فصل ۳

مقایسه انواع پاسخ های تقویت شده در کودکان

VS

مقدمه:

همواره در انتخاب یک آزمون مناسب در روند تشخیص و حتی درمان، فاکتورهای متعددی وجود دارند که فرایند انتخاب ابزار مورد نیاز را متناسب با اپیدمولوژی بیماری، وضعیت اقتصادی بیمار و جامعه، میزان امکانات در دسترس و غیره متاثر می کند. حال با توجه به ویژگی های هر آزمون و مزایا و معایب آن در این فصل تلاش بر این است که با مقایسه تمامی آزمون ها در یک فاکتور مشخص، مرحله به مرحله پیش رویم که در نهایت بتوانیم ویژگی های ممتاز هر آزمون و نقاط ضعف و محدودیت آنها را بشناسیم و در نهایت با توجه به حوزه کاری خود، امکانات موجود، مباحث اقتصادی و غیره بتوانیم بهترین آزمون ممکن را انتخاب کنیم.

به منظور تسهیل در مقایسه بین آزمون های ذکر شده از یک الگوی بسیار ساده بهره گرفته‌ایم که در نهایت مخاطب بتواند جمع بندی کلی و دقیقی از بحث داشته باشد.

در این فصل به مقایسه مرحله به مرحله بین آزمونهای BOA، VRA، CPA، ABR، ASSR و ALLR پرداخته می شود که در ذهن مخاطب مزایا و معایب هر آزمون در قالب نموداری درختی شکل گیرد و بتواند بهترین و مناسب ترین آزمون را برای بیمار خود در شرایط مختلف انتخاب بنماید.

۱: ویژگی فرکانسی

مقایسه ویژگی فرکانسی در بین آزمون های زیر

BOA	VRA	CPA	ABR	ASSR	ALLR
ندارد	دارد	دارد	ندارد	دارد	دارد

نشان می دهد که برای تعیین آستانه شنیداری در تک تک فرکانس ها آزمون BOA و ABR آزمون مناسبی نیست. البته می توان در BOA از محرک نویز باند باریک و تن خالص استفاده شود که ویژگی فرکانسی دارد.

محرک کلیک که در ABR استفاده می شود دارای پهنای باند از ۵۰۰ تا ۶۰۰۰ هرتز است و اصلا نمی توان با آن ویژگی فرکانسی را بررسی کرد، البته در تن برست می توان فرکانس های ۵۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز را بدست آورد ولی به علت مشکلات خاص خود از قبیل تفاوت زیاد با آستانه رفتاری کمتر استاده می شود.

۲: محدوده شدتی

مقایسه محدوده شدتی بین آزمون های زیر

BOA	VRA	CPA	ABR	ASSR	ALLR

تا ۱۲۰ دسی بل	تا ۱۲۰ دسی بل	تا ۹۵ دسی بل	تا ۱۲۰ دسی بل	تا ۱۲۰ دسی بل	تا ۱۲۰ دسی بل

نشان می دهد که برای تعیین آستانه شنیداری و توانایی افتراق کم شنوایی شدید از عمیق در ABR محدودیت داریم که این روند در تنظیم سمعک شنوایی شناس را بسیار با مشکل مواجه می کند. البته آزمون های رفتاری بخصوص BOA هم به علت مشکلات خاص خود شاید نتوانند به طور دقیق این دو را از هم تمایز دهند.

۳: ویژگی گوشی

مقایسه ویژگی گوشی بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
دارد	دارد	دارد	دارد	بستگی به همکاری کودک دارد	ندارد

نشان می دهد که در BOA ویژگی گوشی نداریم، یعنی نمی توانیم هر گوش را به طور جداگانه تست کنیم که این مشکل می تواند منجر به عدم شناسایی کم شنوایی یک طرفه شود.

در تست VRA هم بسته به همکاری کودک اگر بتوانیم هدفون را روی گوش بیمار قرار دهیم می توانیم هرگوش را جداگانه تست کنیم در غیر این صورت پاسخ حاصله از دو گوش است.

۴: نیاز به همکاری

مقایسه نیاز به همکاری بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
دارد	بستگی به ریت مدیولاسیون دارد	ندارد	دارد	دارد	ندارد

نشان می دهد که VRA و CPA نیاز به همکاری فعال کودک دارند و در شرایط خواب یا هنگامی که کودک دچار مشکلات شناختی یا یادگیری است متاسفانه نمی توانیم از این آزمون ها بهره ببریم و باید از آزمون های الکتروفیزیولوزیک استفاده کنیم. در تست ALLR هم به علت درگیری مناطق قشر شنیداری باید کودک بیدار باشد و حتی توصیه شده است از برنامه کودک های متناسب با رده سنی استفاده شود.

