

بررسی میزان اثر نوفه پوششی (Masking)

بر زمان نهفتگی ABR

□ دکتر عبدا... موسوی

دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ایران

□ بهرام جلائی

دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران

چکیده

در آزمون ABR (Auditory Brainstem Response) همانند دیگر آزمایش های شنوایی جهت بدست آوردن پاسخ های خالص یک گوش لازم است که در گوش غیر آزمایشی با استفاده از نوفه (Noise) پوشش انجام گیرد. یعنی با استفاده از نوفه، گوش غیر آزمایشی از شرکت در پاسخ ها حذف می گردد.

در بررسی حاضر تأثیر نوفه بر روی زمان نهفتگی (latency) امواج ABR، بویژه زمان نهفتگی مطلق موج V و زمانهای نهفتگی بین قله های I-V، III-V و III-V مورد مطالعه قرار گرفته و با آزمونهای آماری میزان تأثیر نوفه بر زمان نهفتگی از نظر معنی دار بودن و یا عدم آن تحت بررسی قرار گرفته است. نوفه در چهار حالت ۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ دسی بل SPL به گوش غیر آزمایشی ارایه می گردید. در حالی که شدت محرک آزمایشی (Click) با دوام ۱۲۰ میکروثانیه) در تمامی حالات ارایه نوفه ثابت بود. این بررسی نشان داده است که در محدوده شرایط آزمایشی ما، تأثیر بیشتر بر روی زمان نهفتگی مطلق موج V و زمان نهفتگی بین قله های I-V بوده و تأثیر بر روی زمان نهفتگی بین قله های III-V و III-V ناچیز بوده است. در مجموع به نظر می رسد که این تأثیر بیشتر در مناطق پایین ساقه مغز و در محل ارتباطات بین دو طرف دستگاه عصبی شنوایی بوده است. بعلاوه در شدتهای پایین نوفه که امکان تداخل آن به طرف مقابل وجود ندارد باز هم تغییرات زمان نهفتگی دیده می شد که این امر بیشتر بر «پوشش مرکزی» دلالت دارد.

مقدمه

پدیده «پوشش» بر طبق معیار مؤسسه استاندارد ملی امریکا ANSI عبارت است از «مقدار افزایشی که در آستانه شنوایی یک صدا به واسطه حضور صدای دیگر به وقوع می پیوندد» (۱). اما از نظر بالینی پوشش، ارایه محرک نوفه جهت بدست آوردن پاسخهای خالص از گوش غیر آزمایشی می باشد. در آزمایش های شنوایی زمانی که

صدا به سطوح شدتی بالا افزایش می یابد، به واسطه عبور از استخوان های جمجمه موجب تحریک حلزون طرف مقابل و شرکت گوش مقابل در پاسخ می گردد. صدای عبوری از یک طرف به طرف دیگر مقداری از انرژی خود را از دست می دهد، لذا صدا با شدت کمتری به طرف مقابل می رسد. این کاهش در استخوان های جمجمه به نام کاهش بین دو گوشی (Interaural Attenuation) نامیده می شود.

مقدار I.A در افراد مختلف و حتی در فرکانس های متفاوت متغیر است. اندازه گیری ها، میزان I.A را بین ۴۰ تا ۸۰ دسی بل نشان می دهد.

در آزمایش های شنوایی برای تشخیص لزوم پوشش می توانیم از معادله صفحه بعد استفاده کنیم.

عصبی را در نظر نگرفته‌ایم. این مسئله اخیر تحت عنوان «پوشش مرکزی»* (Central Masking) نامیده می‌شود. پدیده اخیر حتی در شدت‌های پایین نیز می‌تواند موجب تأثیر در طرف مقابل دستگاه شنوایی شود و این به‌خاطر تقاطع الیاف عصبی شنوایی در دستگاه عصبی شنوایی است. تحقیق حاضر برای بررسی اثر نوفه بر روی پاسخ‌های گوش آزمایشی، صورت پذیرفته است که در ذیل روش کار، نتایج و در نهایت بحث و بررسی پیرامون نتایج و پیشنهادات ارائه می‌گردد.

روش بررسی

در بررسی حاضر ۶ نفر فرد طبیعی، بالغ، مذکر و در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال (نمودار شماره ۱) تحت آزمایش‌های شنوایی ادیومتری تون خالص (P.T.A) و امپدانس ادیومتری قرار گرفتند. البته قبل از انجام آزمایش‌ها، تاریخچه‌گیری و معاینه اولیه خود موجب انتخاب افراد جهت شرکت در طرح حاضر شده است.

