی دیگر، پاسخ‌های CAEPs با استفاده طیف وسیعی از محرک‌های گفتاری قابل برانگیختن می‌باشند. با توجه به این‌که سیستم شنوایی مرکزی و مدارات و شبکه‌های پیچیده عصبی آن جهت پردازش مطلوب گفتار شکل یافته‌اند، به همین دلیل ثبت پاسخ‌های قشری شنوایی با استفاده از محرکات گفتاری، معیار مناسبی را برای ارزیابی روند درک گفتار حتی در سنین خردسالی فراهم می‌آورد (۱۱-۱۳).

بهره‌گیری از CAEPs نقش مهمی در تعیین کاندیداتوری کودکان برای کاشت حلزون و پیش‌بینی میزان موفقیت و نیز برنامه‌ریزی پروتز کاشت حلزون دارا می‌باشد. به‌عنوان مثال پتانسیل P1 قشری به‌عنوان یک شاخص بیولوژیک در بررسی تکامل سیستم عصبی شنوایی در کودکان محسوب می‌شود. از طریق ثبت P1 می‌توان به این مطلب پی برد که آیا صداهای شنوایی و گفتاری را که در سطح محاوره به صورت موثر از طریق پروتز به سیستم شنوایی فرد ارائه می‌شوند، می‌توان در سطح قشر شنوایی درک نمود؟ (۱۴ و ۱۵).

مطالعات اندکی ارزش بالینی پاسخ‌های قشری شنوایی (CAEPs) را به‌عنوان یک آزمون آبجکتیو (عینی) در بررسی تکامل سیستم شنوایی کودکان کم‌شنوا مورد بررسی قرار داده‌اند. هدف اصلی از انجام این پژوهش، بررسی تغییرات CAEPs کودکان با کاهش شنوایی شدید-عمیق پیش زبانی پس از دریافت پروتز کاشت حلزون بود. بدین منظور روند تغییرات دامنه و زمان نهفتگی پاسخ‌های قشری کودکان قبل و پس از دریافت پروتز در یک دوره زمانی یک ساله مورد مطالعه قرار گرفتند.

روش بررسی

افراد مورد مطالعه

پژوهش حاضر از نوع مقطعی تحلیلی بود که طی آن تعداد ۷۸ کودک با

جندی شاپور

در این مطالعه نتایج ارزیابی قشری شنوایی با استفاده از محرک‌های گفتاری در چهار مرحله زمانی ثبت گردیدند که شامل "قبل از عمل جراحی کاشت حلزون"، "دو ماه بعد از عمل جراحی کاشت حلزون"، "شش ماه بعد از عمل جراحی کاشت حلزون" و "۱۲ ماه بعد از عمل جراحی کاشت حلزون" بودند که طی آن زمان نهفتگی و دامنه پاسخ قشری P1 ثبت گردید.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا با استفاده از روش‌های آمار توصیفی (شامل جداول توزیع فراوانی، شاخص‌های مرکزی و پراکندگی) به توصیف متغیرهای مورد مطالعه پرداخته شد. سپس با به‌کارگیری آزمون‌های آماری تی زوجی و آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر (RM-ANOVA) تغییرات پاسخ‌های قشری طی زمان بررسی گردید. جهت آنالیز نتایج از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد و سطح معناداری نیز ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

افراد شرکت‌کننده در این پژوهش شامل ۷۸ کودک بودند که تحت عمل کاشت حلزون یک‌طرفه (گوش راست: ۵۰ نفر و گوش چپ: ۲۸ نفر) قرار گرفته بودند (جدول ۱).

جدول ۲، بیانگر میانگین زمان نهفتگی موج P1 در فواصل زمانی مختلف ارزیابی می‌باشد. نتایج آزمون RM-ANOVA بیانگر این مطلب بود که میانگین زمان نهفتگی P1 پس از عمل کاشت حلزون کاهش آماری معناداری را طی زمان نشان داده است ($p < 0.001$). این کاهش زمان نهفتگی در خصوص کلیه محرک‌های گفتاری مورد استفاده وجود داشت. با این حال، کم‌ترین میزان زمان نهفتگی برای محرک /g/ و بیشترین مقدار آن برای محرک /m/ مشاهده گردید.

