

# بررسی پاسخهای برانگیخته شنوایی ساقه مغز با تحریکات الکتریکی (EABR)

در بیماران کاشت حلزون شده در مرکز کاشت حلزون وابسته به مؤسسه توسعه دانش و پژوهش ایران

## ABSTRACT

### Title: Assessment of Electrically Evoked Auditory Brain Stem Response of 30 Implanted Patients with Nucleus Multichannel Cochlear Implant

**Methods and Materials:** Investigation of electrically evoked auditory brain stem response (EABR) is a new issue, especially in implanted patients. Experiments were performed in C.I Center of Iranian Institute for Science and reserch expansion, 1996 on 30 implanted patients with 22 spectra and MSP cochlear implant system and 30 normal subjects with the range of 3-33 years.

#### Findings:

- 1- EABR was obtained in the implanted patients.
- 2- Absolute latency of EABR waves is 1-1.5 ms shorter than ABR waves ( $P<0.05$ ).
- 3- Absolute latency of wave V decreases as a function of electric stimulus magnitude ( $P<0.05$ ).
- 4- No significant difference was observed in IPL III-V between ABK and EABR.

## چکیده

بررسی پاسخهای برانگیخته شنوایی ساقه مغز ABR با تحریکات الکتریکی EABR در افراد ناشنوایی که کاشت حلزون شده‌اند، زمینه شناخت دقیق‌تری را از پاسخدهی سیستم عصبی شنوایی به تحریکات الکتریکی و کارایی کاشت حلزون فراهم می‌کند. در این پژوهش نتایج EABR در ۳۰ فرد کاشت حلزون شده با پروتز ۲۲ کاناله نوکلئوس در مرکز کاشت حلزون مؤسسه توسعه دانش و پژوهش ایران مورد بررسی و با ABR افراد طبیعی مورد مقایسه قرار گرفته است. محدوده سنی افراد، ۳-۳۳ سال بود. نتایج عبارتند از:

- ۱- پاسخهای برانگیخته شنوایی ساقه مغز با تحریکات الکتریکی (EABR) در افراد کاشت حلزون شده قابل ایجاد و ثبت است.
- ۲- زمان تأخیر مطلق امواج EABR ۱/۵-۱ میلی ثانیه کوتاهتر از زمان تأخیر مطلق امواج ABR است ( $p<0.05$ ).
- ۳- زمان تأخیر مطلق موج V در EABR با شدت تحریک الکتریکی رابطه معکوس دارد ( $p<0.05$ ).
- ۴- زمان تأخیر بین قله V - III در EABR تفاوت معنی داری با ABR ندارد ( $p>0.05$ ).

ناصر اکبرلو - کارشناس ارشد شنوایی شناسی  
دکتر محمد فرهادی - متخصص گوش و حلق و بینی  
دکتر احمد دانشی - متخصص گوش و حلق و بینی  
دکتر غلامرضا علیایی - دکترالکتروفیزیولوژی و توانبخشی  
دکتر سفاط فقیه زاده - دکترای آمار حیاتی

## مقدمه

بودند، آزمایش EABR انجام شد.

### وسایل و تجهیزات

پروتز ۲۲ کاناله نوکلئوس مدل Spectra و MSP که تحریکات الکتریکی از طریق آن ارائه می‌شد. دستگاه Nicolet Compact 4 به عنوان مدل گیر و ثبات پاسخهای برانگیخته شنوایی از طریق ارتباطات خاص به سیستم تشخیص و برنامه‌ریزی کاشت حلزون (Diagnostic and Programming System)، شامل کامپیوتر IBM و دستگاه پردازش دوگانه (Dual Processing Interface)، متصل شده و نرم‌افزار DPS 6100 که توسط شرکت کوکلنار (Cochlear PTY) برای تنظیم کاشت حلزون طراحی شده است (شکل ۱).