در تست ASSR هم توجه بسته به ریت مدیولاسیون محرک مورد استفاده دارد: برای ریت بالای ۷۰-۶۰ هرتز که مناطق ساقه مغز را بررسی می کند حتی در خواب هم پاسخ مطلوب حاصل می شود اما برای زیر این محدوده مدیولیشن و به ویژه زیر ۵۰ هرتز که مناطق قشری را بررسی می کند حتما باید بیدار باشد.

۵: نیاز به بیهوشی

مقایسه نیاز به بیهوشی بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
ندارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد

نشان می دهد که تست های رفتاری و ALLR برای کودکانی که بیدار هستند یا امکان بیهوش کردن آنها وجود ندارد تست های مناسبی هستند، البته باید این نکته را مدنظر داشت که بسیاری از متخصصان کودکان و در بسیاری از مواقع از تجویز هرگونه داروی خواب آور به نوزادان و کودکان خودداری می کنند که این تصمیم منجر به ارزیابی کودکان در حالت بیداری می شود. موضوع دیگر در کودکان بیدار، مشکل همکاری آنها است از آنجاییکه تعیین ارزیابی شنوایی کودکان وقت گیر است در حالت بیداری امکان تعیین دقیق و کامل آستانه شنوایی وجود ندارد لازم است از تست هایی همچون ABR و ASSR که در حالت بیهوشی انجام می شوند استفاده کنیم.

۶: زمان بر بودن

مقایسه زمان بر بودن بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
کم	زیاد	کم	زیاد	زیاد	کم

نشان می دهد که آزمون ABR، ALLR و BOA زمان کمی لازم دارند اما دقت و مزیت های ALLR بسیار بر BOA برتری دارد و BOA را بیشتر مواقع به عنوان آزمون غربالگری استفاده می کنند هرچند که در شرایط خاص مثلا در کودکان با نقص های چندگانه و کودکان با مشکلات شدید مغزی مبنای تعیین آستانه و حتی تایید تنظیم سمعک با تست BOA خواهد بود.

در تست های VRA و CPA به علت نیاز به همکاری فعال کودک و شرطی کردن معمولا ارزیابی هر کودک حدود یک ساعت وقت لازم است. در تست ASSR به علت کوچک بودن پاسخ ها در حد نانوولت نیاز به معدل گیری زیادی است ازاینرو زمان بر است.

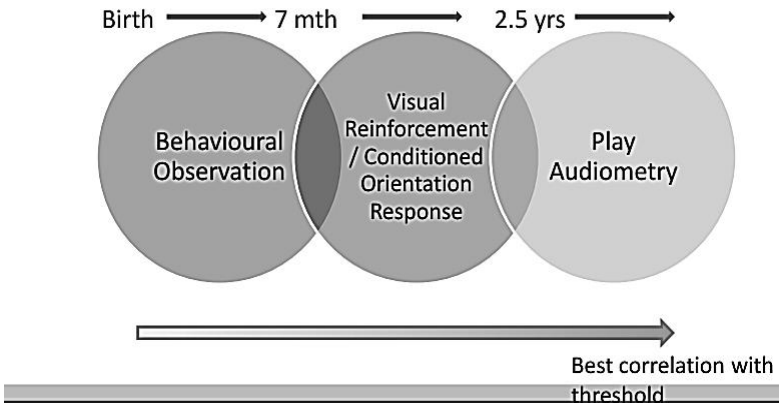
۷: اثر فاکتور سن

مقایسه اثر فاکتور سن بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد

نشان می دهد که باید در تمامی آزمون های مورد ارزیابی فاکتور سن را در تفسیر دخالت داد. همانطور که پیش تر گفته شد هرکدام از آزمون های ذکر شده بیشترین حساسیت و دقتشان در یک محدوده سنی است و زیر این محدوده سنی از دقت آنها کاسته می شود.

در شکل زیر نشان داده شده است که تست VRA برای سن بالای ۷ ماه قابل اعتماد است و دلیل آن رشد حرکات سر و گردن است که کودک را قادر می سازد در این تست همکاری کند و در CPA در بالای ۲/۵ سال کودک می تواند به طور موثری در ارزیابی شرکت کند و آستانه مطلوب حاصل شود(شکل ۱).