جدول ۳، میانگین و انحراف معیار دامنه موج P1 را در فواصل زمانی مختلف ارزیابی نشان می‌دهد. مقایسه میانگین دامنه پاسخ با استفاده از آزمون RM-ANOVA حاکی از این بود که میانگین دامنه موج P1 با گذشت زمان افزایش چشمگیری را نشان داده است ($p < 0.001$). این روند افزایشی دامنه پاسخ در مورد کلیه محرک‌های گفتاری مورد استفاده مشاهده شد، البته بیشترین مقدار دامنه برای محرک /g/ و کمترین مقدار آن برای محرک /m/ ثبت شد.

ارزیابی نقش متغیرهای جنسیت، گوش مورد جراحی و نوع برند پروتز کاشت حلزون بر روند تغییرات دامنه و زمان نهفتگی موج P1 بیانگر این مطلب بود که این عوامل تاثیر معناداری را بر نتایج ثبت‌شده دارا نمی‌باشند.

کاهش شنوایی شدید تا عمیق مادرزادی که کاندید عمل کاشت حلزون شده بودند، به شیوه غیر تصادفی ساده مورد بررسی قرار گرفتند. وجود کاهش شنوایی در این کودکان قبل از شش ماهگی تشخیص داده شده بود و کلیه آن‌ها پروتز کاشت حلزون خود را قبل از دو سالگی دریافت کرده بودند. میانگین سن این کودکان حین عمل کاشت ۲۱/۴۵ ماه بود. نتایج سی‌تی‌اسکن کلیه کودکان مورد مطالعه طبیعی بود و در تمامی آن‌ها الکترودها به طور کامل در ناحیه حلزون قرار داده شده بودند. کودکان دارای ناهنجاری‌های آناتومیکی گوش و یا ابتلا به سندرم خاص از مطالعه حاضر خارج گردیدند. لازم به ذکر است که کلیه افراد تحت مطالعه حداقل چهار ماه قبل از عمل کاشت حلزون تحت جلسات منظم توان‌بخشی شنوایی قرار گرفتند و در هر دو گوش خود سمعک متناسب استفاده می‌کردند. یک ماه پس از عمل کاشت حلزون، جلسات توان‌بخشی شنوایی به طور منظم (هفته‌ای سه جلسه) برای کلیه کودکان انجام پذیرفت و آن‌ها در طی جلسات برگزار شده علاوه بر دستگاه کاشت حلزون، از سمعک‌های قبلی خود نیز در گوش مقابل بهره می‌گرفتند.

روش و ابزار جمع‌آوری داده‌ها

در این پژوهش تمام ارزیابی‌ها در محیط آکوستیک و با استفاده از دستگاه Frye Electronics, USA (HearLab) صورت گرفت. جهت ارزیابی‌های قشری، الکترودهای فعال، مرجع و زمین به ترتیب روی نواحی Cz، ماستوئید و پیشانی قرار داده شدند. برای ثبت پاسخ‌های معتبر سعی می‌شد که امپدانس همه این الکترودها کمتر از ۵ کیلو اهم باشد و فیلتراسیون پاسخ نیز در محدوده فرکانسی ۰/۲ تا ۳۰ هرتز تنظیم شده بود. محرکات مورد استفاده جهت آزمون شامل محرکات گفتاری /t/، /g/ و /m/ بودند که مدت زمان تداوم ارایه (دیرش) آن‌ها به ترتیب معادل ۴۸، ۳۸ و ۳۸ میلی‌ثانیه (فاصله بین تحریکی: ۱۱۲۵ میلی‌ثانیه) در نظر گرفته شده بودند. این محرکات دارای پیک انرژی غالب در محدوده فرکانسی پایین، میانی و بالا می‌باشند و از این رو امکان ارزیابی صداهای گفتاری در محدوده وسیع فرکانسی را فراهم می‌ساختند. برای هر کودک حداقل ۱۵۰ پاسخ فاقد آرتیفکت ثبت می‌شد. محرکات از طریق بلندگویی که در فاصله یک متری کودک بود ارائه می‌شدند و به منظور بیدار نگه‌داشتن کودکان در طول تحقیق فیلم صامتی برای آن‌ها نمایش داده می‌شد. ردیابی پاسخ CAEP به طور اتوماتیک و از طریق روش آماری Hotelling's T2 با استفاده از سیستم HearLab صورت گرفت و در صورتی پاسخ‌ها قابل قبول در نظر گرفته می‌شدند که مقدار p محاسبه شده کمتر از ۰/۰۵ بود. برای جلوگیری از حرکت الکترودها و نیز اتصال مناسب آن‌ها به پوست مجسمه به ویژه الکتروود Cz، از یک پیشانی‌بند استفاده گردید.