### شیوه اجرا

بیماران ۴ هفته پس از عمل کاشت حلزون، برای دریافت پردازشگر گفتار (Speech Processor) و تنظیم آن مراجعه کردند. سطوح آستانه و حداکثر راحتی (Most Comfortable Level) برای هر الکتروود تعیین شده و حداقل ۸ جلسه توانبخشی را گذرانده و در نهایت مورد آزمایش EABR قرار گرفتند. برای انجام آزمایش سطح آستانه و MCL الکتروودها به روش BP+1 تعیین شدند، سپس الکتروودهای ۵، ۱۲ و ۲۰ از نواحی راس، وسط و قاعده حلزون به ترتیب برای آزمایش انتخاب شدند. بیمار روی تخت به حالت کاملاً آرام دراز کشیده، نواحی پیشانی و ماستوئید دو گوش برای قرار گرفتن الکتروودهای سطحی نقره‌ای ثبات با محلول پاک‌کننده (Amniproeb) کاملاً تمیز شدند. الکتروودها به ترتیب پیشانی مثبت، ماستوئید سمت تحریک به زمین و ماستوئید مقابل به منفی پری‌آمپلی‌فایر دستگاه معدل‌گیر متصل شدند و

در سالهای اخیر به کارگیری کاشت حلزون برای ایجاد شنوایی با تحریکات الکتریکی در افراد با کم‌شنوایی عمیق که نمی‌توانند از سمعک بهره ببرند، استفاده روزافزون داشته و در ایران نیز از این تکنیک استفاده می‌شود. بررسی پاسخدهی سیستم عصبی شنوایی به تحریکات الکتریکی و تفاوت آن نسبت به محرکات صوتی از زمینه‌های تحقیقاتی جدیدی است که می‌تواند منجر به پیشرفت تکنولوژی تحریک الکتریکی عصب شنوایی و تکامل شیوه‌های پردازش سیگنالهای الکتریکی در کاشت حلزون گردد.

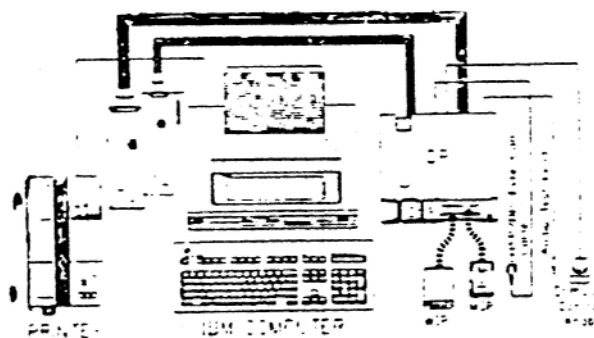
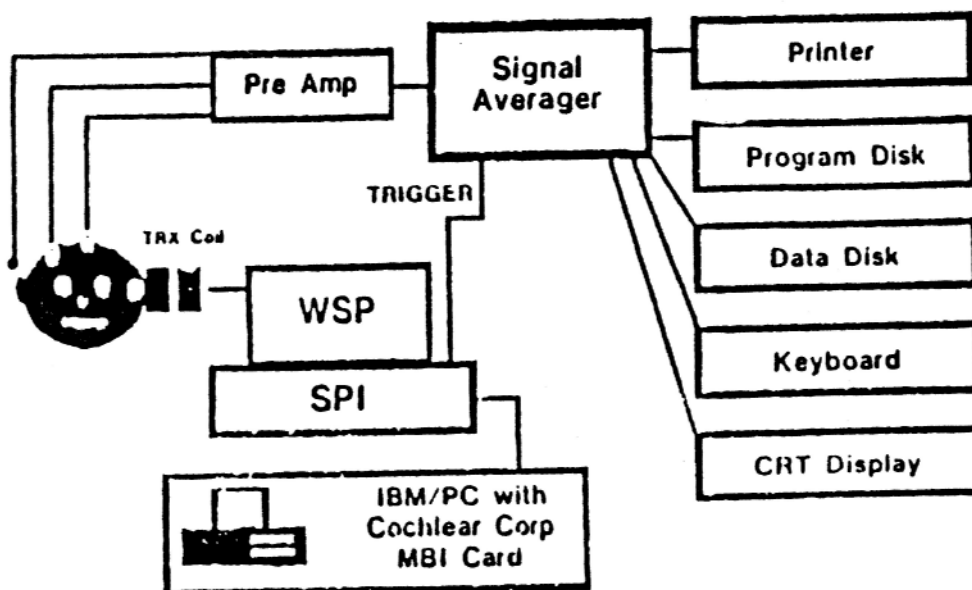
این پژوهش اولین گام در پیگیری موضوعات مذکور در ایران بوده و به دلیل ثبات پاسخهای برانگیخته شنوایی ساقه مغز (ABR) در سنین ۱۸ ماهگی تا ۵۰ سالگی، در جنس و نژادهای مختلف و حالات خواب و بیهوشی قابلیت استفاده کلینیکی آن مورد بررسی قرار گرفته است. پاسخ ABR طبیعی در شدت ۶۰-۵۰ دسی‌بل بالای آستانه شنوایی معمولاً دارای ۵ قله یا موج می‌باشد که منشأ هر یک را به هسته‌ها یا مسیرهای عصبی خاصی از ناحیه عصب شنوایی تا سطوح بالای ساقه مغز (جسم زانویی داخلی) نسبت داده‌اند. بنابر مطالعات قبلی، پاسخهای ABR بدست آمده با پروتز کاشت حلزون یک کاناله مدل 3M House به صورت یک‌قله که در واقع موج V ABR است ثبت شده، اما با استفاده از پروتزهای چندکاناله و پیشرفته جدید امواج بیشتری قابل ثبت بوده است.