شکل ۱: مراحل انتخاب تست های رفتاری با توجه به افزایش سن. با افزایش سن انتخاب تست های سطح بالاتر و ازاینرو بدست آوردن آستانه شنوایی معتبرتر مهیا می شود.

در تست ABR هم معمولا ارزیابی های زیر ۱ سال از اعتبار کافی برخوردار نیستند و علت آن بلوغ ناکافی سیستم شنیداری می باشد. در تست ASSR نیز در سن بالای ۱ سال و بیشتر حساسیت مطلوبی جهت تعیین آستانه را خواهد داشت. برای تست ALLR نیز برای سنین بالای ۳ سال مطلوب است. البته انجام تست های ABR، ASSR و ALLR در زیر محدوده سنی گفته شده نیز عملی است و می توان بر پایه آنها ارزیابی شنوایی را انجام داد اگرچه باید با احتیاط تفسیر شوند و در قالب مجموعه تست[1] از آنها استفاده کرد.

۸: قابلیت انجام تست راه استخوانی (BC)

مقایسه قابلیت انجام تست راه استخوانی بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
امکان پذیر است	امکان پذیر است	امکان پذیر است	بستگی به همکاری دارد	بستگی به همکاری دارد	امکان پذیر نیست

نشان می دهد که انجام تست های ABR، ASSR و ALLR برای محرک راه استخوانی عملی است اما به علت پاسخ های کاذب زیاد هنگام ثبت به طور معمول استفاده نمی شوند.

۹: قابلیت انجام تست گفتاری

مقایسه قابلیت انجام تست گفتاری بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
امکان پذیر است	امکان پذیر نیست	امکان پذیر نیست	امکان پذیر است	امکان پذیر است	امکان پذیر نیست

نشان می دهد که انجام تست گفتاری در BOA و ABR عملی نیست. در تست ABR به علت اینکه باید محرک همزمانی زیادی داشته باشد که بتواند پاسخ را تولید کند استفاده از محرک گفتاری عملی نیست.

در آزمون های VRA و CPA می توان از کلمات متناسب با سن کودک استفاده کرد برای این کار بهترین مواد گفتاری اسم اسباب بازی ها می باشند. البته می توان از لیست های گفتاری همچون WIPI، PBK، NU-CHIPS و غیره در قالب باز و بسته استفاده کرد.

[1] Test Battery

در دستگاه HEARLab که از تست ALLR استفاده می کند از ۴ محرک گفتاری "m"،" g"،" t "و" s" به نمایندگی فرکانس های پایین، میانه و بالا استفاده می کند.

۱۰: شناسایی نوروپاتی

مقایسه شناسایی نوروپاتی بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
امکان پذیر نیست	امکان پذیر نیست	امکان پذیر است	امکان پذیر است	امکان پذیر است	امکان پذیر نیست

نشان می دهد تنها ABR قابلیت شناسایی کودکان نوروپاتی را دارد. در کودکان نوروپاتی OAE وجود دارد و شنوایی آنها در تست های رفتاری همچون VRA و CPA نرمال یا در حد هنجار است اما ABR حتی در شدت بالا ناهنجار است. پس برای شناسایی این کودکان تست های ABR و رفتاری بسیار مفید هستند و جزء تست های تشخیصی نوروپاتی می باشند. به علت تغییرپذیری ها و خطای زیاد تست BOA در شناسایی نوروپاتی مفید نیست.

باید توجه داشت برای شناسایی کودکان نوروپاتی نباید از تک تست استفاده کرد و حتما از مجموعه تست جهت افزایش دقت شناسایی استفاده کرد.

۱۱: ارزیابی نوروپاتی شنوایی

مقایسه ارزیابی نوروپاتی بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
امکان پذیر است	امکان پذیر نیست	امکان پذیر است	امکان پذیر است	امکان پذیر است	امکان پذیر نیست

نشان می دهد که ASSR آزمون مناسبی برای ارزیابی کودکان محسوب نمی شود. زیرا طبق مطالعات میزان خطای آستانه بین آستانه ASSR و رفتاری بسیار زیاد است و حتی تا dB ۹۰ هم می تواند برسد ازاینرو توصیه شده که از ASSR استفاده نشود و در صورت استفاده حتما از

ABR هم در کنار آن استفاده شود. در آزمون ABR هم توصیه شده است تنها از محرک کلیک برای ارزیابی استفاده شود و از محرک تون برست برای ارزیابی آستانه شنوایی در کودکان نوروپاتی استفاده نشود.