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک افراد مورد مطالعه (۷۸ نفر)

متغیر	فراوانی	درصد
جنسیت	پسر	۴۳
	دختر	۳۵
گوش تحت عمل کاشت حلزون	گوش راست	۵۰
	گوش چپ	۲۸
نوع پروتز کاشت حلزون	MED-EL	۳۰
	Cochlear	۲۴
	Advanced Bionics	۲۴

جدول ۲: میانگین (انحراف معیار) زمان نهفتگی P1 بر حسب میلی‌ثانیه برای محرک‌های گفتاری /m/، /g/ و /t/ در مراحل زمانی مختلف قبل و پس از عمل کاشت حلزون

محرک گفتاری	پیش از عمل کاشت	۲ ماه پس از عمل کاشت	۶ ماه پس از عمل کاشت	۱۲ ماه بعد از عمل کاشت
m	۲۷۱/۲۳ (۳۸/۴۵)	۲۳۶/۲۹ (۳۰/۸۷)	۱۸۰/۵۴ (۳۴/۷۳)	۱۵۳/۸۹ (۳۸/۴۵)
t	۲۵۳/۲۵ (۳۰/۳۶)	۲۱۳/۵۸ (۳۴/۷۱)	۱۶۷/۸۸ (۲۶/۹۴)	۱۴۵/۲۵ (۲۱/۴۴)
g	۲۳۹/۲۳ (۴۵/۰۱)	۲۰۷/۷۵ (۱۹/۶۸)	۱۵۴/۹۲ (۴۵/۳۸)	۱۲۶/۴۶ (۳۹/۲۲)

جدول ۳: میانگین (انحراف معیار) دامنه P1 بر حسب میکروولت برای محرک‌های گفتاری /m/، /g/ و /t/ در مراحل زمانی مختلف قبل و پس از عمل کاشت حلزون

محرک گفتاری	پیش از عمل کاشت	۲ ماه پس از عمل کاشت	۶ ماه پس از عمل کاشت	۱۲ ماه بعد از عمل کاشت
m	۰/۳۹ (۰/۱۷)	۰/۵۶ (۰/۱۹)	۰/۸۵ (۰/۳۴)	۰/۹۴ (۰/۵۳)
t	۰/۴۳ (۰/۳۴)	۰/۶۱ (۰/۴۶)	۰/۸۲ (۰/۲۵)	۱/۰۹ (۰/۴۰)
g	۰/۵۱ (۰/۳۷)	۰/۷۶ (۰/۳۲)	۱/۰۴ (۰/۴۱)	۱/۳۱ (۰/۵۷)

بحث

یکی از دغدغه‌های مهم متخصصین علم شنوایی، پیش‌بینی تأثیر عمل کاشت حلزون و توان بخشی پس از عمل بر رشد مهارت‌های شنوایی در کودکانی است که تحت عمل کاشت قرار گرفته‌اند. امروزه مطالعات مختلف، بهره‌گیری از پاسخ‌های CAEPs را برای تایید تشخیص گفتار در کودکان و بزرگسالانی که وسیله تقویت‌کننده صوتی دریافت می‌کنند، مورد توجه قرار داده‌اند. تغییرات سریع مورفولوژی و کاهش زمان نهفتگی امواج CAEPs در ماه‌های نخستین پس از کاشت، نشان‌دهنده درجه بالایی از انعطاف‌پذیری در مسیرهای شنوایی مرکزی کودکان ناشنوای مادرزادی پس از کاشت حلزون به موقع است.