### مواد و روشها

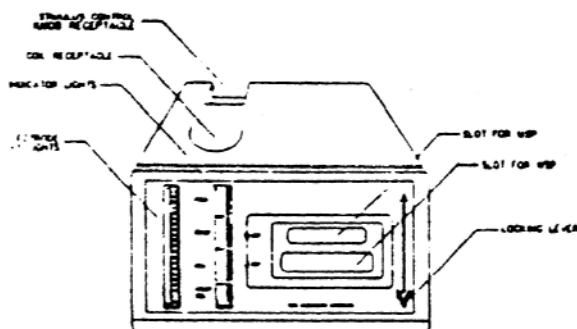
جامعه مورد مطالعه

در این مطالعه روی ۳۰ بیمار خردسال و بزرگسال زن و مرد که مورد عمل جراحی کاشت حلزون ۲۲ کاناله نوکلئوس قرار گرفته

# EABR SYSTEM



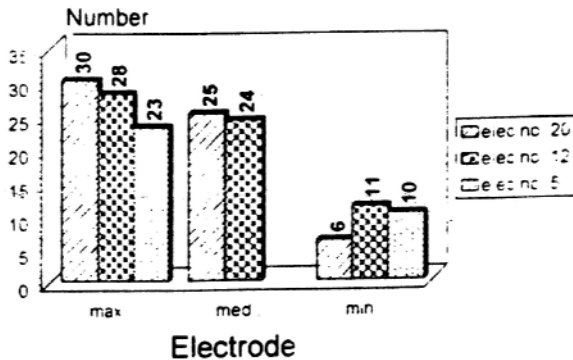
شعاعی سیستم تشخیص و برنامه‌ریزی کاشت حلزون ۲۲ کاناله نوکلئوس  
Diagnostic and Programming system



شعاعی واسط پردازشگر دوگانه Dual Processor Interface  
شکل ۱- طرح شماتیک تجهیزات و ارتباطات دستگاههای آزمایش EABR

## Number of elicited EABR

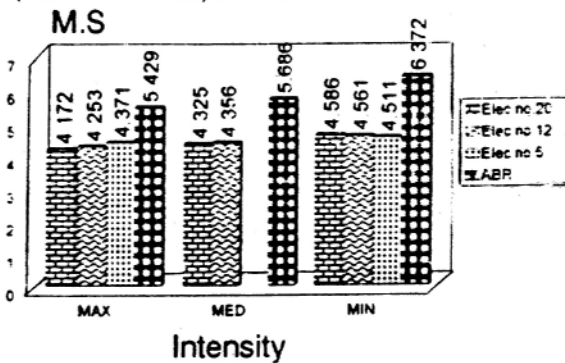
by max & med & min stim level



نمودار ۱- بررسی فراوانی پاسخهای قابل ثبت EABR در ۳۰ بیمار کاشت حلزون با پروتز ۲۲ کاناله نو کلتوس در الکترود ۵، ۱۲ و ۲۰ در سه سطح شدت Max، Med، Min (مرکز کاشت حلزون، ۱۳۷۵)

