

بسمه تعالی

ارزیابی تکمیلی شنوایی

فهیمة حاجی ابوالحسن

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

آزمون های تشخیص افتراقی شنوایی

آزمون زوال صوت "Tone Decay"

برای تشخیص محل ضایعه کارمان از شرح حال شروع می شود و PTA و SRT اهمیت فوق العاده ای دارند. در هر حسی اگر محرکی به مدت طولانی برای آن ارائه شود، عادت ایجاد می شود و به مرور زمان عادی می شود. بلندی صدا هم همین طور است. بلندی صدا نسبت به زمان اولیه کاهش پیدا می کند. کاهش بلندی صدا به مرور زمان تطبیق صدا نام دارد.

موقعیتی که صدا کاملاً قطع شود و شنیده نشود سازگاری یا زوال گفته می شود.

زوال صوت کمتر از مدت زمان هنجار، غیرطبیعی است.

روش شوبرت: (Schubert 1944)

شوبرت (1944) آزمون توان دیکی را ابداع کرد، در این روش شدت را در (5dBSL) 5دسی بل بالای آستانه می‌گذاریم و مدت 60 ثانیه صدا ارائه می‌شود. از بیمار می‌خواهیم تا موقعی که صدا را می‌شنود دگمه را فشار دهد. یا دستش را بالا نگه دارد. اگر کمتر از 60 ثانیه اعلام کرد نمی‌شنود شدت را 5dBSL دیگر افزایش می‌دهیم و به مدت 60 ثانیه محرک ارائه می‌گردد. چنانچه نتوانست 60 ثانیه بشنود باز 5dBSL دیگر شدت را افزایش می‌دهیم و به مدت 60 ثانیه ارائه می‌شود. افزایش گام‌های 5دسی بل این آزمون ادامه پیدا می‌کند تا به سطح پلاتو برسیم. سطح پلاتو در این روش یعنی شدتی که فرد بتواند صوت را 60 ثانیه بشنود و یا به حداکثر شدت ادیومتر برسد که البته فرکانس فرقی نمی‌کند.

30			
35	_____	20"	} 50-30 20 dB دیکي دارد → سطح پلاتو
40	_____	30"	
45	_____	50"	
50	_____	60"	
55	_____	60"	

روش هود

هود بعد از شوبرت در سال (1956) روشی به نام خودش ابداع کرد. در این روش بین هر افزایش 5 دسی بل، 60 ثانیه استراحت داده می شود. از آنجائی که این روش پاسخ های کاذب می دهد، استفاده نمی شود. (پاسخ های منفی کاذب)

روش کارهارت

کارهارت در سال (1957) روشی به نام خودش (Carhart) ابداع کرد. در این روش ابتدا آستانه می گیریم، در مرحله بعد از سطح آستانه محرک را برای تشخیص می فرستیم اگر 60 ثانیه شنید آزمایش خاتمه می یابد در غیر این صورت صدا را در گام های 5 دسی بل افزایش می دهیم تا جایی که 60 ثانیه بشنود. که در مکتب جدید در این روش می گویند از 5 دسی بل بالای آستانه شروع می کنیم. اگر صوت را در مدت 60 ثانیه شنید آزمون تمام می شود ولی اگر نشنید شدت صدا را در گام های 5 دسی بل افزایش می دهیم تا جایی که محرک را 60 ثانیه بشنود.

کارهات پیشنهاد کرد تا (30dBSL) بالای آستانه شدت را افزایش می‌دهیم، چون طبق نظر کارهات میزان دیکی (30 دسی‌بل یا بیشتر) نشان‌دهنده ضایعات Retrocochlear است. ویکی (+) و میزان کمتر از 30 دسی‌بل دیکی منفی است و ضایعه کوکلئار است.

قدرت تشخیص و دقت بالایی دارد. درصد خطایش 5٪ ذکر شده است و برای هر فرکانس، آزمون به طور جداگانه انجام می‌شود.

روش Sorenson

در این روش آزمایش زوال صوت فقط برای فرکانس (2KHz) انجام می‌شود. به جای (s60) محرک باید (S 90) ارائه شود.

حد افتراق طبیعی و کوکلئار را (90 ثانیه) می‌داند.

اگر در (90 ثانیه) نشنود دیکی مثبت و اگر بشنود دیکی منفی است.

روش روزنبرگ یا روش یک دقیقه‌ای روزنبرگ

روش (Rosenberg) همانند روش کارهات می‌باشد.

تفاوتی که با روش کارهات دارد این است که کل مدت زمان آزمایش (60 ثانیه) طول می‌کشد. مثلاً آستانه فردی 40dBSL است.

صورت را می‌فرستیم مثلاً (10 ثانیه) می‌شنود. بدون قطع شاسی زمان، شدت را (5 دسی‌بل) دیگر افزایش می‌دهیم و افزایش شدت تا مدت زمان 60 ثانیه ادامه می‌یابد.

این روش به عنوان روش غربالگری زوال صوت شناخته شده است.

ایراد روش روزنبرگ: به علت مدت زمان کم پاسخهای منفی کاذب زیاد دارد. حدود 35٪ پاسخ منفی کاذب دارد. خیلی از ضایعات قابل ردیابی نیستند و دیکی منفی پیدا می کنند، تنها مزیت آن سرعت بالاست ولی دقت آن پایین است و ارزش تشخیصی ندارد. این روش به عنوان روش غربالگری زوال صوت خوانده می شود.

روش السن – نافسینگر

روش Olsen- Noffsinger شبیه روش کارهارت است. تنها تفاوت آن با کارهارت در سطح شروع آزمایش می باشد، در این روش، آزمایش از (20 دسی بل) بالای آستانه (20dBSL) شروع می شود، اگر فرد صوت را شنید (دیکی منفی) و اگر نشنید (دیکی مثبت) است.

در این لحظه آزمایش تبدیل به روش کارهارت می شود یعنی صوت را در دو گام (5 دسی بلی) دیگر افزایش می دهیم.

مزیت این روش سرعت بالای آن و خستگی کمتر بیمار می باشد. چون آزمایش در (20dBSL) شروع می شود و تشخیص صوت و صدا آسان تر است و بیمارانی که مبتلا به وزوز هستند این روش برایشان ساده تر است.

روش گرین

در سال (1960) آقای (Green) روشی را ابداع کرد که مثل روش (Rosenberg) یک دقیقه ای است.

یعنی کل مدت آزمون برای هر فرکانس یک دقیقه طول می کشد و از بیمار می خواهیم تا وقتی می شنود دستش را بالا نگه دارد و وقتی ماهیت آن عوض شد دستش را در

زاویه 45^0 نگه دارد و وقتی قطع شد، دستش را بیاندازد. پس علاوه بر مدت زمان، ماهیت صوت نیز توجه می‌شود، که این تغییر از قلب واژگونی تون یا (Tone Perrertion) می‌گویند.

این تغییر در افراد مسن رخ می‌دهد. میزان دیکی بیشتر از حد طبیعی به دست می‌آید. پاسخ مثبت کاذب افزایش می‌یابد. در کلینیک‌ها این روش کمتر استفاده می‌شود.

روش اونس Owense

Owense (1964): در این روش شروع آزمون از سطح آستانه می‌باشد. علاوه بر میزان دیکی (dB) به مدت زمان دیکی هم توجه می‌شود.

در این روش شروع آزمایش از (5dBSL) می‌باشد و مدت زمان شنیدن صوت مثبت می‌شود اگر فرد توانست 60 ثانیه صوت را ردیابی کند آزمایش خاتمه یافته است در غیر این صورت شدت در گام‌های (5دسی‌بلی) افزایش می‌یابد و این کار را تا (20dBSL) ادامه می‌دهیم و براساس ثانیه‌های شنیدن صوت سه الگو می‌بینیم.

Type I (الگوی I)

اگر فرد آزمایش شونده صوت را در (5dBSL) به مدت 60 ثانیه بشنود (Type I) است که خاص افراد هنجار – ضایعات انتقالی و تعداد کمی از ضایعات حلزونی می‌باشد.

Type II (الگوی II)

چنانچه فرد صوت را در (10dBSL) یا بیشتر ردیابی نماید الگوی نوع II اونس می‌باشد که خود به پنج دسته تقسیم می‌شود.

Type II A

هرگاه بیمار در (10dBSL) بتواند صوت را به مدت 60 ثانیه ردیابی کند، اطلاق می‌گردد. این الگو نیز در افراد مبتلا به ضایعات Cochlear دیده می‌شود.

Type II B

هرگاه بیمار در (15dBSL) بتواند صوت را به مدت 60 ثانیه ردیابی نماید، الگوی نوع (II B) اطلاق می‌گردد. این الگو نیز بیشتر در ضایعات حلزونی دیده می‌شود.

Type II C

هرگاه بیمار در (20dBSL) بتواند صوت را به مدت 60 ثانیه ردیابی نماید، الگوی نوع (II C) گفته می‌شود. این مورد نیز خاص ضایعات Cochlear می‌باشد.

Type II D

در این الگو با افزایش دسی‌بل، ثانیه‌های ردیابی صوت نیز افزایش می‌یابد و با توجه به روند افزایش ثانیه‌ها به نظر می‌رسد با افزایش 2 الی 3 گام (5دسی‌بلی، 5dB) فرد بتواند صوت را به مدت 60 ثانیه بشنود.

[یعنی در (20dBSL) بیمار نتوانسته صوت را به مدت 60 ثانیه ردیابی نماید. ولی به نظر می‌رسد که در (30dBSL) بتواند صوت را به مدت 60 ثانیه ردیابی نماید.]

این مورد نیز بیشتر در ضایعات Cochlear دیده

Type II E یا E Typical

در این الگو روند افزایش ثانیه‌ها بسیار تدریجی است. به طوری که به نظر می‌رسد برای شنیده شدن صوت به مدت 60 ثانیه نیاز به افزایش بیش از 30 گام علاوه بر (20dBSL) می‌باشد.

این الگو بیشتر مربوط به ضایعات Retrocochlear است. ولی ممکن است در ضایعات Cochlear نیز دیده شود.

Type III

در این الگو علاوه بر اینکه در (20dBSL) بیمار نمی‌تواند صوت را به مدت 60 ثانیه ردیابی کند گاهی با افزایش شدت، ثانیه‌های شنیده شدن صوت نیز کاهش می‌یابد. این مورد خاص ضایعات Retrocochlear است.

جدول: روش اونس

روش Willy & Lilly

این روش همانند روش Owense می‌باشد. با این تفاوت که بین هر افزایش 5 دسی بلی شدت، 10 ثانیه استراحت به بیمار می‌دهد.

روش (Supra threshold adaptation test, STAT)

توسط جرگر و جرگر ابداع شد. در این روش توجه به آستانه مهم نیست. در فرکانس‌های (500 – 1000 – 2000) شدت صدا را (110 dBSL) قرار می‌دهیم. گوش مقابل را با نویز سفید (white Noise) با شدت (90dBSL) پوشش می‌دهیم. اگر بیمار صدا را 60 ثانیه بشنود، دیکری منفی است و اگر قبل از 60 ثانیه پاسخ بیمار قطع شود دیکری مثبت است.

برای تبدیل dB SPL به dB HL:

			SPL	Tone	HL	Noise
F=	500	→	110	→	100	80dBHL
F=	1K	→	110	→	105	80'
F=	2K	→	110	→	100	80'

به علت نویز زیاد اگر دیکي مثبت باشد، از آنجائی که نویز بلند است و ممکن است نویز باشد و به گوش آزمایشی رفته باشد، برای اینکه این عامل حذف شود، (60 over) ثانیه) صوت را به صورت منقطع (پالس) می‌فرستیم و در گوش مقابل نویز می‌فرستیم. اگر فرد 60 ثانیه بشنود نتیجه مثبت معتبر است و فرد ضایعه‌ی وراء حلزونی دارد. در این روش پاسخ‌های مثبت کاذب زیاد است.