تغییرات سریع ایجادشده در مورفولوژی، دامنه و زمان نهفتگی پاسخ‌های CAEP در سال‌های نخستین پس از کاشت، نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری (پلاستی سیتی) بالای مسیرهای شنوایی مرکزی در کودکان ناشنوای مادرزادی است که به موقع (قبل از دو سالگی) تحت عمل کاشت حلزون قرار گرفته‌اند. نتایج تحقیقات مختلف حاکی از این بوده است که کودکانی که در سنین پایین‌تری تحت عمل کاشت قرار گرفته‌اند، سطوح زبانی و ادراک گفتار بالاتری را نشان می‌دهند (۶). هدف از انجام این پژوهش، بررسی تغییرات پاسخ‌های قشری شنوایی مربوط به کودکان کاشت حلزون شده پیش‌زبانی بود که با استفاده از

محرک‌های گفتاری مختلف صورت پذیرفت. بدین منظور، روند تغییرات دامنه و زمان نهفتگی پاسخ قشری P1 در مراحل زمانی قبل و پس از دریافت پروتز کاشت حلزون در یک دوره زمانی یک ساله مورد بررسی قرار گرفت.

در این پژوهش بین زمان نهفتگی P1 قبل و بعد از عمل کاشت حلزون و در پاسخ به محرک‌های گفتاری تفاوت آماری معناداری مشاهده شد. ارزیابی دقیق‌تر این یافته‌ها نشان داد که زمان نهفتگی P1 به مرور زمان و بعد از استفاده از کاشت حلزون در مقایسه با زمان پیش از آن کاهش چشمگیری را نشان داده است. به نظر می‌رسد کاهش زمان نهفتگی پتانسیل‌های قشری سیستم شنوایی می‌تواند مربوط به افزایش تعداد فیبرهای عصبی فعال و افزایش حجم این فعالیت‌ها در سطح جمجمه باشد که پس از دریافت محرکات آکوستیکی از طریق پروتز کاشت حلزون صورت پذیرفته است (۱۶ و ۱۷). علاوه بر افزایش جمعیت فیبرهای فعال در یک بازه زمانی خاص که مطابق با زمان ظهور موج P1 می‌باشد، ممکن است لایه‌های سطحی‌تر قشر مغز که به سطح جمجمه نزدیک‌تر هستند نیز تحریک شده باشند؛ زیرا فعالیت الکتریکی نورون‌های این نواحی در زمان کوتاه‌تری نسبت به نورون‌های عمقی‌تر و در لایه‌های پایین‌تر به سطح قشر مغز وارد می‌شوند و موجب کاهش زمان نهفتگی موج P1 می‌گردند. عامل دیگری که می‌تواند کاهش این زمان

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

کلیه مراحل و روش‌های این مطالعه مطابق با دستورالعمل‌ها و راهنمای اخلاقی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی انجام گرفت (کد اخلاق: 1398.562.IR.AJUMS.REC). در پژوهش حاضر به مادران اطمینان داده شد که عدم شرکت کودک آن‌ها در پژوهش مانع از دریافت اقدامات معمول درمانی برای فرزندانشان نمی‌شود و می‌توانند در هر مرحله از انجام مطالعه از آن خارج شوند. همچنین نسبت به محرمانه‌بودن اطلاعات کسب‌شده از آن‌ها اطمینان داده شد.

حامی مالی

بودجه خاصی برای کار ارائه شده در این مقاله تأمین نشده است.