پس از انتخاب افراد جهت شرکت در آزمون روی هر فرد آزمایش ABR صورت گرفته است و زمانهای نهفتگی موج I، III و V اندازه‌گیری شده و با توجه به زمانهای نهفتگی اندازه‌گیری شده چند مشخصه مهم ثبت شد. اولین مشخصه، زمان نهفتگی مطلق موج V و مشخصه‌های بعدی به ترتیب، زمانهای نهفتگی بین‌فله‌ای I-V، III-I و III-V بود. بر روی گوش هر فرد چهار بار آزمایش صورت گرفت که در بار اول آزمایش بدون آرایه نوفه و در دفعات دوم، سوم و چهارم به ترتیب ۳۰، ۵۰ و ۷۰ دسی بل SPL نوفه آرایه شده بود.

در آزمایش ABR دارای زمان تداوم کوتاه هستند و در مجموع شرایط آزمایش تا حدی با آزمایش‌های معمول شنوایی تفاوت دارد، بنابراین میزان I.A در آزمایش ABR برای محرکی نظیر کلیک در حد ۶۵ دسی بل در نظر گرفته می‌شود (۳) و برای محرک‌های خالص یا دارای پهنه کم می‌توان از این حد کمی پایین‌تر را در نظر گرفت. در مجموع میزان I.A در آزمایش ABR در حد ۶۰ دسی بل در نظر گرفته می‌شود. اگر شدت صدا در گوش آزمایشی ۹۵ دسی بل HL باشد بنابراین مقدار ۳۵ دسی بل HL صدا به طرف گوش مقابل رسیده است و این مقدار صدا می‌تواند موجب تحریک حلزون گوش طرف مقابل و در نهایت شرکت گوش غیرآزمایشی در پاسخ گردد. لذا با توجه به نوع محرک کاربردی در گوش آزمایشی (از نظر طیف فرکانسی) نوفه مناسب با شدت کافی برای پوشش انتخاب می‌گردد. اما یک مسئله مهم در اینجا بایستی در نظر گرفته شود و آنکه، در صورت کاربرد نوفه آیا ممکن است پاسخ‌های گوش آزمایشی تحت تأثیر قرار گیرد؟ در آزمایش‌های مرسوم شنوایی همان روال و قاعده فوق جهت تأثیر نوفه بر پاسخ‌های گوش آزمایشی برقرار می‌باشد، یعنی اگر مقدار I.A را از سطح شدت نوفه کاربردی در گوش غیرآزمایشی کم کنیم، در صورتی که باقیمانده از صفر بیشتر باشد نوفه به طرف مقابل می‌رسد و باعث تأثیر روی پاسخ‌های گوش آزمایشی می‌شود و این در حالی است که تنها راه اثر نوفه روی گوش آزمایشی را از طریق استخوان‌های جمجمه در نظر گرفته‌ایم و مسئله تأثیر نوفه بر روی طرف مقابل از طریق دستگاه

میزان I.A برای اطمینان در حد ۴۰ دسی بل در نظر گرفته می‌شود ضمن آنکه می‌توانیم میزان I.A را در فرد تحت آزمایش اندازه‌گیری کرده و در معادله فوق از همان میزان اندازه‌گیری شده استفاده نماییم. در هر حال، وقتی که صدای رسیده به گوش طرف مقابل از آستانه فرکانس مورد نظر بالاتر باشد، امکان درک صدا توسط آن گوش و شرکت در پاسخ وجود دارد و بنابراین لازم است پوشش بکار برده شود. محرک کاربردی برای پوشش باید متناسب با محرک بکار برده شده در گوش آزمایشی باشد. اگر محرک بکار برده شده در گوش مورد آزمایش دارای طیف فرکانسی وسیع باشد، جهت پوشش از نوفه با پهنه گسترده (Broad Band Noise) استفاده می‌شود و در صورتی که محرک بکار گرفته شده در گوش آزمایشی دارای طیف فرکانسی باریک و یا صدایی با فرکانس خالص باشد، نوفه نیز بایستی مناسب با محرک صوتی بکار برده شود. در آزمایش ABR نیز در صورتی که محرک صوتی از نظر شدتی بسیار بالا بوده و صدای مقابل موجب تحریک گوش غیرآزمایشی شود، لازم است از پوشش استفاده کنیم. اگر محرک صوتی برای آزمایش کلیک (Click) با زمان تداوم ۱۰۰ میکروثانیه باشد (توصیه اغلب محققین و صاحب نظران بر استفاده از کلیک با این زمان تداوم است) (۲)، از نوفه پهنه گسترده استفاده می‌شود و در صورت کاربرد محرک صوتی با فرکانس خالص نظیر تون برست (Tone burst) یا کلیک پالایش شده (Filtered click) از نوفه پهنه کم (Narrow band Noise) استفاده می‌شود. چون محرک‌های مورد استفاده