وابستگی فرکانسی تون دیکي به چه صورت است؟

اولویت با فرکانس‌های زیر است:

چون مشخص شده فرد با ضایعه حلزونی با روش Owense در

فرکانس	(250)	←	Type II A
فرکانس	(4K)	←	Type II D

با افزایش فرکانس میزان دیکي بیشتر می‌شود. Owens گفته معمولاً Type I , II در منیر و Type III در افراد با ضایعات عصب هشتم از قبیل نورینوم.

(KATZ) در سال (1985) گفته است از (15dB) دیکي به بالا با هر یک dB دیکي که افزایش می‌یابد ظن بیشتر به سوی ضایعات (رتروکوکلئار) می‌رود. در ضمن هر چه میزان دیکي و فرکانس‌های درگیر بیشتر باشد مشکوک به ضایعات رتروکوکلئار می‌شویم.

در ضمن اگر با افزایش شدت مدت زمان شنیده شدن کاهش پیدا کند و یا افزایش قابل توجه نداشته باشد باید شک بیشتری به ضایعات وراء حلزونی داشته باشیم.

(KATZ) (1994) ذکر کرده عاقلانه نیست تصور کنیم هر کسی که میزان دیکي بیشتر از (30 دسی بل) داشته باشد حتما ضایعه رتروکوکلتار دارد.

هرچه دیکي از (20 dB) بیشتر شود احتمال ضایعه وراء حلزونی افزایش می‌یابد و هرچه فرکانس‌های درگیر شده علی‌الخصوص فرکانس‌های بم بیشتر باشد، احتمال ضایعه رتروکوکلتار افزایش می‌یابد و هرچه تومور بزرگتر باشد دیکي فرکانس‌های بیشتری را درگیر می‌کند.

دیکي مثبت در ضایعات فضاگیر مثل تومور عصب 8، دژنرالایون‌های عصبی – ضایعات ساقه مغز، اکوستیک نورینوم، کسیت اپی درموئید یا کلسته آتوم اولیه، تومور عصب 7، مننژیوما، MS، آتروفی عصب 8، سندرم رمسی هانت (فلج عصب 8) و ضایعات فوقانی و تحتانی ساقه مغز معمولا دیده می‌شود.

تفسیر زوال صوت با روش روزنبرگ

علاوه بر تفسیر کارهارت ← تفسیر Rezenberg نیز وجود دارد که به شرح ذیل می‌باشد:

وضعیت	میزان زوال صوت (dB)
در افراد نرمال یا انتقالی نرمال	Decay 0-5
کوکلتار ملایم	Mild Decay 10-15
کوکلتار روترو کوکلتار	Moderate Decay 20-25
روترو کوکلتار بارز	Marked Decay 30 و یا بیشتر

اعتبار آزمون تون دیکی برای پیش‌بینی ضایعات کوکلتار و روترو کوکلتار:

معمولا ضایعات کوکلتار 100% قابل ردیابی	}	برای 1K , 500 F
ضایعات روترو کوکلتار تا حد 45% قابل ردیابی		

ضایعات کوکلتار 95% موارد قابل ردیابی	}	برای 2K , 500 F
ضایعات روترو کوکلتار 54% موارد قابل ردیابی		

4K , 500 F : درصد تشخیصی ضایعات روترو کوکلتار افزایش می‌یابد و 70% می‌رسد.

بهتر است آزمون تون دیکی را با 2 روش انجام داد:

(1) یکی در روش سطح آستانه

(2) روشهای فوق آستانه

به طور مثال روش‌های (Green , 20 dBSL) و (Start و کاره‌ارت) و (Rozenberg , start).

شرایط ماسکینگ

$$TDT - IA > BC_{NTE}$$

(Tone Decay Threshold)

		مدت زمان		$\frac{L}{30}$		$\frac{R}{0}$		: (به طور مثال)	
35	→	20"	}	40	$40-40>0$	ماسک می‌خواهد			
40	→	30"							
45	→	40"							
50	→	50"							
55	→	60"							

حداقل ماسکینگ موثر

$$EM = TDT_{HL} - IA + ABG_{nte}$$

$$40-40+0=0 \quad \text{میزان نویز}$$

$$45-40+0=5$$

$$55-40+0=15$$

نویز میزان دیکی را افزایش می‌دهد. اکثر محققین از حداقل ماسکینگ موثر استفاده می‌کنند. تعدادی از محققین می‌گویند علاوه بر حداقل ماسکینگ موثر باید (IA) را در آزمون تون دیکی محاسبه کرد و بعداً ما ماسک کنیم. برای اینکه اگر ماسک نمی‌خواهد ماسک نکنیم. فقط مارتین به روش حداکثر ماسکینگ معتقد است.

$$Max = BC_{te} + IA$$

Short Increment sensitivity Index

شاخص حساسیت نسبت به افزایش‌های ناچیز : (SISI)

شکل

آزمون SISI در سال 1959 توسط جرگر و همکاران بر اساس حد افتراق شدت (Difference Limen for intensity) ابداع گردید. این آزمون توانایی بیمار در تشخیص تغییرات دسی‌بلی صوت خالص و ممتدی که تن حامل (Carrier Tone) خوانده می‌شود و در سطوح 20dBSL ارائه می‌شود را تعیین می‌کند. روش کلاسیک انجام SISI یا همان روش 20 دسی‌بلی SL در تصویر زیر نشان داده شده است.

جدول

صوت خالص ممتد در سطح شدت 20dBSL ارائه می‌شود و در فواصل 5 ثانیه شدت صوت طی مدت 300 میلی ثانیه افزایش می‌یابد. از این مدت 50 میلی ثانیه زمان صعود (Rise time) و 200 میلی ثانیه به زمان ارائه در سطح صاف (On time) و 50 میلی ثانیه به زمان افت (Fall time) تعلق می‌گیرد. و از بیمار خواسته می‌شود ضمن گوش دادن به صوت ممتد 20 dBSL. افزایش شدت‌ها را شناسایی کرده و لافاصله پس

از افزایش شدت شاسی را فشار دهد. در ابتدای آزمایش حدود پنج افزایش 5 دسی‌بلی برای آشنایی بیمار با آزمایش ارائه می‌گردد که هم اکنون با اصلاحیه‌هایی که صورت گرفته، این افزایشها می‌تواند شامل پنج افزایش 5، 4، 3 و 2 دسی‌بلی باشد و سپس به دنبال آنها بیست افزایش 1 دسی‌بلی برای محاسبه امتیاز SISI ارائه می‌گردد. قابل ذکر است برای جلوگیری از پاسخگویی ریتمیک گاهی بیم افزایش‌های 1 دسی‌بلی وقفه‌هایی ایجاد می‌کنیم. (با فشار دادن دکمه Hold در دستگاه‌های 822-). یعنی در حین پاسخگویی بیمار برای کاهش پاسخ‌های مثبت کاذب می‌توان از ایجاد وقفه کمک گرفت یا اگر فردی به هیچ یک از افزایش‌های 1 دسی‌بلی پاسخ نگفت باید سطوح افزایش شدت را بیشتر نمود تا متوجه شویم بیمار حواسش به آزمایش هست یا خیر.

سپس مجدداً از افزایش‌های 1 دسی‌بلی برای محاسبه امتیاز SISI استفاده می‌کنیم. برای محاسبه امتیاز SISI بایستی تعداد افزایش‌هایی که بیمار تشخیص داده را در عدد 5 ضرب کرده تا درصد امتیازات صحیح محاسبه شود.

اصلاحاتی در انجام SISI برای افزایش حساسیت و ویژگی انجام گرفته است که عبارتند از: (KATZ)

1- تغییر در زمان ارائه محرک با ایجاد وقفه برای حفظ توجه بیمار

2- تغییر در اندازه افزایش‌ها

3- تغییر در تعداد افزایش‌ها به طوری که برای جلوگیری از اتلاف زمان در صورتی

که بیمار اکثر یا تمام موارد 10 افزایش اولیه را بتواند ردیابی کند. و یا اینکه

هیچ یک از 10 افزایش اولیه را نتواند ردیابی نماید و می‌توان تعداد محرک‌ها را از 20 مورد به 10 مورد تقلیل داد.

یکی از اصلاحات انجام شده در آزمون SISI تغییرات ایجاد شده بر روی سطح شدت ارائه صوت خالص می‌باشد. در صورتی که سطح ارائه صوت 20dBSL باشد، افراد طبیعی و افراد مبتلا به ضایعات وراث حلزونی هر دو امتیاز پایین کسب می‌کنند، ولی افراد مبتلا به ضایعات حلزونی امتیاز بالا کسب خواهند کرد. اما چنانچه سطح ارائه صوت از 20dBSL به 70dBHL (و یا حتی 90dBHL در Essential) برسد، هم افراد طبیعی و هم افراد مبتلا به ضایعات حلزونی امتیاز بالا کسب می‌کنند، ولی افراد مبتلا به ضایعه وراث حلزونی امتیاز پایین کسب خواهند کرد.

جرگر و همکاران امتیازات 0-20 درصد را به عنوان امتیاز منفی یا امتیاز پایین (Negative or Low SISI Score) در نظر گرفتند که در افراد هنجار و افراد مبتلا به ضایعات انتقالی و ضایعات عصب هشتم دیده می‌شود و امتیازات 25-65 درصد را به عنوان امتیازات مشکوک (Questionable) قلمداد نمودند و امتیازات 70-100 درصد را به عنوان امتیازات مثبت یا بالا (Positive or High Score) در نظر گرفتند که در افراد مبتلا به ضایعات حلزونی دیده می‌شد.

جرگر خاطرنشان ساخت در افراد مبتلا به ضایعه حلزونی امتیازات بالا در فرکانس‌های 2000 HZ و بیشتر دیده می‌شود. امتیازات مشکوک در فرکانس‌های 1000 HZ و امتیاز پایین در فرکانس‌های 500 و 250 هرتز قابل مشاهده است.

بنابراین در افراد مبتلا به ضایعه حلزونی انجام SISI در فرکانس‌های 2KHz و به بالا پیشنهاد می‌شود. معمولاً برای تشخیص محل ضایعه استفاده از مجموعه آزمون‌ها توصیه می‌گردد. به طور مثال انجام آزمون زوال رفلکس یا رفلکس دیکی (Reflex Decay) در 1000 Hz و 500 نتیجه منفی آن به همراه SISI در فرکانس 2KHz و بالاتر و نتیجه مثبت آن تشخیص ضایعه حلزونی را تکمیل می‌کند.

وابستگی SISI و افت شنوایی

هرچه میزان افت شنوایی حلزونی بیشتر شود احتمال کسب امتیازات بالا نیز بیشتر می‌گردد. به طوری که در صورتی که سطح ارائه صوت 20dBSL باشد، افراد هنجار به صورت معمول امتیاز پایین کسب می‌کنند و در مورد افراد مبتلا به ضایعه حلزونی در حد خفیف تا متوسط امتیاز پایین یا مشکوک مشاهده می‌شود، ولی افراد مبتلا به افت شنوایی بالا امتیاز بالا یا مثبت (70-100) خواهند داشت. در صورتی که با انجام SISI در سطوح شدتی بالاتر (70 dBHL) هم افراد هنجار و هم افراد مبتلا به ضایعه حلزونی امتیاز بالا کسب خواهند نمود، ولی افراد مبتلا به ضایعه وراثی حلزونی امتیاز پایین کسب می‌کنند. باید توجه داشت که ترنز و همکارانش (1984) خاطرنشان ساختند که آزمون SISI برای ضایعات عصبی از حساسیت مطلوبی برخوردار نسبت به تحقیقات Hall (1991) حاکی از آن است که فقط 64 درصد از 7200 بیمار مبتلا به تومور عصب هشتم در آزمون امتیاز پایین کسب کرده‌اند.