مشارکت نویسندگان

آرش بیات و مجید کریمی: انجام آزمایشات؛ آرش بیات: تجزیه و تحلیل داده‌ها؛ آرش بیات و مجید کریمی: طراحی تحقیقات؛ آرش بیات، نادر صاکی و مجید کریمی: نوشتن نسخه خطی. همه نویسندگان پیش‌نویس نهایی نسخه خطی را تأیید کرده‌اند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافی ندارند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از تمام کسانی که در جمع‌آوری اطلاعات همکاری داشته‌اند؛ تشکر می‌کنند.

نهفتگی را توجیه نماید، فرایند سیناپس‌زایی است که در اثر ورود محرکات جدید در قشر مغز رخ می‌دهد. این سیناپس‌زایی در حقیقت استراتژی قشر است که بنا به نیازش برای پاسخ به محرکات جدید و در جهت پردازش این رخدادهای آکوستیکی نوظهور در قشر شنوایی مغز صورت می‌گیرد (۱۸ و ۱۹).

مقایسه دامنه موج P1 قبل و بعد از استفاده از کاشت حلزون در جمعیت مورد مطالعه نشان داد که میانگین میزان دامنه این موج بعد از دریافت پروتز کاشت حلزون به طور معناداری افزایش یافته بود. افزایش دامنه بعد از دریافت محرکات آکوستیکی از طریق پروتز کاشت بیانگر آن است که مناطقی از قشر شنوایی که پیش‌تر فعالیت زیادی نداشته‌اند اکنون با ورود اطلاعات شنوایی فعال‌تر شده است. به نظر می‌رسد با تحریک مداوم قشر شنوایی و شکل‌گیری شبکه‌های عصبی و پیدایش ارتباطات پیچیده، پلاستی سیتی جدیدی ایجاد شده است که موجب نزدیک‌شدن دامنه پاسخ کودکان کاشت حلزون شده با همسالان هنجارشان شده است. افزایش دامنه در حقیقت حاصل افزایش جریان حجمی است که محصول افزایش تعداد فیبرهای عصبی فعال می‌باشد (۲۰-۲۲).

مقایسه زمان نهفتگی و دامنه موج P1 در پاسخ به محرکات گفتاری مختلف حاکی از این مطلب بود که روند کاهش زمان نهفتگی این موج برای محرکات گفتاری مختلف، یکسان نمی‌باشد، به عبارت دیگر گرچه زمان نهفتگی همه محرکات در حالت بعد از کاشت نسبت به قبل از آن کاهش یافته بود، ولی میزان این کاهش برای همه محرکات به یک اندازه نبود. بیش‌ترین میزان کاهش برای محرک /g/ و کم‌ترین آن برای /m/ به‌دست آمد. همچنین بیش‌ترین میزان افزایش دامنه مربوط به محرک /g/ و کم‌ترین آن برای محرک /m/ حاصل شد. در توجیه این مطلب می‌توان چنین عنوان نمود که افزایش دامنه امواج CAEP در برابر محرکات با ماهیت فرکانس پایین ممکن است ناشی از وجود مولدهای عصبی عمیق‌تر مربوط به نورون‌های با فرکانس‌های اختصاصی پایین در مناطق قشری باشد (۲۳ و ۲۴). از این رو پتانسیل‌های برانگیخته نیازمند غلبه بر فاصله و امپدانس‌های بیش‌تری از ساختارهای محیطی می‌باشند تا از این طریق بتوان این پتانسیل‌ها را از ناحیه سطح مجسمه ثبت نمود.

نتیجه‌گیری

یافته‌های حاصل از این مطالعه نشان داد که میانگین زمان نهفتگی و دامنه امواج قشری شنوایی (CAEPs) در پاسخ به محرکات گفتاری پس از دریافت پروتز کاشت حلزون به ترتیب کاهش و افزایش بارزی را نشان داده بودند. این نتایج بیانگر افزایش فعالیت عصبی (نورو پلاستیسیتی) در ناحیه قشری شنوایی در کودکانی است که در زمان مناسب تحت عمل کاشت حلزون قرار گرفته‌اند.