تست های رفتاری همچون CPA و VRA هم آزمون هایی معتبر و مناسب برای این کودکان هستند و اعتبار بالایی دارند ولی توصیه می شود از مجموعه آزمون جهت ارزیابی این کودکان استفاده شود.

۱۲: امکان بررسی پاسخ های تقویت شده (Aided)

مقایسه امکان بررسی پاسخ های تقویت شده بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
امکان پذیر است	امکان پذیر است	امکان پذیر نیست	امکان پذیر است	امکان پذیر است	امکان پذیر است

نشان می دهد که انجام تست برای تایید میزان تقویت حاصله از سمعک به غیر از ABR عملی است و دلیل آن ذات محرک مورد استفاده در ABR است. محرک کلیک یک محرک انفجاری است و با دیرش حدود ۱۰۰میکروثانیه طیف وسیعی از محدوده ۵۰۰ تا ۶۰۰۰ هرتز را می پوشاند ازاینرو هنگام ارائه محرک سریعا مدار سمعک اشباع می شود ازاینرو نمی توان از ABR برای بررسی پاسخ های تقویت شده استفاده کرد.

از بین تست های گفته شده BOA از کمترین دقت برخوردار است و بیشتر حالت غربالگری دارد و در مواقعی استفاده می شود که به علت وضعیت جسمی کودک، عدم همکاری، کودکان با وجود چند ضایعه نتوانیم از تست های دیگر استفاده کنیم.

جامع ترین این ها تست ALLR است که نمایش دقیق و واضح از عملکرد وسیله تقویت کننده و میزان تقویت را در سطح قشر شنوایی بازتاب می دهد.

۱۳: توجه

مقایسه اثر توجه بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
متاثر میشود	بستگی به مدولاسیون دارد	متاثر نمیشود	متاثر میشود	متاثر میشود	متاثر نمیشود

نشان می دهد که تست رفتاری BOA و تست های الکتروفیزیولوژیک ABR و ASSR در مدولاسیون فرکانسی بالای ۷۰-۶۰ هرتز که مناطق ساقه مغز را متاثر می کنند به وسیله توجه و سایر فاکتورهای شناختی از قبیل انگیزه متاثر نمی شوند، ازاینرو حتی در خواب هم به راحتی گرفته می شوند.

سایر تست به توجه وابسته اند و در صورت عدم توجه آستانه ها افزایش می یابند که از این بین ALLR به علت بازنمایی قشری بسیار به توجه وابسته است و هنگام خواب گرفتن پاسخ به شدت متاثر می شود.

۱۴: تغییر پذیری در پاسخ ها

مقایسه تغییر پذیری در پاسخ ها بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد

نشان می دهد که تغییر پذیری در تمامی پاسخ ها وجود دارد که این تغییر پذیری ها شناسایی پاسخ درست را متاثر می کنند و ازاینرو به راحتی می توانند صحت استانه را متاثر کنند. از این بین بیشترین تغییر پذیری پاسخ مربوط به BOA است و یکی از دلایلی که BOA تنها به عنوان ازمون غربالگری استفاده می شود همین عامل است.

در تست های الکتروفیزیولوزیک نیز این تغییرات پاسخ می توانند به راحتی شناسایی موج را به اشتباه بیندازند که خطر بزرگتر برای تست هایی همچون ASSR و AALR در HEARLab است که به صورت اتومات پاسخ را شناسایی می کنند و ضریب خطا بالا می رود اما این مشکل به وسیله پایش بینایی و در افراد با تجربه به راحتی حل می شود.

۱۵: بی خطر بودن

مقایسه بی خطر بودن در پاسخ ها بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
لزوم رعایت اصول اولیه	لزوم رعایت اصول اولیه	لزوم رعایت اصول اولیه	بی خطر	بی خطر	بی خطر

نشان می دهد که تست های رفتاری کاملا بی خطر هستند و هیچ گونه مشکلی برای کودک و نوزاد ایجاد نمی کنند، فقط باید دقت کرد که در کودکانی که LDL آنها بسیار پایین است از سطح شدت خیلی بالا برای شروع کار استفاده نکنیم.