## V5 Abs.lat of ABR&EABR

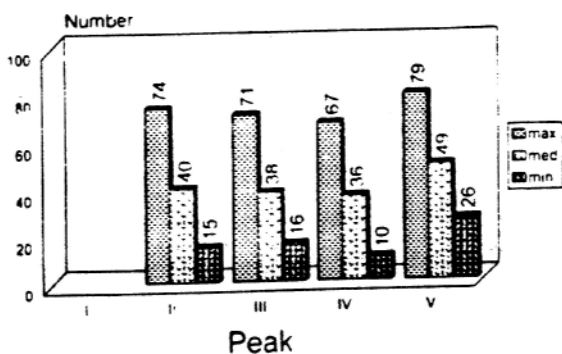
(Elec no. 20,12,5) in max,med,min stim level



نمودار ۲- بررسی زمان تأخیر مطلق موج پنج، EABR در الکترود ۵، ۱۲ و ۲۰ در سطح شدت Max، Med، Min و ABR گروه کنترل (مرکز کاشت حلزون، ۱۳۷۵)

## The Peaks of EABR

in max & med & min stim level



نمودار ۳- بررسی تعداد قله‌های قابل ثبت در EABR ۳۰ بیمار کاشت حلزون شده با پروتز ۲۲ کاناله نو کلتوس (مرکز کاشت حلزون، ۱۳۷۵)

و معدل گیر در درجه زمانی ۱۰ میلی ثانیه پس از تحریک با فیلتری در محدوده فرکانس ۱۰۰ تا ۳۰۰۰ هرتز و ۱۸ پالس تحریکی در ثانیه و حساسیت ۲۵ میکروولت (Full Scales)، ۲۰۰۰ تحریک را معدل گیری کرد. معدل گیری پس از اطمینان از آرامش بیمار و عدم مداخله پاسخهای حاصل از فعالیتهای عضلانی و خاموش کردن لامپهای فلورسنت برای اجتناب از دخالت امواج الکترومغناطیسی آغاز شد. مدت هر آزمایش ۱-۱/۵ ساعت بوده و در سطح شدت بالای (MCL)، میانه (وسط محدوده بویایی) و حداقل (آستانه) برای هر الکترود اجرا شد. در الکترود ۵ به دلیل باریکی دامنه بویایی و نزدیکی سطح آستانه و MCL در همه بیماران آزمایش در دوسطح حداکثر و حداقل شدت انجام شد. در هر سطح شدت، آزمایش دوبار تکرار شد تا از ثبات پاسخها اطمینان حاصل شود. ABR صوتی نیز با همین تعداد فرد طبیعی و مشخصات سنی و جنس مشابه و در سه سطح شدت ۴۰، ۶۰ و ۸۰ دسی بل HL اجرا شد. به دلیل وجود پاسخهای کاذب محرک در EABR، معدل گیری با ۱ میلی ثانیه تأخیر نسبت به زمان ارائه تحریک انجام شد. همچنین سیمهای الکترودهای ثبت کوتاه شده و از سیم بیخ خارجی کاشت حلزون بیمار فاصله داده شد تا از تأثیر پاسخهای کاذب محرک جلوگیری شود.

## نتایج

در این پژوهش نتایج زیر بدست آمد:

۱- سیستم عصبی شنوایی انسان نسبت به تحریکات الکتریکی پاسخدهی داشته و پاسخهای برانگیخته شنوایی با تحریکات الکتریکی (EABR) در افراد کاشت حلزون شده قابل ایجاد و ثبت می‌باشد. در هر سطح شدت تعداد پاسخهای بدست آمده براساس آزمون  $\chi^2$  تفاوت معنی داری در الکترودها ندارد (نمودار ۱).

۲- زمان تأخیر مطلق امواج EABR براساس زمان تأخیر مطلق موج V، ۱-۱/۵ میلی ثانیه کمتر از ABR است که در تمام سطوح شدت و الکترودها این تفاوت وجود داشت ( $p < 0.05$ ) (نمودار ۲).