* انتقال صوت از یک طرف جمجمه به طرف دیگر در اثر افزایش شدت که این انتقال از طریق استخوان‌ها صورت می‌پذیرد.

در افراد مذکر هنجار بزرگسال (۲۰ تا ۳۰ سال).

ج - تعیین مدل خطی پیش‌بینی زمان نهفتگی موج ۷ زمانهای نهفتگی بین قله‌ای در پتانسیلهای برانگیخته ساقه مغز در افراد مذکر هنجار بزرگسال (۲۰ تا ۳۰ سال).

در پایان آزمایش هر فرد، تعداد ۱۶

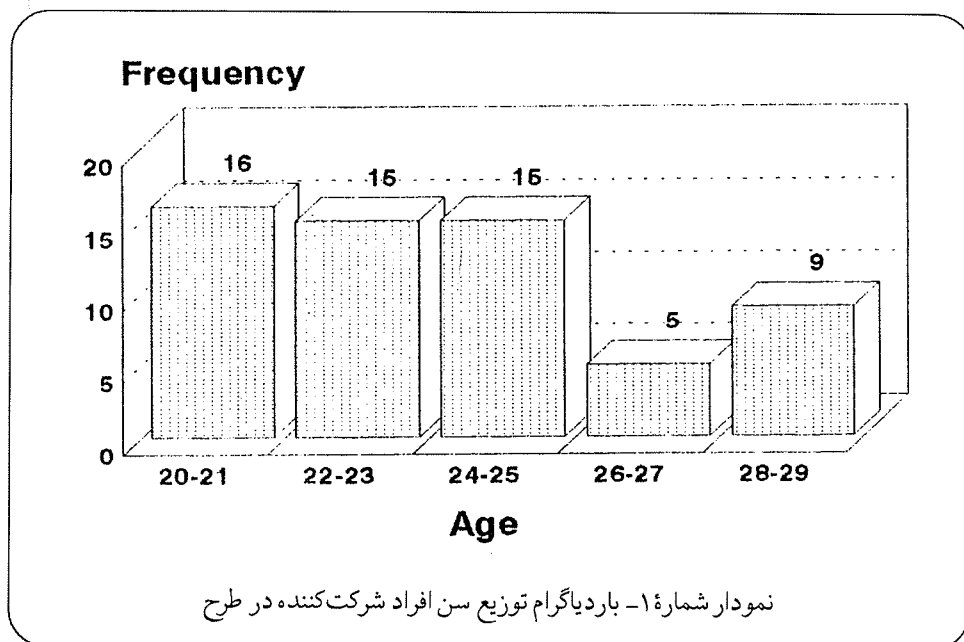
کمیت عددی برای هر گوش و در مجموع ۳۲ کمیت عددی در دو گوش، بدست آمد. در مجموع میانگین و همچنین واریانس هر کدام از زمان‌های نهفتگی نیز محاسبه شده و آزمون‌های آماری بر روی کمیت‌های بدست آمده بیانگر میزان تغییرات و به زبان دیگر نشان‌دهنده میزان اثر نوفه بر پاسخ ABR بوده است.

محرک آزمایشی کلیک با زمان تداوم ۱۲۰ میکروثانیه انتخاب گردید (به علت محدودیت دستگاه مورد استفاده نزدیکترین زمان به ۱۰۰ میکروثانیه انتخاب شده بود). برای ایجاد پوشش در گوش مقابل دستگاه به طور خودکار در گوش مقابل نوفه با پهنه گسترده ارایه می‌نماید.