در طی انجام آزمون SISI توجه به نکات زیر مهم است:

نکته 1 – در حین انجام SISI چنانچه بیمار پی در پی شاسی را فشار دهد یا به عبارتی چند پاسخ درست داد بایستی با استفاده از شاسی نگهدارنده (stop , hold) برای چند ثانیه آزمایش را متوقف نمود، تا از پاسخ‌های شرطی شده بیمار جلوگیری نماییم.

نکته 2 – به دو علت در موارد نورینوم ممکن است امتیازات بالا دیده شود:

الف) به دلیل متاستاز تومور مواد سمی (Tonic) وارد خون گردیده و به Cochlear رسیده و حلزون را دچار اختلال کرده باشد.

ب) تومور متاستاز کرده و حلزون دچار اختلال شده باشد.

نکته 3- اگر فردی کم‌شنوایی‌اش کمتر از 60dB باشد بهتر است از روش 20 dBSL کمک بگیریم.

به دلیل اینکه تا شدت 60dB فقط سلولهای موئی خارجی (OHC) تحریک می‌شوند. ولی از 60dB به بالا سلولهای موئی داخلی و خارجی (OHC, IHC) هر دو تحریک می‌شوند. پس انجام SISI در سطوح فوق آستانه افراد نرمال و انتقالی و حلزونی امتیاز بالا به دست می‌آورند. ولی در مورد افراد مبتلا به ضایعه وراء حلزونی حتی اگر از سطوح فوق آستانه نیز استفاده شود، آنها امتیاز پایین بدست خواهند آورد.

اگر هدف از انجام آزمون SISI بررسی فرد مبتلا به ضایعه حلزونی (منیر) باشد انجام آزمون در 20 dBSL توصیه می‌گردد. ولی اگر هدف بررسی ضایعات وراء حلزونی مثل تومور اکوستیک باشد، استفاده از روش 75 dBHL توصیه می‌شود، چرا که در سطوح

شدتی بالای 60dB علاوه بر سلولهای موئی خارجی، سلولهای موئی داخلی نیز تحریک می‌شوند و در نتیجه هم افراد هنجار، هم انتقالی و هم حلزونی امتیاز بالا کسب می‌نمایند، ولی افراد مبتلا به ضایعات وراءحلزونی امتیاز پایین کسب خواهند کرد.

نکته 4 – روش‌های انجام و تفسیر SISI : (KATZ 85)

1- انجام SISI با روش 20 dBSL و افزایش‌های 1dB: امتیازات بالا دلالت بر ضایعه حلزونی دارد.

2- روش 75-95 dBHL با افزایش‌های 1dB: امتیاز پایین دلالت بر ضایعه وراءحلزونی دارد.

3- استفاده از روش 20dBSL با استفاده از افزایش‌های 2-5 dB: افراد هنجار، حلزونی و انتقالی افزایش‌های 2-5 dB را به راحتی ردیابی کرده و امتیاز بالا کسب می‌نمایند. امتیازات پایین دلالت بر ضایعه وراءحلزونی دارد.

4- افزایش‌های 1dB در SLهای متغیر از 20dBSL تا سطوح بالا (70dBHL) در مراحل 10 دسی‌بلی برای هر گوش: در ضایعات حلزونی در حالی که شدت 10dB افزایش می‌یابد امتیاز نیز افزایش می‌یابد. اما چنانچه با افزایش شدت امتیاز کاهش یابد دلالت بر ضایعه وراءحلزونی در همان طرف دارد.

5- میزان افزایش‌های متغیر 1-5 دسی‌بلی در سطوح 20dBSL امتیاز ضعیف‌تر در یک گوش نسبت به گوش دیگر (وقتی آستانه‌های دو گوش تقریباً یکسان باشد) دلالت بر وجود ضایعه مرکزی در نیمکره مقابل به طرفی که امتیاز پایین‌تر کسب کرده است می‌باشد.

قابل ذکر است 2 روش اول از ثبات بیشتری برخوردار است.

پوشش و SISI

$$\text{اگر } SISI_{HL} - IA > BC_{nte}$$

حتما باید SISI با پوشش انجام شود. : ➔

$$\text{Min} = SISI_{HL} - IA + ABG_{nte}$$

$$\text{Max} = BC_{te} + IA$$

تاثیر نویز بر SISI:

در فرکانس‌های زیر معمولا با ارائه پوشش درصد SISI افزایش پیدا می‌کند. در فرکانس‌های میانی تاثیری ندارد و در فرکانس‌های پایین گاهی باعث کم‌شدن امتیاز SISI می‌گردد.

Alternative Binaural Loudness Balance test

آزمون موازنه بلندی دو گوشی : (ABLB)

پدیده رکورتمان: رشد سریع و غیرطبیعی بلندی در سطوح فوق آستانه را رکورتمان می‌گویند، که خاص ضایعات Cochlear می‌باشد.

آزمون ABLB توسط فولر ابداع شد (1936) و جزء اولین آزمون‌های تشخیص افتراقی ضایعات Cochlear از Vetrocochlear می‌باشد.

آزمون ABLB برای تعیین وجود رکورتمنت انجام می‌شود. برای انجام این آزمون حداقل یکی از گوش‌ها باید طبیعی بوده و گوش دیگر افتی در حد 25dB (35dB→Essential) داشته باشد. در این آزمون صوت خالص به صورت متناوب در دو

گوش ارائه می‌شود. (500 msec گوش R بعد 500 msec گوش L – مجدداً 500 msec گوش R و بعد 500 msec گوش L). و از بیمار می‌خواهیم ضمن مقایسه بلندی دو صوت با دست به ما نشان دهد که شدت صوت (بلندی) در کدام گوش بلندتر است. برای انجام ABLB به چهار عامل باید توجه شود:

(1) متد سایکولوژیک مورد استفاده: A) حدود (B limit) تطبیق (Adjustment)

در روش حدود، افزایش شدت در گوش ثابت و گوش متغیر (Variable) هر دو به دست آزمایشگر می‌باشد ولی در روش تطبیق تغییر سطح شدت در گوش ثابت (fixed) در دست آزمایشگر است ولی گوش Variable (متغیر) در اختیار بیمار می‌باشد.

روش تطبیق به حدود برتری دارد چرا که در روش حدود ممکن است تلقین آزمایشگر در پاسخگویی تاثیر داشته باشد ولی در عوض در روش تطبیق به تجهیزات بیشتری نیاز است.

(2) سیکل فعال (On – Off Tone) :

مدت زمانی که صوت برای هر گوش ارائه می‌شود معمولاً 500 msec است و به طور متناوب عوض می‌شود.

(3) روش فولر و هود در مقابل روش جرگر:

آزمون ABLB، آزمون فولر نیز نامیده می‌شود. در روش فولر و هود گوش مرجع یا Reference ear گوش بهتر می‌باشد. (fixed ear). ولی در روش جرگر گوش مرجع گوش بدتر می‌باشد. از مزایای روش جرگر سرعت بالا در آزمون و از معایب آن عدم

نشان دادن روند رشد بلندی می‌باشد چرا که در این روش فقط وجود رکورتمنت مشخص می‌گردد. از مزایای روش فولر و هود می‌توان به مشخص شدن نوع رکورتمنت اشاره نمود. در آزمون‌های ABLB می‌توان در گوش ثابت از افزایش‌های 20 دسی‌بلی استفاده نمود.

(4) ترسیم نتایج: در روش نردبانی (Ladder) معمولاً به صورت دو خط موازی است که در روی دو خط سطوح شدتی مختلف نشان داده شده و برابری شدت در سطوح مختلف با علائم O (راست) و X (چپ) مشخص می‌شود.

در روش گرافیم یا ترسیمی یا روش تابع رشد بلندی (Growth Loudness Function) که توسط Stenberg – Yarden ابداع شد و به این نام نیز خوانده می‌شود. در این روش نمودار به صورت مربعی می‌باشد که یک خط در وسط (قطر مربع) دیده می‌شود که خط وسط بیانگر رشد بلندی در افراد هنجار می‌باشد. محور عمودی مربع بیانگر گوش بهتر (Reference ear) می‌باشد. (fixed ear) و محور افقی بیانگر شدت در گوش بدتر (Worse ear) یا گوش متغیر (Variable ear) می‌باشد.

تفسیر نتایج یا منحنی‌های ABLB:

1- برابری بلندی در SLهای برابر با +10dB به عنوان عدم رکورتمنت (No Recruitment) اطلاق می‌گردد.

2- طبق نظر جرگر به برابری بلندی در HLهای برابر در سطوح فوق آستانه (-10dB تغییر) را رکورتمنت کامل (Complete Recruitment) می‌گویند.

3- رگورتمنت جزئی (Partial Recruitment) به احساس موازنه بلندی بین دو حالت عدم رگورتمنت و رگورتمنت کامل اطلاق می‌گردد. ظاهراً در SLهای برابر می‌باشد ولی اختلاف SL بیشتر از +10dB می‌باشد. از طرفی SHL نیز کاملاً برابر نیست. بلکه اختلاف بیشتر از +10dB می‌باشد. این منحنی ارزش تشخیصی ندارد و می‌تواند هم در ضایعات Cochlear و هم در Retro cochlear دیده شود. در منحنی گرافیکی آن منحنی بیمار به زاویه 45^0 نزدیک می‌شود ولی به آن نمی‌رسد.

در رگورتمنت کامل در منحنی گرافیکی منحنی ABLB بیمار منحنی افراد هنجار را در یک نقطه قطع می‌کند که خاص ضایعات حلزونی است. در سطوح فوق آستانه HLهای برابر داریم یعنی 100 با 100 و ...

(شکل A 14.6)

در منحنی گرافیکی No Recruitment منحنی بیمار موازی منحنی افراد هنجار می‌باشد و در نوع نردبانی SLهای برابر و HLهای نابرابر، که منحنی No Recruitment خاص ضایعات CHL و ضایعات Retro cochlear.

(شکل B 14.6)

در Partial Recruitment حالتی بین Complete Re و No Re وجود دارد. هرگاه موازنه بلندی در گوش بین No Re و Complete Re واقع شود. یعنی HL آن کاملاً برابر نبوده و SL آن نیز کاملاً برابر نباشد یا به عبارتی در منحنی گرافیکی آن، منحنی بیمار به منحنی افراد هنجار نزدیک گردیده ولی کاملاً آن را قطع ننماید از طرف دیگر کاملاً با منحنی هنجار موازی نباشد. آن را اصطلاحاً Partial Recruitment می‌نامند. قدرت تشخیص پایینی دارد. چون هم ضایعات حلزونی و هم وراء حلزونی را پوشش می‌دهد.

(شکل A 14.7)

4- Hyper Recruitment، رکورتمنت بیش از حد: رشد بسیار سریع بلندی را رکورتمنت بیش از حد می‌نامند. به عبارتی در گوش بدتر نسبت به گوش بهتر به SLهای بسیار کمتری برای موازنه بلندی نیاز می‌باشد. در منحنی گرافیکی این افراد منحنی بیمار، منحنی افراد هنجار را قطع کرده و از آن عبور می‌کند. این منحنی خاص ضایعات حلزونی می‌باشد.

Decruitment یا واژگونی بلندی (Loudness Reversal): به احساس موازنه بلندی برعکس Hyper Re یعنی Decruitment اطلاق می‌گردد. چنانچه در گوش بهتر به SLهای بسیار کمتری نسبت به گوش بدتر برای موازنه بلندی نیاز باشد، رکورتمنت گفته می‌شود. یعنی در نمودار گرافیکی این افراد منحنی بیمار از منحنی افراد هنجار دور می‌شود. این منحنی خاص ضایعات NHL (وراء حلزونی) است. در یک تحقیق مشخص گردیده 12٪ افراد مبتلا به NHL الگوی نوع Decruitment نشان می‌دهند. (شکل B 14.7)

تنر و همکارانش در یک تحقیق مشخص نمودند که با آزمون ABLB، 90٪ از افراد مبتلا به ضایعه cochlear قابل شناسایی هستند. در ضمن آنها بیان کردند که 59٪ از افراد مبتلا به ضایعات Retrocochlear با این آزمون قابل ردیابی می‌باشند. ABLB به ماسکینگ نیاز ندارد.