References

- [1] Manrique M, Ramos Á, de Paula Vernetta C, Gil-Carcedo E, Lassaletta L, Sanchez-Cuadrado I, Espinosa JM, Batuecas Á, Cenjor C, Lavilla MJ, Núñez F. Guideline on cochlear implants. *Acta Otorrinolaringologica* (English Edition). 2019 Jan 1;70(1):47-54. [[10.1016/j.otorri.2017.10.007](https://doi.org/10.1016/j.otorri.2017.10.007)] [PMID]
- [2] Gatto A, Tofanelli M, Valentinuz G, Mascherin A, Costariol L, Rizzo S, Borsetto D, Boscolo-Rizzo P, Tirelli G. Cochlear implant cost analysis in adults: a European narrative review. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2024 Sep;281(9):4455-71. [[10.1007/s00405-024-08591-3](https://doi.org/10.1007/s00405-024-08591-3)] [PMID]
- [3] Pignac S, Sygal N, Biglari M, Olds J, Fitzpatrick EM. Determining cochlear implant candidacy in children with residual hearing: A scoping review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2024; 177: 111855. [[10.1016/j.ijporl.2024.111855](https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2024.111855)] [PMID]
- [4] Neukam JD, Kunnath AJ, Patro A, Gifford RH, Haynes DS, Moberly AC, Tamati TN. Barriers to cochlear implant uptake in adults: A scoping review. *Otology & Neurotology*. 2024 Dec 1;45(10):e679-86. [[10.1097/MAO.0000000000004340](https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000004340)] [PMID]
- [5] Leigh J, Dettman S, Dowell R, Briggs R. Communication development in children who receive a cochlear implant by 12 months of age. *Otology & neurotology*. 2013 Apr 1;34(3):443-50. [[10.1097/MAO.0b013e3182814d2c](https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3182814d2c)] [PMID]
- [6] Xiong S, Jiang L, Wang Y, Pan T, Ma F. The role of the P1 latency in auditory and speech performance evaluation in cochlear implanted children. *Neural Plasticity*. 2022;2022(1):6894794 [[10.1155/2022/6894794](https://doi.org/10.1155/2022/6894794)] [PMID]
- [7] Stuermer KJ, Foerst A, Sandmann P, Fuerstenberg D, Lang-Roth R, Walger M. Maturation of auditory brainstem responses in young children with congenital monaural atresia. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2017 Apr 1;95:39-44. [[10.1016/j.ijporl.2017.01.029](https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.01.029)] [PMID]
- [8] Kral A, Sharma A. Crossmodal plasticity in hearing loss. *Trends in Neurosciences*. 2023 May 1;46(5):377-93. [[10.1016/j.tins.2023.02.004](https://doi.org/10.1016/j.tins.2023.02.004)] [PMID]
- [9] Pavani F, Bottari D. Neuroplasticity following cochlear implants. *Handbook of clinical neurology*. 2022 Jan 1;187:89-108. [[10.1016/B978-0-12-823493-8.00016-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823493-8.00016-X)] [PMID]
- [10] Bell-Souder D, Chen C, Spahr A, Sharma A. Validation of direct recording of electrically evoked cortical auditory evoked potentials through a cochlear implant system. *Scientific Reports*. 2024 Nov 17;14(1):28366. [[10.1038/s41598-024-79528-3](https://doi.org/10.1038/s41598-024-79528-3)] [PMID]
- [11] Visram AS, Innes-Brown H, El-Deredy W, McKay CM. Cortical auditory evoked potentials as an objective measure of behavioral thresholds in cochlear implant users. *Hearing research*. 2015 Sep 1;327:35-42. [[10.1016/j.heares.2015.04.012](https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.04.012)] [PMID]
- [12] DeFreese AJ, Lindquist NR, Shi L, Holder JT, Berg KA, Haynes DS, Gifford RH. The impact of daily processor use on adult cochlear implant outcomes: Reexamining the roles of duration of deafness and age at implantation. *Otology & Neurotology*. 2023 Aug 1;44(7):672-8. [[10.1097/MAO.0000000000003920](https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000003920)] [PMID]