در مجموع هدف کلی از اجزا طرح تعیین اثر شدت پوشش دگرسویی بر زمان نهفتگی موج ۷ و زمانهای نهفتگی بین قله‌ای I-V، III-III و I-V در افراد تحت مطالعه بوده است. اهداف فرعی عبارتند از:

الف- تعیین زمان نهفتگی مطلق موج ۷ و زمانهای نهفتگی بین قله‌ای I-V، I-III، III-V در پتانسیل‌های الکتریکی برانگیخته ساقه مغز در سطوح مختلف نوفه در افراد مذکر هنجار بزرگسال (۲۰ تا ۳۰ سال).

ب- تعیین تأثیر شدت پوشش دگرسویی بر زمان نهفتگی مطلق موج ۷ و زمان‌های نهفتگی بین قله‌ای در پتانسیل‌های الکتریکی برانگیخته ساقه مغز



۷ گوش راست در دو سطح پوشش ۰ و ۷۰ دسی بل SPL.

ج- بین میانگین‌های زمان نهفتگی موج ۷ گوش راست در دو سطح پوشش ۰ و ۳۰ دسی بل SPL.

در گوش چپ همانند طرف راست شرایط فوق برقرار است، با این تفاوت که علاوه بر وجود تفاوت معنی‌دار بین موارد ذکر شده فوق، تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌های زمان نهفتگی موج ۷ در دو سطح پوشش ۰ و ۳۰ دسی بل SPL نیز وجود دارد. بعلاوه بررسی نتیجه آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای میانگین‌های

نشان می‌دهد (تأیید فرض H1 آماری).

به منظور بررسی تفاوت‌ها در زیرگروه‌های آزمایشی آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD (Least Significant Difference) اجرا گشت. نتایج این آزمون در حالات زیر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح $P < 0.05$ دلالت دارد:

الف- بین میانگین‌های زمان نهفتگی موج ۷ گوش راست در دو سطح پوشش ۰ و ۵۰ دسی بل SPL.

ب- بین میانگین‌های زمان نهفتگی موج

نتیجه

در جدول شماره ۱ میانگین زمان‌های نهفتگی بدست آمده در چهار سطح آرایه نوفه نمایش داده شده است. با توجه به جدول می‌توان مشاهده کرد که با افزایش سطح نوفه، میانگین زمان نهفتگی افزایش یافته است و نمی‌توان موردی را پیدا کرد که با افزایش نوفه کاهش در زمان نهفتگی ایجاد شده باشد.

نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه در طرف راست وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌های زمان نهفتگی مطلق موج ۷ در سطح اعتمادی مطلوب ($P < 0.0001$) را

زمان نهفتگی بین قله‌ای I-V در گوش راست و چپ نشان داد که تفاوت معنی‌دار در سطح اعتماد مطلوب ($P < 0/0001$) مشاهده می‌شود (تأیید فرض H_1 آماری). آزمون LSD وجود تفاوت معنی‌دار در سطح $P < 0/05$ را در حالات زیر در گوش راست نشان می‌دهد:

الف- بین میانگین‌های زمان نهفتگی بین قله‌ای I-V گوش راست در دو سطح پوشش ۰ و ۵۰ دسی بل SPL.

ب- بین میانگین‌های زمان نهفتگی بین قله‌ای I-V گوش راست در دو سطح پوشش ۰ و ۷۰ دسی بل SPL.

ج- بین میانگین‌های زمان نهفتگی بین

قله‌ای I-V گوش راست در دو سطح پوشش ۰ و ۳۰ و ۵۰ دسی بل SPL.

د- بین میانگین‌های زمان نهفتگی بین قله‌ای I-V گوش راست در دو سطح پوشش ۰ و ۳۰ و ۷۰ دسی بل SPL.

در گوش چپ همان شرایط فوق برقرار است با این تفاوت که بین دو سطح ۳۰ و ۵۰ دسی بل SPL در این گوش اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. موارد وجود تفاوت معنی‌دار در گوش چپ در سطح $P < 0/05$ عبارتند از:

الف- بین میانگین‌های زمان نهفتگی بین قله‌ای I-V گوش چپ در دو سطح پوشش ۰ و ۵۰ دسی بل SPL.