در تست های الکتروفیزیولوژیک به علت استفاده از الکترود، Paste و ژل ابراسیون (پاک کننده) به شدت توصیه می شود در هر بار استفاده الکترود کاملا تمیز و ضد عفونی شود و از Paste و ژل هایی استفاده شود که سبب حساسیت و ایجاد واکنش آلرژیک در پوست نشوند. در کارهای بالینی گاهی اوقات دیده می شود که در بزرگسالان از الکل جهت تمیز کردن پوست استفاده می شود اما گفته می شود در کودکان به علت حساسیت و نازک بودن پوست و احتمال جذب الکل توسط خون به هیچ وجه از الکل استفاده نشود.

در کودکان و خصوصا نوزادان هنگام تمیز کردن پوست باید با کمال دقت و بدون هیچ گونه فشار اضافی پوست را تمیز کنیم و از پنبه یا Pad مخصوص جهت تمیز کردن پوست استفاده کنیم.

کودکان زیر ۴ ماه در بیشتر اوقات به طور طبیعی و بدون هیچ گونه داروی خواب آور می خوابند اما در کودکان بزرگتر مجبور به استفاده از داروی خواب آور هستیم که این قضیه خود فاکتور منفی در استفاده از این تست ها در ارزیابی کودکان و نوزادان می باشد. علاوه بر والدین، بسیاری از متخصصین کودکان از تجویز داروی بیهوشی حتی در دز پایین امتناع می کنند که این امر ریسک خطر استفاده از این داروها را نشان می دهد.

۱۶: نیاز به فضای خاص

مقایسه فضای خاص در پاسخ ها بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد

نشان می دهد که تمامی تست های حوزه شنوایی کودکان باید در فضایی خاص و مخصوص این کار انجام شود. برای ارزیابی تست های شنوایی در کودکان نیاز به اتاقک آکوستیکی داریم که از لحاظ فضا نسبت به اتاقک های مرسوم در ارزیابی بزرگسالان بزرگتر باشد و بر خلاف بزرگسالان تزئین متناسب با سن کودکان را داشته باشد. در تست های رفتاری کودکان به علت همکاری کودک لازم است اتاقک آکوستیک

بسیار جذاب باشد که سبب شود کودک از محیط بسته آن نترسد و همکاری لازم برای بررسی آستانه شنوایی را داشته باشد همچنین بخاطر حساسیت تست های الکتروفیزیولوژی به نویز های الکتریکی و نویز بدن اتاقک ها باید کاملا ایزوله باشند.

۱۷: نیاز به تجهیزات خاص(هزینه)

مقایسه نیاز به تجهیزات خاص در پاسخ ها بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد

نشان می دهد که تست های رفتاری نسبت به تست های الکتروفیزیولوژیک نیاز به ابزار خاصی ندارند و با همان تجهیزات مرسوم ادیومتری در کلینیک قابل انجام است و تنها به چند اسباب بازی و وسایل سرگرمی جهت تشویق و جلب توجه کودکان نیازمندیم.

برخلاف تست های رفتاری در تست های الکتروفیزیولوژیک نیاز به وسایل خاص داریم که این دستگاه ها هزینه زیادی دارند و وسایل لازم و مصرفی برای انجام این تست ها همچون الکترود، ژل ابراسیون و غیره هزینه بالایی دارند.

۱۸: کالیبراسیون

مقایسه قابلیت انجام کالیبراسیون در پاسخ ها بین آزمون های زیر

ALLR	ASSR	ABR	CPA	VRA	BOA
دارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد

نشان می دهد که تنها ABR قابلیت انجام کالیبراسیون را ندارد و علت آن به خاطر ذات محرک مورد استفاده در ABR می باشد. کالیبراسیون توسط تون هایی صورت می گیرد که بتوان توسط SLM آنها را ثبت کرد و با تعین پاسخ طیفی و شدت آن، سیگنال مورد نظر را پایش کرد حال در تن های گذرا همچون کلیک و تن برست به علت پاسخ زمانی در حد ۰/۱ میلی ثانیه، SLM قابلیت ثبت محرک و تعین فرکانس و شدت محرک را ندارد.

البته روش های خاصی برای کالیبراسیون محرک های گذرا فراهم شده است که خارج از محدوده این فصل می باشد. تست های ASSR و ALLR به علت عدم نیاز به همزمانی زیاد برای ایجاد پاسخ قابلیت استفاده از تن سینوسی را دارند که به راحتی با SLM کالیبره می شوند. در تست های رفتاری نیز به علت استفاد ه از تن خالص، نویز پهن باند و باریک بند می توان به راحتی کالیره شوند.