در یک تحقیق که توسط جانسون در سال 1977 انجام گرفت مشخص گردید که 72٪ مبتلایان به تومور بزرگ No Recruitment نشان دادند. 37٪ و 24٪ مبتلایان به تومور متوسط و کوچک نیز No Re نشان دادند. در تحقیق دیگر که توسط هرش و همکاران در سال 1979 انجام شد مشخص گردید از 10 فرد مبتلا به نورینوم با سائز متوسط تا کوچک فقط 3 مورد از آنها الگوی No Re نشان دادند.

نکته: برای تمایز عدم رکورتمنت و دکورتمنت اختلاف 15 دسی‌بلی یا بیشتر بین SL‌های دو گوش باید دیده شود.

نکته: برای مشخص شدن رکورتمنت، شدت در گوش بهتر بایستی حداقل در دو سطح 65 دسی‌بلی SL و 80 دسی‌بلی SL انجام شود.

آزمون موازنه بلندی تک گوشی

Monaural Loudness Balance test (MLB)

Alternative Monaural Loudness Balance test (AMLB)

Alternative Bifrequency monaural Loudness Balance test (ABFMLB)

آزمون MLB برای فردی قابل انجام است که حداقل یک فرکانس در محدوده طبیعی قرار گرفته باشد و فرکانس دیگر افقی در حد 25dB (KATZ) داشته باشد. در این آزمون به بیمار توضیح داده می‌شود 2 صدا در گوشش (یک گوش) یک صدا بم‌تر که صدای بم را با دست راست شدتش را مقایسه نماید و یک صدا زیرتر که شدت صدای زیر را با دست چپ نشان دهد.

در این آزمون دستگاه باید توانایی ارائه 2 فرکانس در یک گوش را داشته باشد که این یکی از محدودیت‌های این آزمون است که با هر دستگاهی قابل انجام نیست. و دیگر اینکه این آزمون برای افرادی قابل انجام است که نسبتاً باهوش بوده و اگر به موسیقی و سازها آشنا باشند، در این آزمون موفق‌تر هستند. ثبت نتایج این آزمون همانند ABLB با روش نردبانی و گرافیکی قابل انجام می‌باشد. در این آزمون نتایج را می‌توان بر روی برگه ادیوگرام نیز ثبت نمود.

فرکانس 500 Hz و 2KHz را در نظر می‌گیریم. چون اختلاف بیش از 25dB است. حال stepهای 10 تایی شدت را افزایش می‌دهیم. در فرکانس 500 که Fixed freq است. چون بهتر است و در همان گوش در فرکانس 2KHz شدت را آنقدر کم و زیاد می‌کنیم تا بگویید برابر است. آنقدر شدت را اضافه می‌کنیم تا به سطح ucl برسیم. از آنجا به بعد آزمون پایان می‌یابد. بسته به نوع دستگاه مثلاً AC₄₀، 500 Hz را با 2, 4

KHz می‌سنجد. ولی اگر دستگاه محدودیت نداشت می‌تواند هر فرکانسی را با هم
سنجید.

برای رسم نتایج آن از: 1- نردبانی 2- گرافیکی 3- ادیوگرام (که
نوعی نردبانی است) استفاده می‌کنیم.

این آزمون در افراد باهوش قابل اجرا است. چرا که انجام آن مشکل است.

جدول

ادیومتری بکزی Bekesy Audiometry

ون بکزی (Von Bekesy , 1947) نخستین ادیومتر اتوماتیک را ابداع نمود و نام آن را
ادیومتر بکزی نامید.

تجهیزات

ادیومترهای نخستین فرکانسهای 100 تا 10000 هرتز را شامل می‌شدند ولی محدوده
فرکانسی ادیومتری بکزی جدید شامل 250 تا 8000 هرتز می‌باشند. اکثر ادیومترهای
کنونی به جز دو مدل (Interuoustic , Madsen) فاقد ادیومتر بکزی می‌باشند.
تجهیزات ادیومترهای جدید اختلافاتی با هم دارند. محدوده شدتی آنها تقریباً 120
دسی‌بل می‌باشد در حالی که نویز پوششی آنها نویز سفید و یا نویز باند باریک می‌باشد.
این ادیومترها مجهز به موتوری هستند که تحت کنترل بیمار می‌باشد و قادر به کاهش

سیگنال است. آستانه چندین بار ارزیابی شده و منحنی آن بر روی برگه‌های مخصوص ادیوگرام ثبت می‌گردد. در این آزمایش معمولاً از دو نوع محرک صوت خالص ممتد ("C", Continuous) و منقطع ("I", Interrupted) استفاده می‌شود. روش انجام آزمایش به دو صورت جاروب فرکانسی (Sweep Frequency)، که در این روش فرکانس به صورت اتوماتیک از پایین به بالا یا بر عکس¹ تغییر می‌کند، و روش فرکانس ثابت (Fixed Frequency)، که در این روش معمولاً از 3 الی 4 فرکانس از بین فرکانسهای 250 یا 500، 1000، 2000، 4000 هرتز استفاده می‌شود.

روش بالینی مرسوم

در ابتدا صوت خالص منقطع و سپس صوت ممتد ارائه می‌شود. از بیمار خواسته می‌شود در صورت شنیدن صوت خالص شاسی را فشار دهد و به محض اینکه صدا را نشنید دستش را از روی شاسی بردارد و با فشار دادن شاسی شدت صوت به صورت اتوماتیک $2/5$ دسی‌بلی در ثانیه کاهش می‌یابد و با برداشتن دست از روی شاسی نیز شدت $2/5$ دسی‌بلی در ثانیه افزایش خواهد یافت. در روش جاروب فرکانسی تغییرات فرکانسی به صورت یک اکتا و در دقیقه می‌باشد ولی در روش فرکانس ثابت برای محرک منقطع 30 ثانیه تا یک دقیقه منحنی رسم می‌شود ولی در مورد محرک ممتد، برای مشخص شدن تطابق² بارز، ارائه 2 الی 3 دقیقه‌ای صوت خالص توصیه می‌شود.

1 - Reverse

2 - Adaptation

الگوی نوع I (Type I)

در الگوی نوع I ضمن هم‌پوشانی منحنی صوت ممتد و منقطع، پهنای منحنی در حد 10 دسی‌بلی می‌باشد (تصویر 3-8). جرگر (1960) گزارش نمود الگوی نوع I در 96٪ از گوش‌های هنجار و ضایعات انتقالی دیده می‌شود. قابل ذکر است الگوی نوع I در برخی از افراد مبتلا به افت شنوایی حلزونی نیز دیده می‌شود. جرگر (1960) 20٪ و Owense (1964) 23٪ از بیماران مبتلا به افت حلزونی الگوی نوع I را نشان می‌دهند.

Tillman (1969) و Noffsinger و Olsen (1974) نیز همین ارقام را گزارش نمودند.

جدول

الگوی نوع II (Type II)

در این الگو، منحنی ممتد در نقطه‌ای از منحنی صوت منقطع جدا شده و زیر منحنی منقطع قرار می‌گیرد. به ندرت منحنی ممتد بیشتر از 20 دسی‌بل با منحنی منقطع فاصله دارد. گوشهای مبتلا به افت حلزونی یا پیرگوشی¹ یا افتهای حسی - عصبی با منشاء ناشناخته در این دسته جای می‌گیرند.

1 - Presbycusis

جرگر (1960) خاطر نشان ساخت حدود 76٪ از گوشه‌های مبتلا به افت حلزونی الگوی نوع II نشان می‌دهند. بنابراین به نظر می‌رسد الگوی غالب در افت‌های حلزونی الگوی نوع II می‌باشد. دیگر محققین نیز نظر جرگر را تأیید نمودند.

جدول

الگوی نوع III , IV (Type III& Type IV)

الگوی نوع III با جدائی ناگهانی و بارز منحنی ممتد از منقطع، که در هر فرکانسی ممکن است رخ دهد، و شناخته می‌گردد. میزان جدائی در حد 40 تا 50 دسی‌بل بوده و گاهی ممکن است تا آخرین شدت ادیومتر پیش برود.

(نمودار 8-4 و 8-3)

الگوی نوع IV با جدایی در حد 25 دسی‌بل یا بیشتر، ولی نه تا انتهای محدوده ادیومتر، که در برخی فرکانسها رخ می‌دهد قابل شناسایی است.

(نمودار 8-5 و 8-3)

به طور کلاسیک الگوهای نوع III ، IV در ضایعات وراءحلزونی دیده می‌شود. جرگر (1960) گزارش کرد 10 فرد مبتلا به شوآنوم دهلیزی¹، 6 نفر الگوی نوع III و 4 نفر الگوی نوع IV نشان داده‌اند. در حالی که Owense و همکاران (1964) عنوان نمود 12 فرد مبتلا به ضایعه عصب شنوایی الگوی نوع III نشان داده‌اند. به طور خلاصه، طبق طبقه‌بندی جرگر، الگوی نوع I در افراد هنجار و ضایعات انتقالی و برخی از افراد مبتلا به افت حلزونی دیده می‌شود. الگوی نوع II به طور تیپیک خاص انتهای حلزونی است. افراد مبتلا به ضایعات وراءحلزونی الگوی نوع III و IV را خواهند داشت.

هرچند، طی سالهای متمادی، نتایج ادیومتری بکزی در ضایعات عصب 8 با کاهش الگوهای III و IV و افزایش الگوهای I ، II تغییر پیدا کرد. Tillman (1969) گزارش کرد 70٪ از 23 فرد مبتلا به شوآنوم دهلیزی الگوی III یا IV نشان دادند. محققین دیگر 74٪ (N=19)²، 51٪ (N=27)³ و 74٪⁴ را ذکر کرده‌اند. تحقیقات بعدی درصد پایین‌تری را نشان داده‌اند.

جانسون (1977) نشان داد حدود 57٪ از 363 بیمار مبتلا به شوآنوم عصب 8 الگوی نوع III ، IV را نشان داده‌اند. پایین آمدن درصد وقوع الگوی نوع III ، IV در ضایعات عصب 8 را می‌توان به کوچک بودن اندازه تومور مربوط دانست. تحقیقات وابسته به اندازه تومور بیانگر وجود الگوی III ، IV در حدود 72٪ در تومورهای بزرگ، حدود

1 - Vestibular Shwannoma
2 - Olsen & Noffsinger (1974)
3 - Sanders et al. (1974)
4 - Clemis & Curtis (1977)

47٪ در تومورهای متوسط و 39٪ در تومورهای کوچک می‌باشد. از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت ادیومتری بکزی در کشف تومورهای بزرگ مفید خواهد بود.

جدول

اصلاحیه‌های ادیومتری بکزی (Modification & Bekesy Audiometry)

به نظر می‌رسد دو مورد از اصلاحیه‌های ادیومتری بکزی مرسوم دقت نتایج تشخیص را افزایش داده است. یکی از آنها انجام بکزی به طریقه معکوس (Reverse Bekesy Tracings) و دیگری انجام بکزی در سطح راحت شنوایی (Bekesy Comfortable Loudness technique) می‌باشد.

بکزی به طریقه معکوس (Reverse Bekesy Tracings)

این روش برای جداسازی بهتر ضایعات حلزونی از وراء حلزونی ابداع شده است. در این روش ابتدا منحنی‌های بکزی به طریقه مرسوم ثبت می‌گردد، به طور مثال با ارائه فرکانس از بم به زیر، سپس مجدداً صوت ممتد برای بیمار ارائه شده و منحنی ثبت می‌گردد با این تفاوت که ارائه فرکانس از زیر به بم می‌باشد. در بیماران مبتلا به ضایعات وراء حلزونی انتظار می‌رود تطابق غیرطبیعی نشان دهند و به نظر می‌رسد در این بیماران بیشترین جدایی در فرکانسهای میانی و زیر صوت خالص ممتد برعکس از منقطع دیده شود.