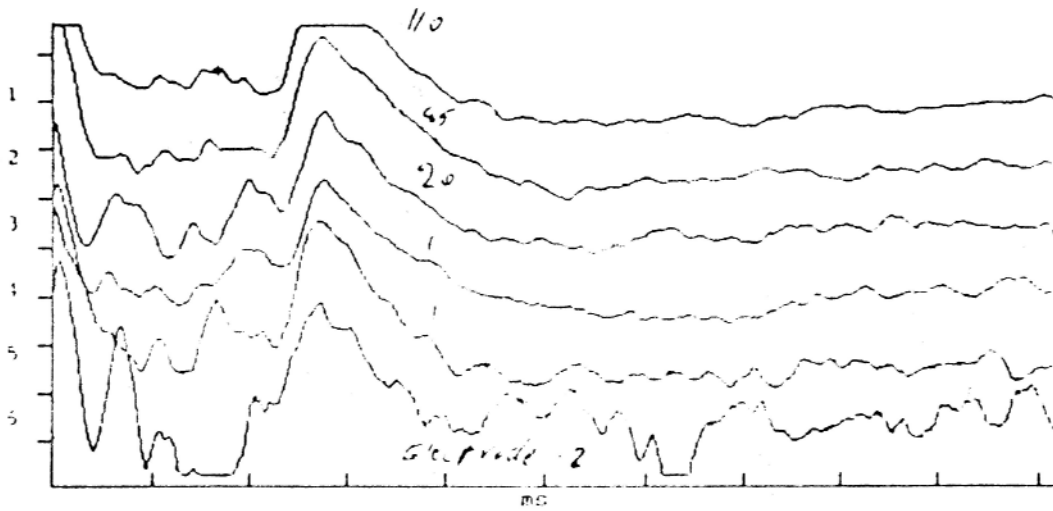
۳- در EABR بجز قله I که به علت روش ثبت، غیر قابل ثبت بود قله‌های II، III، IV و V وجود داشتند. قله V باثبات‌ترین موج بوده و بیشترین فراوانی ثبت را در تمام شدتها و الکترودهای مورد آزمایش داشت (شکل ۲ و ۳ نمودار ۳).

۴- زمان تأخیر مطلق موج V، EABR با شدت تحریکات رابطه معکوس داشته و با کاهش شدت، زمان تأخیر مطلق موج V افزوده می‌شد ( $p < 0.05$ ) (نمودار ۴).

۵- زمان تأخیر بین قله‌های III-V، EABR تفاوت معنی داری با ABR ندارد ( $p > 0.05$ ) (نمودار ۵).

Patient name: S.GOLMOHAMADI  
 Sex: M  
 Date: 04/09/96  
 Case history:  
 Diagnostics:

Patient ID:  
 Birth date: 1984  
 Examiner: N.A



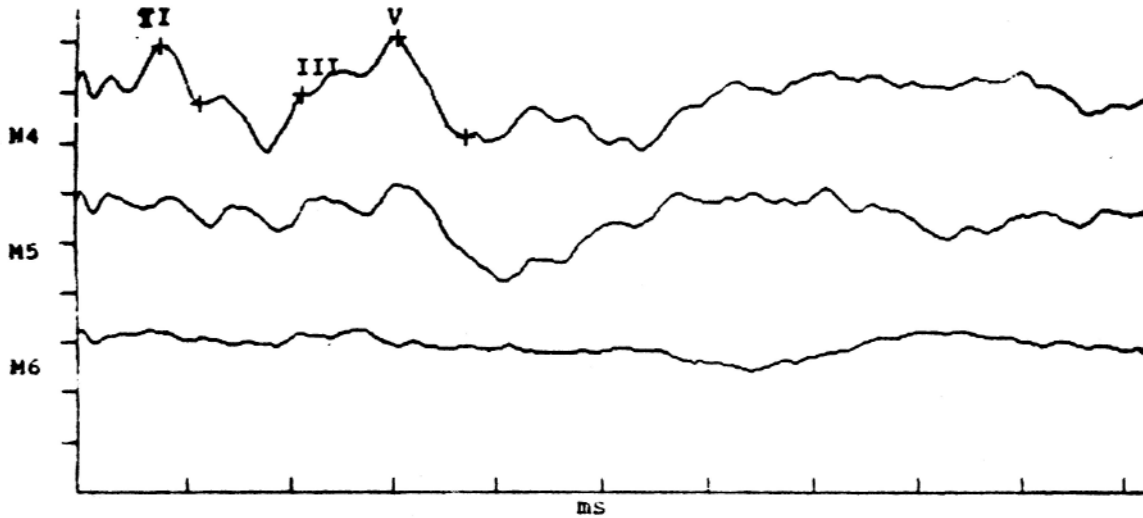
LEFT	ABR	RIGHT	MV	AMP	DIV	MS	DIV	TIME	REV	OFFLINE	PRINTING
			6	0.61	UV	1.0		16:32:45			BLC
			5	0.61	UV	1.0		16:30:56			BLC
			4	0.61	UV	1.0		16:27:53			BLC
			3	0.61	UV	1.0		16:26:18			BLC
			2	0.61	UV	1.0		16:23:56			BLC
			1	0.61	UV	1.0		16:21:11			BLC