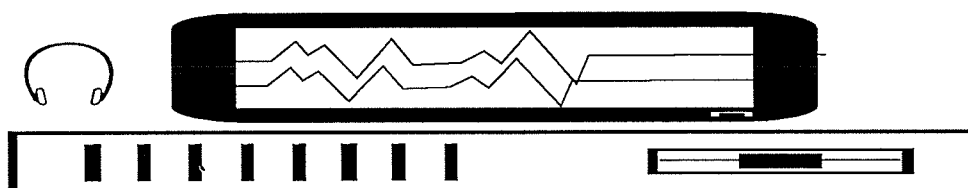
ب- بین میانگین‌های زمان نهفتگی بین قله‌ای I-V گوش چپ در دو سطح پوشش ۰ و ۷۰ دسی بل SPL.

ج- بین میانگین‌های زمان نهفتگی بین قله‌ای I-V گوش چپ در دو سطح پوشش ۰ و ۳۰ و ۷۰ دسی بل SPL.

در مورد زمان نهفتگی بین قله‌ای I-III دو گوش تنها در یک حالت تفاوت معنی‌دار در سطح $P < 0/05$ وجود دارد (بین میانگین زمان نهفتگی بین قله‌ای I-III در دو طرف در دو سطح پوشش ۰ و ۷۰ دسی بل SPL). اما در مورد زمان نهفتگی بین قله‌ای III-V در دو گوش و بین هیچ‌کدام از سطوح آرایه نوفه اختلافی مشاهده نگردید.

جدول شماره ۱- مقایسه میانگین‌های زمان نهفتگی به دست آمده در چهار سطح آرایه نوفه در دو گوش در افراد طبیعی
مراجعه کننده به دانشکده علوم توانبخشی - شهر تهران ۱۳۷۵

۷۰ دسی بل SPL		۵۰ دسی بل SPL		۳۰ دسی بل SPL		۰ دسی بل SPL		شدت نوفه	میانگین زمان‌های نهفتگی
چپ	راست	چپ	راست	چپ	راست	چپ	راست		
۶/۳۳۹۳	۶/۲۹۸۰	۶/۳۰۸۶	۶/۲۶۹۳	۶/۲۹۱۳	۶/۲۳۹۳	۶/۲۴۲۶	۶/۲۰۰۰		میانگین زمان نهفتگی مطلق موج V
۴/۰۵۲۶	۴/۰۳۴۶	۴/۰۲۳۳	۴/۰۰۶۰	۴/۰۰۷۳	۳/۹۶۸۰	۳/۹۷۳۳	۳/۹۴۵۳		میانگین زمان نهفتگی بین قله‌ای I-V
۲/۱۰۲۶	۲/۰۸۶۶	۲/۰۸۶۶	۲/۰۶۸۶	۲/۰۷۸۰	۲/۰۵۳۳	۲/۰۵۳۳	۲/۰۳۶۰		میانگین زمان نهفتگی بین قله‌ای I-III
۱/۹۵۰۰	۱/۹۴۶۶	۱/۹۳۶۶	۱/۹۳۷۳	۱/۹۲۹۳	۱/۹۱۶۰	۱/۹۲۰۰	۱/۹۰۹۳		میانگین زمان نهفتگی بین قله‌ای III-V



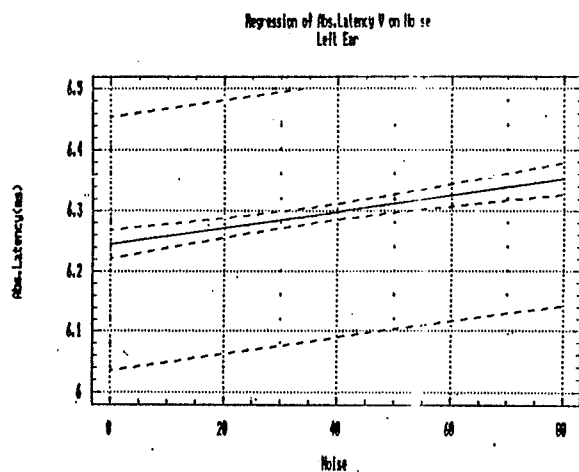
اینجا آن است که متعاقب آرایه نوفه و افزایش آن زمان نهفتگی مرتباً افزایش پیدا کرده است و این افزایش در مورد موج V و زمان نهفتگی بین قله‌ای I-V معنی دار بوده و در موارد دیگر معنی دار نبوده است. حال اگر نتایج آزمون رگرسیون را مورد بررسی قرار دهیم، می‌توانیم میزان دسترسی به سومین هدف فرعی را دریابیم. بررسی نمودار پراکنش و خط رگرسیون مربوط به نتایج زمان نهفتگی گوش راست و چپ نشان می‌دهد که بین زمان نهفتگی و سطح نوفه معادله درجه یک برقرار است، یعنی با افزایش نوفه زمان نهفتگی نیز افزایش یافته است (شکل ۱). بویژه این میزان افزایش برای موج V و زمان‌های نهفتگی بین قله‌ای I-V بسیار واضح‌تر بوده است (توجه به شیب خط رگرسیون).