آزمون بکزی در سطح راحت شنوایی ("BCL" و Bekesy Comfortable Loudness)

نخستین بار جرگر و جرگر (1974) روش بکزی در سطح راحت شنوایی (BCL) را گزارش نمودند. BCL با روش جاروب فرکانسی انجام می‌شود. محرک مورد استفاده همان صوت خالص ممتد و منقطع استفاده شده در روش بکزی بر طبقه مرسوم می‌باشد و شاسی‌های مورد استفاده نیز همان‌ها هستند ولی در این روش از بیمار خواسته می‌شود وقتی صدا را بسیار راحت می‌شنود شاسی را فشار دهد ولی به محض اینکه شدت صوت آنقدر بلند شد که بیمار را ناراحت کند یا آنقدر آهسته شد که به راحتی شنیده نشود دستش را از روی شاسی بردارد. در ضمن برای بیمار توضیح داده می‌شود که در گوش مقابل صدای باد (نویز پوشاننده) می‌شنود که نباید به آن توجه کند.

نمودارهای 6-8 و 7-8 بیشترین الگوهای BCL ثبت شده می‌باشد. الگوهای منفی (Negative Patterns) یعنی N_1 , N_2 , N_3 در نمودار 6-8 در افراد هنجار و افراد فاقد ضایعه وراءحلزونی دیده می‌شود.

منحنی‌های مثبت (Positive Tracings) یعنی الگوهای P_1 , P_2 , P_3 نمودار 7-8 در ضایعات وراءحلزونی دیده می‌شود.

باید توجه داشت که الگوی P_3 در حقیقت انجام ادیومتری بکزی معکوس در سطح راحت شنوایی (BCL) می‌باشد. یکی از نکات مهم در انجام و تفسیر BCL ارتباط بین منحنی‌های صوت منقطع و ممتد می‌باشد تا اینکه اختلافات دسی‌بلی مطلق آنها.

از بین 148 بیمار فاقد ضایعه وراءحلزونی، فقط سه مورد از بیماران مبتلا به ضایعه حلزونی الگوی P_1 نشان داده‌اند. گزارش جرگر و جرگر، (1974) در رابطه با بررسی 16

بیمار مبتلا به ضایعه وراءحلزونی، 11 مورد BCL مثبت نشان داده‌اند و 5 موردی که نتیجه منفی داشته‌اند منحنی‌هایی غیر از منحنی‌های طبقه‌بندی شده مرسوم داشته‌اند. و در تحقیق دیگری که 10 مورد بیمار مبتلا به ضایعه وراءحلزونی را هم با روش مرسوم بکزی و هم BCL بررسی نموده‌اند مشخص گردید هر 10 نفر BCL مثبت نشان داده‌اند ولی تنها سه نفر از آنها الگوی III , IV نشان داده‌اند.

جدول

خلاصه ادیومتری بکزی

انجام ادیومتری بکزی به طریقه مرسوم در تشخیص ضایعات حلزونی سودمند است ولی محدوده قدرت تشخیصی آن در ضایعات وراءحلزونی بین 100٪ تا 47٪ ذکر شده است و تقریباً از سال 1960 تا 1970 قدرت تشخیصی آن کاسته شده است. بررسی مجلات از 1977 تا 2004 بیانگر استفاده بسیار محدود از ادیومتری بکزی به طریقه مرسوم می‌باشد در حالی که از دو روش BCL و بکزی به طریقه معکوس بیشتر استفاده شده است و این مسائل اهمیت استفاده از این دو روش را می‌رساند.

جدول

Performance Intensity

Function – Phonetically balanced words

Performance Intensity function for phonetically (PI – PB)

در افراد طبیعی، انتقالی، حسی، آمیخته با افزایش شدت میزان امتیاز نیز افزایش یافته تا به یک سطح ترازه برسد و پس از رسیدن به PB-Max امتیازات یا کاهش پیدا نمی‌کند یا میزان کاهش بسیار ناچیز می‌باشد.

یعنی $R.I < 0.45$ است ولی در ضایعات وراء حلزونی $R.I > 45$ می‌باشد.

افراد مبتلا به تومور عصب هشتم که N.R به میزان PB-max کمتر و R.I بیشتری داشته‌اند.

(برای PI-PB حداکثر تا سطح شدت 90dBHL استفاده می‌شود)

حساسیت PI-PB (74/%) KATZ94 کمتر از تحقیقات قبلی در ضایعات مرکزی R.I بیشتر از PB-Max ضایعه را نشان می‌دهد.

و در صورت عدم تغییر یا تغییرات کم BC پوشش خاتمه یافته تلقی می‌شود ولی اگر تغییرات BC زیاد باشد استفاده از پوشش ثانویه (20 دسی‌بل EML) توصیه می‌گردد و چنانچه در این وضعیت باز هم آستانه BC تغییر یافت (15 دسی‌بل یا بیشتر) باز هم 20 دسی‌بل EML دیگر، نویز اضافه می‌کنیم و آستانه BC را مجدداً ارزیابی می‌نمائیم و این عمل آنقدر ادامه می‌یابد که یا به آخرین محدوده شدتی ادیومتر برسیم یا آستانه BC تغییر نکند.

پوشش (Masking)

هدف اولیه شنوایی‌شناسی تشخیصی عوامل اتیولوژیک شنوایی برای بیمار می‌باشد جهت نیل به این هدف بایستی عملکرد شنوایی هر گوش به طور مجزا و به شرط عدم دخالت گوش دیگر یا گوش مقابل یا به بیانی گوش غیرآزمایشی¹ ارزیابی گردد. به عبارت دیگر، هنگام ارزیابی یک گوش، وقتی که سیگنال صوتی به گوش آزمایشی² ارائه می‌شود بایستی گوش دیگر در ارزیابی سهیم نباشد.

شنوایی‌شناسان، هنگام آزمایش شنوایی، بایستی نسبت به دخالت گوش غیرآزمایشی، که در اثر پدیده تقاطع³ رخ می‌دهد، آگاه باشند و در صورت لزوم آمادگی لازم برای پوشش داشته باشند. در صورت ارائه سیگنال از طریق انتقال هوایی یا استخوانی به یک گوش، چنانچه شدت آن به حد کافی بلند باشد که از گوش دیگر شنیده شود پدیده تقاطع رخ داده است، در این صورت استفاده از پوشش ضروری است.

طبق تعریف انجمن استاندارد ملی آمریکا⁴، پوشش عبارت است از افزایش آستانه شنوایی صوت ناشی از ارائه همزمان صوتی دیگر یا به عبارتی، به تعیین میزان آستانه شنوایی بر حسب دسی‌بل که در اثر ارائه همزمان صوتی دیگر، به نام پوشاننده⁵، افزایش یافته است، پوشش اطلاق می‌شود.

1 - Non test Ear, NTE.

2 - Test Ear, TE.

3 - Cross Over, Cross Hearing, Trans Cranial Hearing, Shadow Hearing.

4 - ANSI. 1996.

5 - Masker.

در زندگی روزمره، بالاجبار صداهای بی‌معنی اطرافمان را می‌شنویم و در نتیجه با نوع ناخواسته‌ای از پوشش یعنی نویز زمینه¹ مواجه هستیم. به طور مثال، در کلاس درس اغلب اصوات ناشی از دستگاه‌های حرارتی، وسایل تهویه، وسایل سمعی-بصری، مکالمات خارج از کلاس و مواردی از این قبیل با سیگنال اصلی شنوایی تداخل می‌یابند، در اینگونه موارد نویز محیطی عامل نامطلوب به شمار می‌آید ولی در خلال آزمایشهای معمول ادیومتریک سیگنال پوششی عمداً به گوش غیرآزمایشی ارائه می‌گردد تا از تحریک سهوی گوش غیرآزمایشی جلوگیری شود.

به طور کلی پوشش به دو طریق همسویی² و دگرسویی³ صورت می‌پذیرد. پوشش به طریق همسویی جهت تنظیم دستگاه‌های ادیومتر استفاده می‌شود و به آن پوشش محیطی گفته می‌شود. پوشش دگرسویی جهت آستانه‌گیری کاربرد دارد و به آن پوشش مرکزی اطلاق می‌شود.

علل استفاده از پوشش

هنگامی که آستانه شنوایی دو گوش (انتقال هوایی یا استخوانی) برابر نباشد پوشش لازم است، زیرا وقتی صوت به گوش ضعیف‌تر (گوش آزمایشی) ارائه می‌گردد، ممکن است صدا از طریق مجمله به گوش بهتر برسد و در صورت عدم استفاده از پوشش بیمار به صوت شنیده شده از گوش بهتر پاسخ دهد، در این موارد، اغلب برای تغییر حساسیت گوش غیرآزمایشی با ارائه انواع مختلف نویز از طریق گوش به گوش غیرآزمایشی آستانه‌گیری صورت می‌پذیرد و در صورت عدم استفاده از نویز چنین

1 - Back ground Noise.

2 - Contra lateral.

3 - Calibration.

پاسخ‌هایی در حقیقت ناشی از تقاطع صوت از گوش بدتر به گوش بهتر می‌باشد و به عبارتی آستانه‌های گوش بدتر سایه‌ای¹ از آستانه‌های گوش بهتر است. این پاسخ‌های سایه‌ای تقلید ادیوگرامی² از آستانه‌های گوش بهتر می‌باشند و به مقدار کاهش بین گوشی (Interaural Attenuation, IA) بستگی دارند. به هر حال باید توجه داشت در صورت نیاز به پوشش، عدم استفاده از آن اعتبار یافته‌های آزمایشی را زیر سوال خواهد برد و پیامدهای ناگواری در زمینه‌های تشخیصی ادیولوژیک و پزشکی به دنبال خواهد داشت.

یادگیری اصول پوشش در آزمون‌های بالینی یکی از مهمترین چالش‌های رشته شنوایی‌شناسی است؛ دانشجویان از برخورد با پوشش می‌هراسند ولی در صورت تمرین، مثل تمام مهارت‌های بالینی دیگر، پوشش را فرا خواهند گرفت. در این فصل اصول پوشش بالینی ارائه خواهد شد. اساس به کارگیری پوشش در آزمون‌های تشخیصی بر دو سوال ساده استوار است، که عبارتند از:

1) چه موقع باید از پوشش استفاده کرد؟

2) میزان پوشش چقدر باید باشد؟

پاسخ این سوالات در این بخش آمده است.

متغیرهای موثر بر پوشش

پوشش اغلب برای آزمایشگران کم‌تجربه مشکل می‌باشد، چرا که متغیرهای زیادی در آن دخیل هستند. به نظر Studebaker (1979) انتخاب یک سطح شدت انحصاری

1 - Shadow Curve.

2 - Under Masking.

برای همه افراد نامناسب است، زیرا این مسئله باعث ایجاد پوشش بیش از حد¹ یا کمتر از حد² لازم خواهد شد. در ضمن بر روی قضاوت بیمار مبنی بر تعیین گوشی که صدا را از آن شنید³، نمی‌توان تکیه کرد وی چندین سال بعد متذکر شد آزمایشگران بایستی نسبت به تاثیر متغیرهای موثر بر پوشش آگاه باشند. آن متغیرها عبارتند از سطح ارائه سیگنال، فاصله هوا- استخوان⁴ در هر گوش، پدیده اثر انسداد (در صورت وجود)، کاهش بین دو گوشی در انتقال استخوانی و هوایی برای سیگنال آزمایشی و نویز و سطح پوشش موثر.

گوش آزمایشی (Test Ear, TE)

در خلال آزمون‌های ادیومتری که نیازمند پوشش هستند، به گوشی که سیگنال آزمایشی به طور مستقیم در آن گوش ارائه می‌گردد و همیشه گوش بدتر می‌باشد، گوش آزمایشی اطلاق می‌گردد. انتخاب سطح پوشش به آستانه قبل از پوشش گوش آزمایشی بستگی ندارد.