- [13] Távora-Vieira D, Ffoulkes E. Direct elicitation of cortical auditory evoked potentials by electrical stimulation and their use to verify the most comfortable level of stimulation in cochlear implant users. *Audiology and Neurotology*. 2023 Aug 2;28(4):294-307. [[10.1159/000529797](https://doi.org/10.1159/000529797)] [PMID]
- [14] Távora-Vieira D, Wedekind A, Ffoulkes E, Voola M, Marino R. Cortical auditory evoked potential in cochlear implant users: an objective method to improve speech perception. *PLoS One*. 2022 Oct 7;17(10):e0274643. [[10.1371/journal.pone.0274643](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274643)] [PMID]
- [15] Sharma A, Dorman MF, Kral A. The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hearing research*. 2005 May 1;203(1-2):134-43. [[10.1016/j.heares.2004.12.010](https://doi.org/10.1016/j.heares.2004.12.010)] [PMID]
- [16] Eskicioğlu E, Kirkim G, Gürkan S, Durankaya SM, Başokçu TO, Güneri EA. Changes in P1 latencies of children with normal hearing and those with cochlear implants. *Turkish Journal of Medical Sciences*. 2020;50(4):1062-8. [[10.3906/sag-1910-233](https://doi.org/10.3906/sag-1910-233)] [PMID]
- [17] Attias J, HabibAllah S, Tarigoppula VS, Glick H, Chen C, Kanthaiiah K, Litvak L. Cortical auditory evoked potentials recorded directly through the cochlear implant in cochlear implant recipients: A feasibility study. *Ear and Hearing*. 2022 Sep 1;43(5):1426-36. [[10.1097/AUD.0000000000001212](https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001212)] [PMID]
- [18] Wedekind A, Távora-Vieira D, Rajan GP. Cortical auditory evoked responses in cochlear implant users with early-onset single-sided deafness: indicators of the development of bilateral auditory pathways. *Neuroreport*. 2018 Mar 21;29(5):408-16. [[10.1097/WNR.0000000000000984](https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000984)] [PMID]
- [19] Han JH, Lee HJ, Kang H, Oh SH, Lee DS. Brain plasticity can predict the cochlear implant outcome in adult-onset deafness. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2019 Feb 19;13:38. [[10.3389/fnhum.2019.00038](https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00038)] [PMID]
- [20] Glennon E, Svirsky MA, Froemke RC. Auditory cortical plasticity in cochlear implant users. *Current opinion in neurobiology*. 2020 Feb 1;60:108-14. [[10.1016/j.conb.2019.11.003](https://doi.org/10.1016/j.conb.2019.11.003)] [PMID]
- [21] Sharma A, Dorman MF, Kral A. The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hearing research*. 2005 May 1;203(1-2):134-43. [[10.1016/j.heares.2004.12.010](https://doi.org/10.1016/j.heares.2004.12.010)] [PMID]
- [22] Costa I, D'Agostini AR, Sousa JA, Souza AP, Biaggio EP. Cortical auditory evoked potentials in 2-year-old subjects. *International Archives of Otorhinolaryngology*. 2020 Aug 28;24(3):282-7. [[10.1055/s-0039-1700585](https://doi.org/10.1055/s-0039-1700585)] [PMID]

- [23]Beynon AJ, Luijten BM, Mylanus EA. Intracorporeal cortical telemetry as a step to automatic closed-loop EEG-based CI fitting: A proof of concept. *Audiology Research*. 2021 Dec 13;11(4):691-705. [[10.3390/audiolres11040062](https://doi.org/10.3390/audiolres11040062)] [[PMID](#)]
- [24]Jacobson GP, Lombardi DM, Gibbens ND, Ahmad BK, Newman CW. The effects of stimulus frequency and recording site on the amplitude and latency of multichannel cortical auditory evoked potential (CAEP) component N1. *Ear and hearing*. 1992 Oct 1;13(5):300-6. [[10.1097/00003446-199210000-00007](https://doi.org/10.1097/00003446-199210000-00007)] [[PMID](#)]



Authors retain the copyright and full publishing rights.

Published by [ahvaz_jundishapur university of medical science](#). This article is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).