AMP	STIM	AMP	STIM	AMP	STIM	AMP	STIM	AMP	STIM	AMP	STIM	AMP	STIM	AMP	STIM
10	40	11.4	100	50	100	3000		Ppt	A2	A1	OFF	RAF	RAF		

شکل ۲- اثر آرتیفیک محرک بر EABR (مرکز کاشت حلزون، ۱۳۷۵)

Patient name: A.SYFE  
 Sex: F  
 Date: 01/21/97  
 Case history:  
 Diagnostics:

Patient ID:  
 Birth date: 1988  
 Examiner: N.A



	LEFT	ARR	RIGHT	M	AMP/DIV	ms/DIV	TEST TIME	REMARK	OFFLINE ROUTIN
I	1.74			6	0.61 uV	1.0	19:31:29		/SNO
amp I	0.32			5	0.30 uV	1.0	19:29:59		/SNO
III	3.22			4	0.30 uV	1.0	19:28:32		/SNO
V	4.06								
amp V	0.57								
I-III	1.30								
III-V	0.94								
I-V	2.32								

TIME	SFP	STIM		AMP		POS	NEG	CON	TYPE	AUD LEFT		PLA	FRDQ	TYPE	AUD RIGHT		PLA	FRDQ	TYPE
		AVE	DUK	SMS	LFF					REF	POL				CAL	LEV			
10	1319	11.4	100	50	100	3000	Fpz	A2	A1	OFF	RAR	nHL	0	OFF	RAR	nHL	0	OFF	
10	1314	11.4	100	50	100	3000	Fpz	A2	A1	OFF	RAR	nHL	0	OFF	RAF	nHL	0	OFF	
10	1729	11.4	100	50	100	3000	Fpz	A2	A1	OFF	RAR	nHL	0	OFF	RAF	nHL	0	OFF	

شکل ۳- منحنی EABR بدون اثر آرتیفیک محرک (مرکز کاشت حازون، ۱۳۷۵)

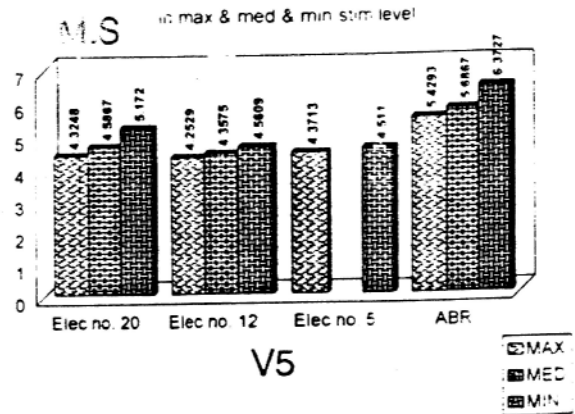
زمان تأخیر مطلق موج پنج در EABR گرچه نسبت به ABR تغییرات کمتری را نسبت به تغییر شدت محرک نشان می‌دهد اما رابطه معکوس شدت-زمان تأخیر در EABR نیز صادق است. این تفاوت مربوط به خاصیت تحریک‌کنندگی محرک الکتریکی می‌شود که با همه فیبرهای عصبی را تحریک می‌کند یا هیجیک، لذا پاسخ دریافت شده پاسخ کلی است و با افزایش و کاهش شدت تغییر کوچکی در زمان تأخیر مشاهده می‌شود.