منابع:

1. Cone-Wesson, B., Dowell, R. C., Tomlin, D., Rance, G., & Ming, W. J. (2002). The auditory steady-state response: comparisons with the auditory brainstem response. Journal of the American Academy of Audiology, 13(4), 173-187.
2. Vander Werff, K. R., Brown, C. J., Gienapp, B. A., Clay, S., & Kelly, M. (2002). Comparison of auditory steady-state response and auditory brainstem response thresholds in children. *Journal of the American Academy of Audiology*, *13*(5), 227-235.
3. Clark, G. M., Rance, G., Dowell, R. C., Rickards, F. W., & Beer, D. E. (1998). Steady-state evoked potential and behavioral hearing thresholds in a group of children with absent click-evoked auditory brain stem response. *Ear and Hearing*, *19*(1), 48-61.
4. Stapells, D. R., & Oates, P. (1997). Estimation of the pure-tone audiogram by the auditory brainstem response: a review. *Audiology and Neurotology*, *2*(5), 257-280.
5. Sininger, Y. S., Abdala, C., & Cone-Wesson, B. (1997). Auditory threshold sensitivity of the human neonate as measured by the auditory brainstem response. *Hearing research*, *104*(1), 27-38.
6. Van der Drift, J. F. C., Brocaar, M. P., & Van Zanten, G. A. (1987). The Relation between the Pure-Tone Audiogram and the Click Auditory Brainstem Response Threshold in Cochlear Hearing Loss: Relation entre l'audiogramme et le seuil des réponses évoquées du tronc cérébral au clic dans les surdités de perception. *International Journal of Audiology*, *26*(1), 1-10.
7. Johnson, T. A., & Brown, C. J. (2005). Threshold prediction using the auditory steady-state response and the tone burst auditory brain stem response: a within-subject comparison. *Ear and hearing*, *26*(6), 559-576.
8. Cornacchia, L., Vigliani, E., & Arpini, A. (1982). Comparison between brainstem-evoked response audiometry and behavioral audiometry in 270 infants and children. *International Journal of Audiology*, *21*(4), 359-363.

9. Ahn, J. H., Lee, H. S., Kim, Y. J., Yoon, T. H., & Chung, J. W. (2007). Comparing pure-tone audiometry and auditory steady state response for the measurement of hearing loss. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, *136*(6), 966-971.
10. Ruth, R. A., Horner, J. S., McCoy, G. S., & Chandler, C. R. (1982). Comparison of auditory brainstem response and behavioral audiometry in infants.*Scandinavian audiology. Supplementum*, *17*, 94-98.
11. Munro, K. J., Purdy, S. C., Ahmed, S., Begum, R., & Dillon, H. (2011). Obligatory cortical auditory evoked potential waveform detection and differentiation using a commercially available clinical system: HEARLab™. *Ear and hearing*, *32*(6), 782-786.
12. Van Dun, B., Carter, L., & Dillon, H. (2011). The Relationship Between Cortical Auditory Evoked Potential (CAEP) Detection and Audibility Assessed Behaviourally in Infants with Sensorineural Hearing loss. *National Acoustic Laboratories*, 32.
13. Van Dun, B., & Dillon, H. (2011). Estimating Behavioural Hearing Thresholds in Hearing Aided Adults and Cochlear Implantees Using Cortical Auditory Evoked Potentials (CAEPs). *National Acoustic Laboratories*, 34.
14. Werner, L. A., Folsom, R. C., & Mancl, L. R. (1993). The relationship between auditory brainstem response and behavioral thresholds in normal hearing infants and adults. *Hearing research*, *68*(1), 131-141.
15. Davis, H., & Hirsh, S. K. (1979). A slow brain stem response for low-frequency audiometry. *International Journal of Audiology*, *18*(6), 445-461.
16. Lins, O. G., Picton, T. W., Boucher, B. L., Durieux-Smith, A., Champagne, S. C., Moran, L. M., ... & Savio, G. (1996). Frequency-specific audiometry using steady-state responses. *Ear and Hearing*, *17*(2), 81-96.
17. Mendel, M. I., Hosick, E. C., Windman, T. R., Davis, H., Hirsh, S. K., & Dinges, D. F. (1975). Audiometric comparison of the middle and late components of the adult auditory evoked potentials awake and asleep.*Electroencephalography and clinical neurophysiology*, *38*(1), 27-33.
18. Hyde, M., Alberti, P., Matsumoto, N., & Li, Y. L. (1985). Auditory evoked potentials in audiometric assessment of compensation and medicolegal patients. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology*, *95*(5 Pt 1), 514-519.