در مواردی که تفاوت معنی دار بین سطوح پایین شدت نوفه و سطوح بالای شدت وجود دارد، بخاطر فاصله زیاد بین دو سطح پایین و بالا (مثلاً ۵۰ و ۷۰ و یا ۳۰ و ۷۰ دسی بل SPL) توجیه اختلاف معنی دار، مشکل بنظر نمی‌رسد. اما بین دو سطح ۳۰ و ۵۰ دسی بل به علت اختلاف کم بین دو سطح (یعنی ۲۰ دسی بل SPL) و همچنین پایین بودن سطح نوفه (در سطوح ۳۰ و یا ۵۰ دسی بل که هنوز به سطح Crossover + نرسیده است) توجیه اختلاف معنی دار کمی مشکل بنظر می‌رسد و تنها شاید بتوان این مسئله را از طریق پدیده «پوشش مرکزی» (۴) توجیه نمود. البته بروز تغییرات در تمامی سطح نوفه در وهله اول تنها می‌تواند همین توجیه را داشته باشد. لیکن مهم‌ترین نکته در

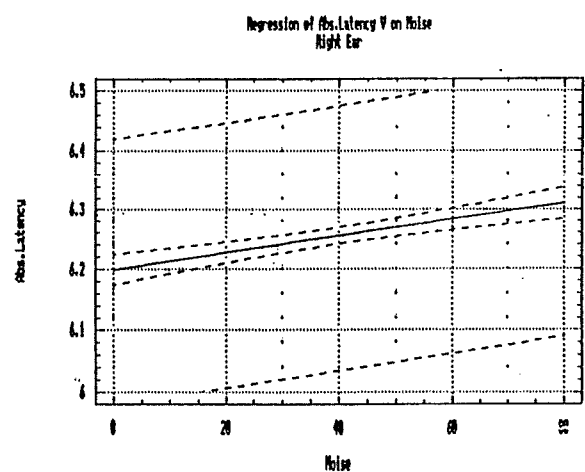
در آغاز بحث، ذکر یک مهم ضروری بنظر می‌رسد و آنکه پوشش در صورتی که بطور مناسب بکار برده شود یک پدیده مثبت می‌باشد و حتی فلسفه وجودی این روش در آزمایش‌های بالینی نیز دلالت بر مثبت بودن این پدیده دارد. اما همین پدیده مثبت خود می‌تواند تأثیرات منفی نیز برجای گذارد. مروری بر نتایج بدست آمده و بررسی جدول شماره ۱ این مسئله را آشکار می‌سازد که اولاً باعث تغییرات زمان نهفتگی در افراد تحت مطالعه گردیده است و این در تمامی موارد به چشم می‌خورد. اختلاف معنی دار در تغییرات زمان نهفتگی متعاقب تغییر در نوفه، در تمامی موارد بین سطوح پایین و بالای شدت نوفه می‌باشد و تنها در یک مورد تفاوت معنی دار بین دو سطح ۳۰ و ۵۰ دسی بل SPL برای زمان نهفتگی I-V

شکل (۱) نمودارهای پراکنش و خط رگرسیون مربوط به نتایج زمان نهفتگی مطلق موج V و زمان‌های نهفتگی بین قله‌ای I-V، I-III، و III-V هر دو

گوش بر حسب سطح نوفه در افراد طبیعی مراجعه کننده به دانشکده علوم توانبخشی - شهر تهران ۱۳۷۵.