زمان تأخیر بین قله‌ای (IPL) به مسیرهای عصبی بین هسته‌ای ساقه مغز مربوط می‌شود و چون این مسیرها در فردی که دچار نقص شنوایی حسی (Sensory) عمیق است با فرد طبیعی تفاوتی ندارد، لذا زمان تأخیر بین قله‌های III-V در EABR با ABR تفاوت معنی‌داری ندارد.

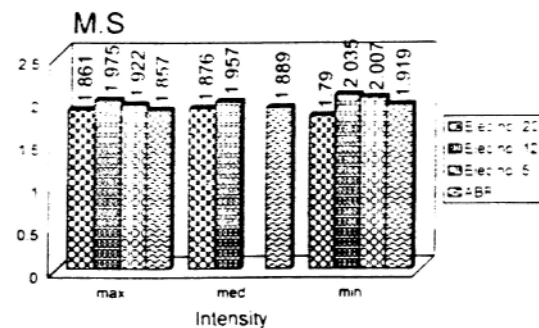
با توجه به نتایج حاصل از پژوهش می‌توان استنباط کرد چنانچه نتایج EABR با احتیاط تفسیر گردد، برای تعیین آستانه و MCL کودکانی که پاسخ رفتاری مناسبی به تحریک الکتریکی ندارند قابل استفاده است و می‌توان MCL بیمار را با توجه به آستانه EABR تخمین زد. لذا شنوایی‌شناس می‌تواند اطمینان داشته باشد در صورتی که هنگام برنامه‌ریزی پردازشگر شدت محرکات از سطوح MCL تخمینی تجاوز نکند کودک احساس ناراحتی نخواهد کرد و با قراردادن حداقل سطح شدت (آستانه) برای هر الکترود در سطحی پایین‌تر از شدت آستانه‌های EABR کودک، تحریکات شنوایی را دریافت خواهد کرد. پس از این که کودک به صدا عادت کرد با آموزش روش محرک/پاسخ (شرطی ساختن با صدا) می‌توان آستانه‌های دقیقی بدست آورد. در نتیجه با استفاده از نتایج EABR، شنوایی‌شناس می‌تواند اطمینان داشته باشد که آستانه و حداکثر سطح راحتی (MCL) تنظیم شده برای پردازشگر گفتار بیمار ناراحت‌کننده نمی‌باشد. در عین حال کودک صدایی را می‌شنود که در فرصت بعدی می‌توان متناسب با رشد کودک آن را اصلاح و تعدیل نمود.

همچنین آزمایش EABR در افراد کاشت حلزون شده، یک روش ارزیابی غیررفتاری (Objective) از تمامیت، سلامت و یکپارچگی عملکرد سیستم و مسیرهای عصبی شنوایی می‌باشد و نشانه‌دهنده انتقال اطلاعات و علائم شنوایی از عصب به مراکز بالای ساقه مغز و کورتکس است. انجام EABR در فواصل متوالی می‌تواند شاخص معتبری از سلامت مسیرهای عصبی باشد.

همچنین استفاده از EABR برای صحت کارکرد الکترودهای کاشته شده در حلزون از دیگر نتایج کاربردی و کلینیکی در مراکز کاشت حلزون می‌باشد. مشاهده هرگونه EABR غیرطبیعی از هر الکترود دال‌بر اشکال آن بوده و تا انجام آزمایشات الکترونیکی ویژه الکترودها، شنوایی‌شناس می‌تواند آن را از برنامه‌ریزی (Map) پردازشگر بیمار حذف کند.



نمودار ۴- بررسی تأثیر شدت محرک بر زمان تأخیر مطلق موج پنج، EABR افراد کاشت حلزون شده و ABR گروه کنترل (مرکز کاشت حلزون، ۱۳۷۵)



نمودار ۵- بررسی زمان تأخیر بین قله III-V، EABR افراد کاشت حلزون شده و ABR گروه کنترل (مرکز کاشت حلزون، ۱۳۷۵)

## بحث

در یک روند طبیعی، صوت مجرای گوش خارجی و گوش میانی را طی کرده، سپس ارتعاشات مایع آندولنف به صورت موج متحرک (Traveling Wave) طول غشای پایه حلزون را پیموده و منجر به آزاد شدن واسطه‌های شیمیایی در محل نزدیکی دندریتها به سلولهای مژکدار می‌گردد. لذا زمان تأخیر مطلق موج یک ABR حدود  $0.4 \pm 2$  میلی‌ثانیه است که به طی این مسیر اختصاص می‌یابد. اما هنگام استفاده از تحریک الکتریکی این مسیر وجود ندارد زیرا تحریک الکتریکی مستقیماً فیبرهای عصبی شنوایی را تحریک می‌کند. بنابراین زمان تأخیر امواج EABR حدود ۱/۵-۱ میلی‌ثانیه کوتاهتر از ABR است.