گوش غیرآزمایشی (Non Test Ear, NTE)

در طی آزمون‌های ادیومتری که استفاده از پوشش ضروری می‌باشد، به گوشی که در آن نویز ارائه می‌گردد و معمولاً گوش بهتر است گوش غیرآزمایشی گفته می‌شود. سطح ارائه نویز به آستانه انتقال هوایی گوش غیرآزمایشی بستگی دارد.

آستانه حسی عصبی گوش غیرآزمایشی (Sensory neural Level of the NTE)

1 - Shadow.
2 - Shadow Curve.
3 - Over Masking.
4 - Air- Bone Cap.

در صورت استفاده از پوشش، بدون توجه به وجود یا عدم فاصله هوا - استخوان، آستانه انتقال استخوانی گوش غیرآزمایشی تا حد آستانه انتقال هوایی همان گوش تغییر خواهد کرد. در صورت وجود فاصله هوا- استخوان در گوش غیرآزمایشی سیگنال گوش آزمایشی می‌تواند توسط آستانه انتقال استخوانی گوش بهتر (گوش غیرآزمایشی) دریافت شود. بنابراین برای اطمینان از عدم دریافت سیگنال آزمایشی توسط گوش غیرآزمایشی باید نویز کافی به گوش غیرآزمایشی ارائه شود. در صورتی که سطح نویز در گوش غیرآزمایشی کافی نباشد پاسخ سایه‌ای (Shadow Reapson) گوش غیرآزمایشی فراهم می‌گردد.

آستانه حسی عصبی گوش آزمایشی

در صورت ارائه پوشش به گوش غیرآزمایشی، بایستی سطح شدت نویز کمتر از آستانه انتقال استخوانی گوش آزمایشی باشد تا از پدیده پوشش بیش از حد جلوگیری نماید. این مسئله دال بر این است که نویز ارائه شده در گوش غیرآزمایشی می‌تواند از طریق انتقال استخوانی گوش آزمایشی دریافت شود.

سطح دقیق پوشش

پوشش مناسب به ارائه نویزی که نه کم باشد و نه زیاد اطلاق می‌گردد. اغلب آزمایشگران مبتدی برای از بین بردن مسئله پاسخ سایه‌ای اعتقاد به ارائه نویز قابل توجه به گوش غیرآزمایشی هستند ولی باید توجه داشت که استفاده از مقدار بیش از حد نویز می‌تواند نتایج آزمایش در گوش آزمایشی را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین به جای ارائه نویز زیاد استفاده دقیق از نویز توصیه می‌گردد.

انتخاب نخستین سطح نويز در پوشش

انتخاب سطوح مناسب در پوشش به آستانه‌های انتقال هوایی گوش غیرآزمایشی و آستانه‌های انتقال استخوانی گوش آزمایشی بستگی دارد که در مباحث بعدی به طور مفصل توضیح داده می‌شود.

اثر انسداد ('OE', Occlusion Effect)

هنگام ارزیابی پوشش انتقال استخوانی باید به پدیده اثر انسداد توجه کرد. هنگامی که گوشی روی گوش غیرآزمایشی (جهت ارائه نويز) قرار دارد، بهبود نسبی در آستانه‌های انتقال استخوانی ایجاد می‌شود که به عنوان پدیده اثر انسداد شناخته شده است. ساندرز¹ (1978) اشاره کرد بهبودی آستانه‌ها در پدیده اثر انسداد ناشی از برگشت فشار صوتی به مکانیسم انتقالی و افزایش انرژی دریافت ده در حلزون می‌باشد و در حقیقت ناشی از بهبود آستانه واقعی انتقال استخوانی نمی‌باشد. اثر انسداد هنگامی رخ می‌دهد که گوش طبیعی یا حسی عصبی با گوشی یا هر وسیله دیگری مسدود گردد. این پدیده هنگامی که گوش میانی مشکل داشته باشد دیده نمی‌شود، بنابراین در مورد کم‌شنوایی‌های انتقالی هیچ‌گونه تصحیحی در مورد اثر انسداد لازم نیست.

1 - Sanders.

پوشش موثر

شدت سیگنال پوششی، مثل همه اصوات دیگر، بر حسب دسی بل اندازه گیری می شود. به طور مثال، در صورتی که فردی چرخه (دایل) سطح شدت نویز ادیومتر را روی 60 دسی بل تنظیم کند، پس سطح شدت آن صوت 60 دسی بل خواهد بود.

اگرچه شدت کلیه سیگنالهای پوششی عملاً بر حسی دسی بل بیان می گردد ولی همانطور که می دانید دسی بل واحدی نسبی است و فقط در صورت داشتن مرجع¹ معنی دار است. در مورد سیگنالهای پوششی، مرجع معنی دار دسی بل سطح پوشش موثر ('dB Effective Masking Level, 'dB EML') است.

اصطلاح سطح پوششی موثر یعنی شدت و فرکانس نویز طوری تنظیم شده باشد که توانایی پوشاندن سیگنالی با شدت و فرکانس خاص را دارا باشد و نویز مطابق با همان سیگنال خاص تنظیم شده باشد. بر اساس موارد مذکور این طور استنباط می شود هنگام ارائه سیگنال پوششی از طریق گوشی در صورت تنظیم چرخه ادیومتر بر روی 60 دسی بل نویزی با همان شدت ارائه می شود ولی علی رغم کالیبراسیون دستگاه ادیومتر عملاً تعیین شدت نویز برای پوشش سیگنالی (صوت خالص یا گفتار) با شدت 60 دسی بل ممکن است این نویز فقط قادر باشد صوت خالصی با فرکانس 1000 هرتز و شدت 45 دسی بل HL یا سیگنال گفتاری با شدت 50 دسی بل HL را بپوشاند. در این صورت سطح پوشش موثر برای فرکانس 1000 هرتز 45 دسی بل پوشش موثر (45dB EM) و برای گفتار 50 دسی بل پوشش موثر (50 dB EM) خواهد بود.

1 - Refrence.

آزمایشگران نباید هرگز تصور کنند چرخه نویز ادیومترها بر اساس EM تنظیم شده است. بنابراین قبل از آزمایش بایستی سطح پوشش موثر نویز ارزیابی شود. در ضمن هنگام کالیبراسیون دستگاه، به ویژه در صورت تغییر بلندگو یا گوشی، بایستی ارزیابی سطح پوشش موثر مدنظر قرار گیرد. در همین فصل چگونگی تعیین سطح پوشش موثر سیگنالهای مختلف تشریح می‌گردد.

پوشش مرکزی (Central Masking)

میزان پوشش مرکزی بسیار کم در حد 5 دسی‌بل می‌باشد و از 15 دسی‌بل نیز فراتر نمی‌رود و ناشی از وقفه در هسته‌های سطوح پایین ساقه مغز (حلزونی - زیتونی) می‌باشد.

میزان پوشش مرکزی در مورد PTA 5 الی 15 دسی‌بل ذکر شده است در حالی که برای SRT 4 الی 8 دسی‌بل عنوان گردیده است. قابل ذکر است میزان پوشش مرکزی هنگامی که مرتعش‌شونده استخوان بر روی پیشانی واقع شود بیشتر از موقعی است که روی ماستوئید قرار گیرد.

تحقیقات حاکی از آن است که پوشش مرکزی برای کلمات دو هجائی اسپوندایک تابعی از SL آزمایشی است نه تابعی از SPL نویز پوشاننده.

محققین توصیه کردند که هنگام ارائه پوشش اگر تغییرات SRT کمتر از 5 دسی‌بل بود هیچ‌گونه تغییر آستانه‌ای بر روی ادیوگرام نباید ثبت شود و همان SRT پوشش نیافته را با ذکر ارائه نویز باید ثبت نمود ولی اگر تغییر آستانه SRT 5 دسی‌بل یا بیشتر باشد باید آستانه پوشش یافته ثبت گردد.

تصویر - پوشش مرکزی برای انتقال هوایی واستخوانیبرای فرکانسهای 500 تا 4000
هرتز از 20 تا 80 دسی بل HL

From Dirks & Malmquist

انواع نویز مورد استفاده در پوشش بالینی

برای پوشش گوش غیرآزمایشی از چه نویزی باید استفاده کرد؟ پاسخ این سوال به
سیگنالی که باید پوشانده شود بستگی دارد. چنانچه سیگنالی که باید پوشانده شود
طیف فرکانسی وسیعی داشته باشد، مثل گفتار یا کلیک، طیف فرکانسی نویز پوشاننده

هم باید وسیع باشد. برای مثال، جهت پوشش آزمونهای گفتاری معمولا از نويز سفید (نويزی با پهنای وسیع) نويز صورتی، نويز شبه گفتار یا نويز همه‌مهمه استفاده می‌شود. طیف نويز شبه گفتاری تقریبا به طیف وسیع گفتار نزدیک است.

موثر بودن سیگنالهای پوششی تقریبا بستگی مستقیم به باند بحرانی دارد. باند بحرانی عبارتست از کارآمد بودن نويز یا موثر بودن سیگنال پوشاننده. هدف اصلی در امر پوشش، استفاده از سیگنال پوشاننده‌ای با حداقل انرژی می‌باشد. فلچر (1940) باند بحرانی و محدوده فرکانسی مورد نیاز پوشاننده برای سیگنال‌های مختلف آزمایشی را مشخص نمود. مشاهدات وی حاکی از آن بود که بعضی از فرکانسهای دور از مرکز را می‌توان حذف نمود بدون آنکه در حداکثر پوشش موثر تأثیری ایجاد شود. مدت کمی بعد از آن تحقیقات هاوکینز و استیونر (1950) موید تأثیر سطح شدت نويز بر باند بحرانی بود و آنها دریافتند بایستی انرژی سر تا سر باند بحرانی نويز با انرژی سیگنال آزمایشی برابر باشد تا سیگنال آزمایشی به راحتی قابل شنیدن باشد. آنها بعدها متوجه شدند موثرترین نويز در پوشش، نويزی است که فرکانس مرکزی آن به سیگنال آزمایشی نزدیک است و در نهایت نتیجه گرفتند در صورت استفاده از سیگنال پوشاننده‌ای با باند پهن، به دلیل وجود انرژی پوششی غیرضروری، از تأثیر پوشش کاهش می‌یابد. پس می‌توان نتیجه گرفت در امر پوشش موثر بودن نويز به سیگنال آزمایشی و نوع نويز پوشاننده بستگی دارد.

نخستین ادیومترهای تشخیصی به نویزهای مرکب¹ مجهز بودند. طیف نویز مرکب شامل سیگنال پایه 78 هرتزی و تمام هارمونیکهایی که مضاربی از سیگنال پایه هستند می باشد و صدای آن حالت زنش² یا صوتی منقطع³ را دارد چرا که فاقد برخی از فرکانسهاست. سطح انرژی فرکانسهای نویز مرکب یکسان نمی باشد. امروزه به دلیل محدودیتهای این نویز در امر پوشش، دستگاههای ادیومتر فاقد چنین نویزی می باشند. هم اکنون در اکثر ادیومترها برای پوشش نویزهای باند پهن⁴ یا سفید⁵ (حرارتی)، نویز باند باریک و نویز گفتاری تعبیه شده است. هر کدام از این نویزها، به شرطی که با شدت مناسبی ارائه شوند، می توانند سیگنالهای خاصی را بپوشانند، هر چند، برای حداکثر تاثیر نویز بایستی نویزی انتخاب شود که طیف فرکانسی آن حتی الامکان به طیف فرکانسی سیگنال آزمایشی نزدیک تر باشد و به عبارت دیگر حداکثر پوشش موثر وقتی رخ می دهد که حداکثر تغییر آستانه با حداقل مقدار انرژی رخ دهد.