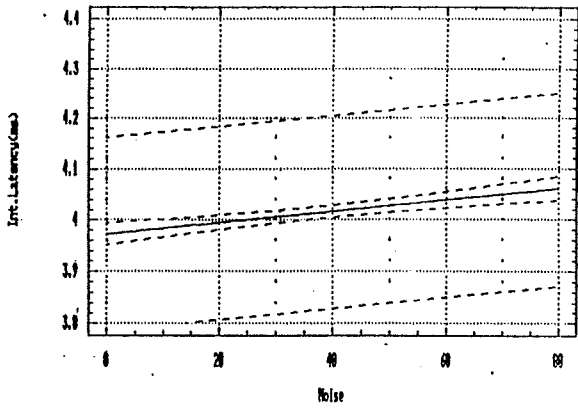


$$\text{latency} = 6/225 + (0/125 \times \text{masking level})$$



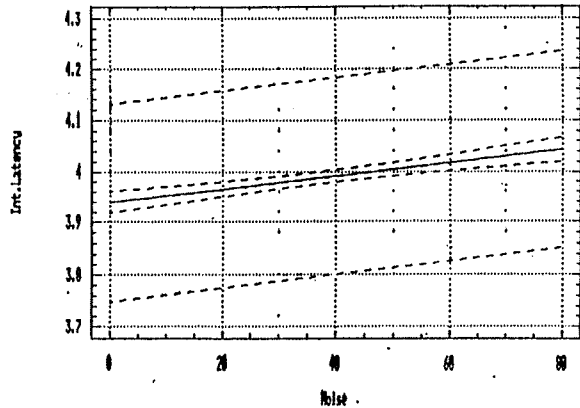
$$\text{latency} = 6/199 + (0/12 \times \text{masking level})$$

Regression of Int.Lat I-V on Noise Left Ear



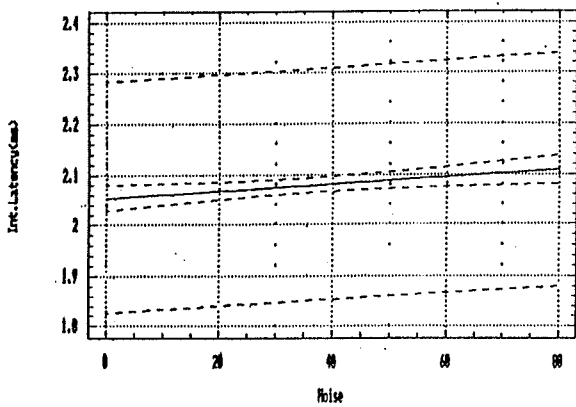
$$\text{latency} = 3/4977 + (0/0011) \times \text{masking level} \text{ (سطح پوشش)}$$

Regression of Int.Lat I-V on Noise Right Ear



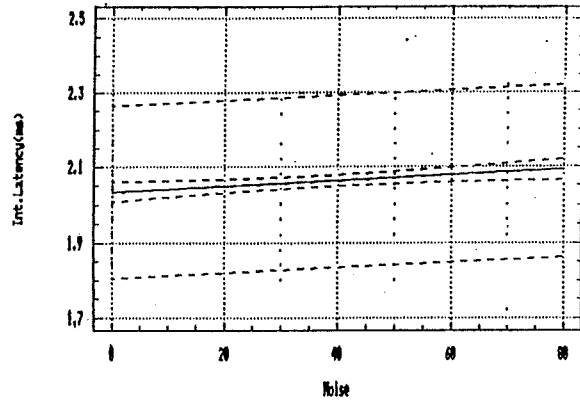
$$\text{latency} = 3/4296 + (0/0121) \times \text{masking level} \text{ (سطح پوشش)}$$

Regression of Int.Lat I-III on Noise Left Ear



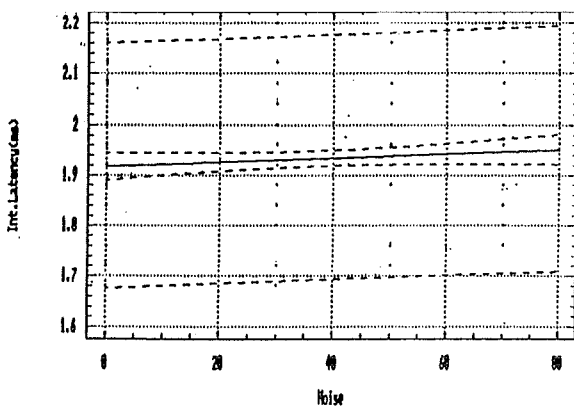
$$\text{latency} = 7/052 + (0/00069) \times \text{masking level}$$