وجود آرتیفکت محرک (Radio Freque) که در ابتدای منحنی EABR اثر می‌کند از معضلات EABR به شمار می‌رود و منجر به مخدوش شدن موج یک می‌گردد. به این دلیل، تأخیری معادل ۱ میلی‌ثانیه اعمال می‌شود تا آرتیفکت از درجه زمانی معدل‌گیری حذف شده و در نتیجه موج یک در EABR ثبت نمی‌شود.

در پردازشگر گفتار می‌شود. حتی با استفاده از آن پیش از عمل جراحی می‌توان برای انتخاب بیمارانی که سیستم عصبی شنوایی آنها پاسخهای بهتری دارند بهره برد و در حین جراحی از موفقیت آمیز بودن عمل جراحی و سلامت سیستم کاشت حلزون اطمینان حاصل کرد.

به طور کلی جنبه‌های نظری و کاربردی متعددی می‌توان برای آزمایش پاسخهای برانگیخته شنوایی ساقه مغز با تحریکات الکتریکی در افراد کاشت حلزون شده در نظر گرفت که منجر به انتخاب پارامترهای تحریکی کارآمدتر و پیشرفت تکنولوژی ساخت الکترودها و روشهای پردازش سیگنالهای صوتی بکار گرفته شده

## پی‌نویس

1- Auditory Brainstem Response

2- Electrically Auditory BrainStem Response

## منابع

- 1- Abromovich, S. 1990. *Electric Response Audiometry in Clinical Practice*. Livingstone Inc.
- 2- Allum, J. Shallop, H. J. Hotz, J. K. M. and Pfaltz, C. R. 1993. *Electrode Specific Differences in Auditory Brain Stem Responses Elicited with Nucleus 22- Electrode Intra Cochlear Implant*. In Fraysse, B(ed.) *Cochlear Implant Acquisition and Contraversies*. 79-95.
- 3- Almqvist, B, Harris, S, Jonsson, K. 1993. *Electrical Brain Stem Responses in Cochlear Implant Patients*. In Fraysse, B, Deguine, O (eds). *Cochlear Implant: New Perspectives*. Basel, Karger, 48: 130-135.
- 4- Brown, D, Antognelli, T, Gibson, P. R. 1993. *Auditory Brain Stem Responses Evoked by Electrical Stimulation with a Cochlear Implant*. In Fraysse, B, Deguine, O (eds). *Cochlear Implants: New Perspectives*. Basel, Karger. 48: 125-129.
- 5- Game, C. J. A. Thomson, D. R and Gibson, W. P. R. 1990. *Measurment of Auditory Brain Stem Responses Evoked by Electrical Stimulation with a Cochlear Implant*. *British Journal of Audiology*: 29: 145-146
- 6- Hall III, J. W. 1992. *Handbook of Auditory Evoked Response*. Allyn & Bacon.
- 7- Katz, J. 1994. *Handbook of Clinical Audiology*. 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins.
- 8- Shallop, K, Beiter, A. L, Goin, W, and Mischke, R. E. 1990. *Electrically Evoked Auditory Brain Stem Response (EABR) and Middle Latency Responses (EMLR) Obtained from Patients with the nucleus Multichannel Cochlear Implant*. *Journal of Ear and Hearing*. 11: 5-14.
- 9- Pelizzone, M, Kasper, A, Motandon, P. 1980. *Electrically Evoked Responses in Cochlear Implant Patients*. *Audiology Journal*: 28: 230-238.
- 10- Robier, A, Lescao, Y, Beutter, P. 1993. *Brain Stem Evoked Responses by Intracochlear Electric Stimulation*. In Fraysse, B, Deguine, O (eds) *Cochlear Implants: New Perspectives*. Basel: Karger, 48: 120-121.