تعریف انواع نویز رایج در آزمایشهای ادیومتری و نویز مرکب همراه با نمودار و طیف معمول آنها در ذیل آمده است.

نویز مرکب (Complex Noise)

نویز مرکب نویزی است که از یک فرکانس پایه بم و مضاربی از فرکانس پایه تشکیل شده است. در این نویز انرژی فقط در فرکانسهای موجود وجود دارد و به عبارتی انرژی به صورت گسسته می باشد و در سرتاسر محدوده فرکانسی انرژی گسترده نمی باشد. به

1 - Complex Noise.

2 - Beating.

3 - Pulsating Sounds.

4 - Broad band Noise.

5 - White Noise.

طور مثال در نویز با فرکانس پایه 75 هرتز، انرژی فرکانس 1000 حدود 23 دسی بل و فرکانس 4000 هرتز تقریباً 50 دسی بل کمتر از انرژی فرکانس 78 هرتز می باشد (تصویر 1) و یکی از معایب دیگر این نویز امکان ایجاد پدیده زنش به علت وجود 3 یا 4 سیگنال از هر فرکانس می باشد. این نویز برای پوشش فرکانس های بm می تواند مناسب باشد و برای فرکانسهای میانی نیز می توان از آن استفاده نمود ولی برای پوشش فرکانسهای بالا مناسب نیست.

در گذشته برای پوشش از نویز مرکب استفاده می گردید ولی هم اکنون به دلایل مذکور دیگر از این نویز استفاده نمی شود و دستگاه های ادیومتر کنونی فاقد چنین نویزی می باشند.

نویز باند پهن¹ یا نویز سفید² یا نویز حرارتی³

نویزی که سرتاسر پهنای فرکانسی آن انرژی یکسان و مشابهی داشته باشد اصطلاحاً به آن نویز سفید اطلاق می گردد. انرژی این نویز در محدوده فرکانسی نسبتاً یکنواخت و پیوسته می باشد و محدوده فرکانسی نویز سفید از 100 تا 10000 هرتز است (تصویر 2) ولی به علت محدودیت های گوشی ها و بلندگوهای ادیومتر عملاً دسترسی به نویز سفید امکان پذیر نیست و معمولاً انرژی برخی از فرکانس های نویز سفید پس از عبور از مبدل های مختلف تقلیل پیدا می کند که به آن نویز، نویز پهن باند اطلاق می شود که در آن انرژی محدوده فرکانسی 200 تا 6000 هرتز یکسان می باشد. (تصویر 2) قابل ذکر

1 - Broad Bond Noise.

2 - White Noise.

3 - Thermal Noise.

است برخی از مولفین نویز سفید و نویز پهن باند را معادل یکدیگر می‌گیرند. البته در گوشی‌های رو گوشی و داخل گوشی جدید این حد تا 8000 هرتز ارتقاء یافته است. علیرغم محدودیت‌های فرکانسی بالای نویز باند پهن، هنوز این نویز برای پوشش محرک‌های گفتاری و صوت خالص نسبتاً مفید می‌باشد.

تصویر 2: نویز باند پهن یا نویز سفید (حرارتی)

نویز باند باریک (Narrow band Noise)

نویز باند باریک نوعی نویز سفید تصفیه شده است. نویز باند باریک نویز سفیدی است که از صافی باندگذر¹ عبور داده می‌شود تا نوعی نویز با باند مشخص ایجاد نماید. ANSI (1996) محدوده پائین‌ترین و بالاترین حد قابل قبول برای فرکانسهای قطع نویز باند باریک را برای پوشش فرکانسهای مختلف آزمایشی مشخص کرده است. صافی‌ها طوری تنظیم شده‌اند که فرکانس مرکزی نویز منطبق با سیگنال آزمایشی صوت خالص باشد و بنابراین نام نویز باند باریک بر اساس فرکانس مرکزی نام‌گذاری می‌شود، چنانچه فرکانس مرکزی نویز باند باریکی فرکانس 1000 هرتز باشد، آن نویز به عنوان نویز باند باریک هزار هرتزی خوانده می‌شود.

تصویر 3 شامل طیف صوتی نویزهای باند باریک فرکانسهای 250 تا 8000 هرتز می‌باشد. در خلال آزمونهای صوت خالص فرکانس مرکزی نویز برابر با فرکانس سیگنال آزمایشی است. در آزمونهای صوت خالص با استفاده از نویز باند باریک در پوشش کارایی نویز افزایش می‌یابد، چرا که با ارائه حداقل انرژی سیگنال آزمایشی به طور موثر پوشانده خواهد شد.

تصویر 3: نویز باند باریک

1 - Band Pass.

نویز باند باریک یا با استفاده از مولدهای نویز ایجاد می‌شود که در دستگاه‌های ادیومتر کنونی کمتر از این روش استفاده می‌گردد، یا از طریق عبور نویز سفید از صافی‌های باند گذر ایجاد می‌شود. به طور کلی نویز باند باریک با توجه به سه عامل زیر تعریف می‌شود:

1- فرکانس مرکزی

2- پهنای باند که کلیه فرکانس‌هایی که شدت آنها حداکثر 3 دسی‌بل کمتر از قله می‌باشد اطلاق می‌گردد.

3- Filter rejection rate که منظور میزان کاهش شدت در هر اکتاو قبل و بعد از پهنای باند می‌باشد، چنانچه پهنای نویز باند باریک برابر با باند بحرانی باشد کار آراترین نویز برای پوشش سیگنالهای صوت خالص می‌باشد، ولی از آنجایی که چنین نویزی شباهت بسیار زیادی با صوت خالص خواهد داشت و ممکن است با صوت خالص¹ ارائه شده در گوش آزمایشی اشتباه شود، برای جلوگیری از چنین مشکلی پهنای نویز باند باریک بهتر است بزرگتر از باند بحرانی² باشد که معمولاً پهنای باند یک ششم اکتاو استفاده می‌شود. بر اساس نظر -3.6 ANSI، 1989 پهنای باند نویز باند باریک بایستی حداقل یک سوم اکتاو و حداکثر یک دوم اکتاو باشد.

اگر پهنای باند نویز کمتر یا بیشتر از باند بحرانی باشد آن نویز کارایی کمتری در پوشش سیگنالهای آزمایش خواهد داشت و بنابراین برای پوشاندن سیگنال باید شدت بیشتری داشته باشد زیرا فقط انرژی موجود در باند بحرانی پوشش را ممکن می‌سازد نه شدت سر تاسر سیگنال پوششی.

پهنای باند نویزهای باند باریک با فرکانس مرکزی 500 هرتز یا بالاتر وسیع‌تر از باند بحرانی می‌باشد و بنابراین برای ایجاد پوشش موثر بایستی تقریباً سطح فشار صوتی این نویزها 3 دسی بل SPL بیشتر از باندهای بحرانی مربوط باشد.³ برای پوشش اصوات خالص نویزهای باند باریک جزء مناسبترین نویزها می‌باشند. به طور کلی طبق نظر ANSI شرایط استاندارد بودن نویزها به شرح ذیل می‌باشد.

1 - Hawkins & Stevens, 1950.

2 - J.W. Ward. Personal Communication, 1986.

3 - ANSI, 3.6-1989, P.9.

الف) فرکانسهای نویز باند باریک باید حول و حوش صوت خالص آزمایشی متمرکز باشد.

ب) اگر نویز تصادفی Weighted شده باشد و برای پوشش اصوات خالص استفاده شود میزان SPL، در باند یک سوم اکتاو (250 تا 4000 هرتز) باید با شدت صوت خالص مربوط برابر باشد.

ج) نویز باند پهن (سفید) باید در محدوده فرکانسهای 250 تا 6000 هرتز انرژی نسبتاً یکسانی داشته باشد.

د) نویزی که برای پوشش اصوات گفتاری استفاده می‌شود باید انرژی محدوده فرکانس 250 تا 1000 هرتز آن یکنواخت بوده، در ضمن میزان افت انرژی از فرکانس 1000 تا 4000 هرتز آن باید در حد 12 دسی‌بل در اکتاو باشد.

نویز گفتاری (Speech Noise)

نویز گفتاری نوعی سیگنال پوششی باند باریکی است که فرکانس مرکزی آن در محدوده فرکانسهای گفتاری است. از آنجایی که انرژی صوتی لازم برای درک گفتار به محدوده فرکانسی 300 تا 3000 هرتز بستگی دارد، پاسخ فرکانسی نویز گفتاری بایستی در این محدوده قرار بگیرد. (تصویر 4)

تصویر 4: نویز گفتاری

پوشش موثر و باند بحرانی

پوشش موثر (Effective Masking, 'EM') عبارتست از نویزی خاص (Particular) که فرکانس مرکزی آن مشابه فرکانس صوت خالصی که می‌خواهیم بیپوشانیم باشد و بتواند آستانه را تغییر دهد (بر اساس تعریف ANSI S3.6 – 1989). سطح پوشش وثر نویز با میزان آستانه صوت خالص تغییر یافته برابر می‌باشد، این امر مبین این مسئله است که سطح پوشش موثر بیشتر به عنوان تاثیر نویز در تغییر آستانه سیگنال در گوش آزمایشی می‌باشد تا سطح شدت چرخه نویز و در نتیجه سطح پوشش موثر با همان واحد ارزیابی سیگنال آزمایشی (dBHL) بیان می‌گردد.

درک اولیه مفهوم باند بحرانی به کاربرد بالینی موثر برمی گردد. فلچر¹ در سال 1940 بیان کرد برای پوشاندن صوت خالص باید پهنای نویز باند پهن را محدود نمود و مرکز این باند بحرانی باریک باید با همان فرکانس صوت خالصی که پوشانده می شود یکسان باشد.

باند بحرانی نویز، هم به شدت پوشاننده و هم به محدوده فرکانسی آن بستگی دارد. تمام سیگنال های پوششی در مورد پوشش فرکانسهای کم اثر کمتری دارند چرا که دستگاه شنوایی انسان در این مناطق برای رسیدن به آستانه میزان SPL بسیار بیشتری لازم دارد. به محض تخمین پوشش موثر ارتباط بین اثر پوشش و سطوح نویز خطی می باشد.

بر اساس تعریف ANSI (1996) سطح پوشش موثر سیگنال به عنوان شدت مورد نیاز پوشاننده برای تغییر آستانه سیگنال آزمایشی در نظر گرفته می شود. ANSI (1996) ملاک های لازم برای ایجاد پوشش موثر در نویزهای باند باریک در فرکانسهای 125 تا 16000 هرتز را مشخص کرده است (جدول 1) همچنان که (در جدول 1) قابل رویت است، کمترین و بیشترین مقدار فرکانس قطع باندهای بحرانی خاص برای هر فرکانس مرکزی مشخص شده است. علاوه بر این بایستی عامل تصحیح به آستانه مرجع (SPL) اضافه شود.

البته برای تخمین اندازه فیزیکی پوشش موثر به وسایل پیشرفته ای از قبیل صوت سنج²، تجزیه کننده طیفی³، کوپلر صوتی¹، گوش مصنوعی²، شبیه ساز گوش³، یا

1 - Fletcher (1940).

2 - Sound Level Meter.

3 - Spectral analyzer.

کوپلر مکانیکی⁴ نیاز است. امکان خرید و تهیه وسایل لازم برای تنظیم نويز بر اساس پوشش موثر برای اکثر آزمایشگران غیرممکن است. ولی خوشبختانه در سالهای اخیر اکثر دستگاهها بر اساس پوشش موثر تنظیم شده‌اند.

با این همه با توجه به اینکه نويز دستگاه با گذشت زمان از کالیبره خارج می‌شود و مسئولیت توجه به تغییرات محرک پوششی در خلال آزمایش بر عهده آزمایشگر است می‌توان از روش تنظیم بیولوژیک نويز برای تنظیم نويز دستگاه بر اساس پوشش موثر استفاده نمود.