Regression of Int.Lat I-III on Noise Right Ear



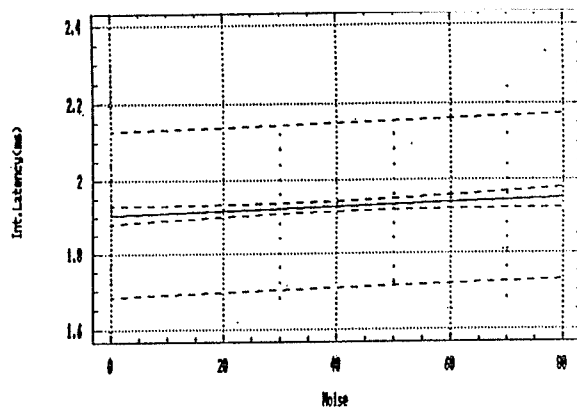
$$\text{latency} = 7/022 + (0/00077) \times \text{masking level}$$

Regression of Int.Lat III-V on Noise Left Ear



$$\text{latency} = 1/9118 + (0/00047) \times \text{masking level}$$

Regression of Int.Lat III-V on Noise Right Ear



$$\text{latency} = 1/9118 + (0/00047) \times \text{masking level}$$

در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده و بحث فوق پیشنهاداتی در پایان آرایه گردیده است که می تواند از نظر بالینی در کاربرد صحیح پوشش و تفسیر ABR مثرتر باشد:

الف- مهمترین توصیه و پیشنهاد آن است که کاربرد نوفه جهت پوشش در آزمایش ABR امری ضروری و لازم است (Hatanaka و همکاران، ۱۹۹۰) (۵). اگرچه این مسئله از نتایج این تحقیق نمی باشد ولی از نکات مهمی است که در مطالعات اولیه برای انجام این تحقیق بدست آمده است.

ب- همان طور که پیشتر ملاحظه شد کاربرد نوفه موجب تغییر در زمان نهفتگی امواج ABR بویژه موج V و زمان نهفتگی بین قله ای I-V می شود (حتی در سطوح پایین). بنابراین نوفه بایستی با دقت و با

توجه به شدت محرک در گوش آزمایشی بکار برده شود.

ج- در صورت کاربرد نوفه در هنگام تفسیر نتایج احتمالاً «عامل اصلاحی» (Correction Factor) را می باید در نظر داشت. یعنی بخاطر کاربرد ۶۰ دسی بل SPL نوفه شاید بتوان در زمان نهفتگی مطلق موج V، ۱/۰ میلی ثانیه کاهش ایجاد کرد. البته در آزمایش ABR عوامل متعددی می تواند نتیجه را تحت تأثیر قرار دهد، لذا اگر این عوامل را در نظر نداشته باشیم، نتیجه واقعی بدست نخواهد آمد. به هر حال در مجموع با توجه به جدول ۱ مشاهده می شود که با افزایش نوفه در دو گوش در زمان نهفتگی مطلق موج V تغییری در حد ۱/۰ میلی ثانیه و در زمان نهفتگی بین قله ای I-V تغییری در حد ۰/۰۸ الی ۰/۰۹ میلی ثانیه و در زمان

نهفتگی بین قله ای I-III و I-V به ترتیب تغییراتی در حد ۰/۰۵ و ۰/۰۳۵ میلی ثانیه ایجاد می گردد.

د- در عین حال این مطالعه نشان می دهد که بایستی بر روی مسایلی نظیر پوشش مرکزی در ERA، اثرات نوفه بر روی پاسخ های دو گوش (مقایسه تغییرات در دو گوش)، بررسی اثر برتری طرفی در رابطه با کاربرد پوشش و اثر پوشش در حالات متفاوت کم شنوایی (انتقالی، حسی، عصبی و ...) تحقیق صورت پذیرد. هر چند که در این مطالعه دریافتیم که بیشتر تغییرات ایجاد شده در اثر نوفه بواسطه پدیده پوشش مرکزی بوده است.

منابع

- 1) James W. Hall III. Handbook of Auditory Evoked Responses. Allyn and Bacon. 1992. P: 169.
- 2) Jack Katz. Handbook of Clinical Audiology. Williams & Wilkins. 1994. P: 322.
- 3,4) James W. Hall III. Handbook of Auditory Evoked Responses. Allyn and Bacon. 1992. P: 170.
- 5) T. Hatanaka, A. Yasuhara, A. Hori, Y. Kobayashi. Auditory Brainstem Responses in Newborn Infants. Ear and Hearing, Vol. 11, No 3, 1990. P: 233-236.