تنظیم سیگنالهای پوششی یا تعیین سطح پوشش موثر

از آنجائی که برای پوشش با نويز باند باریک به باندهای مختلف جهت پوشش هر فرکانس آزمایشی نیاز است می‌توان چرخه نويز را بر حسب پوشش موثر تنظیم نمود، اما از آنجائی که پهنای باند بحرانی ایجاد شده نويز باند باریک گاهی آهنگی همچون صوت خالص دارد و ممکن است با فرکانس آزمایشی در گوش آزمایشی اشتباه شود، امروزه برای فائق آمدن بر این مسئله پهنای باندی بیشتر از باند بحرانی تولید می‌کنند. (حداقل یک سوم اکتاو و حداکثر یک دوم اکتاو).

پس از آنچه که گفته شد می‌توانیم نتیجه بگیریم برای تنظیم پوشش موثر نويز باند باریک می‌توان این کار را از طریق تغییر و تبدیل تجهیزات درونی ادیومتر انجام داد به طوری که سطح فشار صوتی نويز باند باریک به گونه‌ای تنظیم شود تا 3 دسی‌بل از سطح فشار صوتی سیگنال آزمایشی بیشتر باشد.

1 - acoustic soupler.

2 - artifical ear.

3 - ear simulator.

4 - mechanical coupler.

تنظیم درونی نویز سفید امکان پذیر نیست چرا که سطح فشار صوتی (SPL) لازم برای پوشش موثر بسته به فرکانس صوت آزمایشی تغییر می یابد. بنابراین یک سطح شدت نویز در فرکانسهای مختلف مقادیر پوشش متفاوتی ایجاد می نماید. اثر ماسکینگ برای هر فرکانس را می توان از طریق روشهای فرمولی یا تنظیم واقعی (بیولوژیک) تعیین نمود.

روش بیولوژیک تنظیم سطح پوشش موثر

در تنظیم پوشش موثر با روش بیولوژیک از افراد سالم استفاده می شود. اکثر آزمایشگران به علت سادگی نسبی روش بیولوژیک از این روش استفاده می کنند. روش بیولوژیک تنظیم پوشش موثر عبارت است از تعیین مقدار نویز (بر حسب دسی بل) که قادر باشد سیگنالی (صوت خالص یا گفتار) با سطح شدت مشخص را تغییر دهد. برای تعیین پوشش موثر نویز، نویز و سیگنال به طور همزمان از یک گوشی¹ ارائه می گردد و پوشش موثر نویز بر اساس شدتی از نویز که بتواند به سادگی سیگنال آزمایشی را بپوشاند تخمین زده می شود. تغییر آستانه ها برای هر سیگنال آزمایشی در چند سطح شدت مختلف (مثلاً 10، 20، 30 دسی بل) ثبت می شود و این افزایش شدت نویز آنقدر ادامه می یابد تا تغییرات آستانه خطی گردد به عبارتی افزایش X دسی بل نویز باعث افزایش X دسی بل آستانه سیگنال گردد. سپس اختلاف قابل مشاهده بین شدت نویز و سیگنال (بر اساس HL) به عنوان عامل تصحیح² در نظر گرفته می شود. در روش تنظیم بیولوژیک از سه تا پنج فرد سالم (البته برخی از

1 - Ear Phone.

2 - Correction Factor.

محققین استفاده از 10 فرد سالم را توصیه نموده‌اند) استفاده می‌شود و سپس میانگین اعداد به دست آمده محاسبه گردیده و به عنوان مرجع عامل تصحیح در خلال آزمایش استفاده می‌شود و بهتر است نتایج به دست آمده بر روی کاغذی ثبت شده و جلوی ادیومتر نصب گردد.

جدول 2 مثالی از نتایج بدست آمده از روش بیولوژیک برای سه نوع محرک مختلف (گفتار، صوت خالص 500 و 2000 هرتزی) می‌باشد. به طور مثال در مورد فرکانس 500 هرتز وقتی سطح شدت آن 10 دسی بل HL بوده است برای پوشاندن آن باید نویزی با شدت 15 دسی بل HL در همان گوش ارائه می‌شد ولی برای پوشاندن همان صوت با شدت 20 دسی بل HL نویزی با سطح شدت 30 دسی بل HL لازم بوده است. در سطوح بالاتر از 20 دسی بل HL ارتباط خطی بین مقادیر افزایش نویز و سیگنال دیده می‌شد. به این ترتیب که با افزایش گامهای 10 دسی‌بلی نویز آستانه دریافت سیگنال نیز همان مقدار افزایش می‌یافت. بر اساس این روش عامل تصحیح برای فرکانس 500 هرتز 10 دسی بل بوده است. عامل تصحیح برای فرکانس 2000 هرتز و گفتار به ترتیب 15 و 10 دسی بل بوده است.

در مورد دستگاه‌های ادیومتر بایستی عامل تصحیح برای تمام سیگنالهای آزمایشی (250، 500، 750، 1000، 2000، 3000، 4000، 6000، 8000 هرتز) و گفتار با روشی مشابه آنچه که بیان گردید بدست آید.

نویز گفتاری با استفاده از آستانه دریافت گفتار (SRT) تنظیم می‌گردد. بنابراین پوشش موثر نویز گفتاری با استفاده از روشی که برای صوت خالص ذکر گردید تنظیم می‌شود

با این تفاوت که در اینجا از محرک گفتاری استفاده می‌شود. روش دیگر برای تعیین عامل تصحیح نویز گفتاری استفاده از میانگین عامل تصحیح بدست آمده برای فرکانس‌های 500، 1000 و 2000 هرتز می‌باشد.

یک روش بیولوژیک دیگر استفاده از حداقل سطح پوشش موثر (Minimum Effective Masking) می‌باشد. در این روش عامل تصحیح در افراد مبتلا به کم‌شنوایی بدست می‌آید. علت استفاده از این روش عملکرد گوش‌های ضایعه‌دار و سالم می‌باشد. در این روش، همچون روش بیولوژیک، سیگنال آزمایشی و نویز، برای صوت خالص در یک گوش ارائه می‌گردد.

جدول 2: نمونه‌ای از روش تنظیم سطح پوشش موثر در فرکانسهای 500، 1000 و 2000 هرتز. (به متن مراجعه شود).

هرچند باید توجه داشت که در افراد مبتلا به کم‌شنوایی به ندرت نویز باعث تغییر آستانه صوت خالص می‌گردد. که در اینجا حداقل سطح پوشش موثر صفر دسی‌بل خواهد بود.

اخیراً، برای آزمایشگران سادگی نسبی روش تهیه سطح پوشش موثر با گوش انسان نسبت به روشهایی که پیچیده‌تر و گاهی گران‌تر و تخصصی‌تر هستند جالب است ولی از معایب این روش وقت‌گیر بودن آن به دلیل ارزیابی چند فرد مختلف و تغییرات فردی و بین فردی شناخته شده می‌باشد به همین دلیل برای تاثیر کمتر تغییرات بین فردی استفاده از اشخاص آشناتر ترجیح داده می‌شود چرا که تغییرات کمتری در پاسخ‌های آنها دیده می‌شود.

پوشش مرکزی (Central Masking)

مدتهای مدیدی است مشخص گردیده ارائه مقادیر نویز در حد کم تا متوسط در گوش غیرآزمایشی، باعث تغییر آستانه گوش آزمایشی، در حد 5-7 دسی‌بل می‌گردد.¹ اصطلاح پوشش مرکزی برای توصیف این مفهوم استفاده می‌شود و به بیان دیگر پوشش مرکزی عبارتست از تغییر آستانه گوش آزمایشی به دنبال ارائه سیگنال پوششی به گوش غیرآزمایشی به شرطی که پدیده تقاطع رخ نداده باشد.²

1 & 2 – Wegal & Lane, 1924.

پوشش مرکزی ناشی از وقفه (مهاری)¹ پاسخ دستگاه عصبی مرکزی است و عملاً به تغییرات کم آستانه هنگام ارائه نويز به گوش غير آزمایشی² اطلاق می‌گردد، در نتیجه برای جبران کاهش فعالیت عصبی بایستی سطح شدت سیگنال افزایش یابد. عده‌ای از محققین معتقدند پوشش مرکزی برای آستانه‌های گفتاری و صوت خالص (AC, BC) یکسان و در حد 5 دسی‌بل است.³ اگر ه پوشش مرکزی امری بدیهی است و به طور میانگین در حد 5 دسی‌بل می‌باشد ولی نتایج مطالعات مختلف کاملاً یکسان و مشابه نمی‌باشد. (جدول 3).

جدول 3: پدیده پوشش مرکزی برای فرکانسهای 500، 1000 و 4000 هرتز در سطوح شدتی 20 تا 80 دسی‌بل HL.

1 - Inhibitory.

2 - Lidenetal, 1959.

3 - Drink & Malmquist, 1964; Martin & Digiovanni, 1979; Studebaker, 1962.

پوشش بالینی (Clinical Masking)

در حین آزمونهای ادیومتریکی مرسوم (تصویر 58) حین ارائه سیگنالهای صوتی به یک گوش (گوش آزمایشی) می‌توان به گوش دیگر (گوش غیرآزمایشی) نویز ارائه گردد. تصویر 5B و 5C انجام پوشش در طی آزمونهای انتقال هوایی و استخوانی را نشان می‌دهد. در تصویر 5C سیگنال از طریق مرتعش‌شونده استخوانی به ماستوئید چپ و نویز از طریق گوشی سوپرا اورال¹ به گوش راست ارائه می‌شود. در آزمون انتقال استخوانی هنگام پوشش بایستی گوشی جلوی لاله گوش آزمایشی قرار گیرد. بنابراین هنگام آزمون BC بر روی گوش آزمایشی گوشی قرار ندارد.

آستانه‌های انتقال استخوانی پوشش نیافته بیانگر BC نسبی است، در حالی که آستانه‌های انتقال استخوانی پوشش یافته مبین BC مطلق² می‌باشد.

حین انجام پوشش توجه به چندین عامل مختلف حائز اهمیت می‌باشد. برای انجام پوشش در آزمایشهای معمول ادیومتریکی به دو سوال مهم زیر برمی‌خوریم:

1- چه موقع لازم است از پوشش استفاده شود؟

2- روش انجام پوشش چگونه باید باشد؟

1 - Supra aural.

2 - Absolute BC.

از سالها پیش برای تصمیم‌گیری در مورد پوشش قوانینی مبتنی بر تجربیات بالینی وجود داشته است. قانونی که در ذیل آمده است برای مجموعه آزمایشهای اولیه از قبیل صوت خالص SRT, BC, AC و آزمون بازشناسی گفتار می‌باشد.

یکی از تدابیر اصلی برای پوشش، استفاده از حداقل کاهش بین گوشی که برای انتقال هوایی، 40 دسی‌بل و انتقال استخوانی، صفر باشد که بعداً توضیح داده می‌شود. بنابراین همیشه در صورت احتمال پدیده تقاطع استفاده از پوشش ضروری است.

برای پوشش از روشهای مختلف فرمولی استفاده می‌شود که در صورت استفاده از این روشها حتماً باید دستگاه بر اساس پوشش موثر کالیبره شده باشند یا از روشهای سایکواکوستیک از قبیل هود و گلداشتاین می‌توان استفاده نمود که بعداً به طور مفصل بحث شده‌اند.

آزمون انتقال هوایی صوت خالص

در خلال آزمون انتقال هوایی صوت خالص تصمیم‌گیری در مورد تعیین لزوم پوشش بر اساس حداقل کاهش بین گوشی در انتقال هوایی صورت می‌پذیرد. میانگین کاهش بین گوشی برای اصوات خالص 55 تا 65 دسی‌بل می‌باشد، ولی حداقل کاهش بین گوشی برای انتقال هوایی اصوات خالص، برای گوشی‌های روی گوشی استاندارد 40 دسی‌بل می‌باشد (جدول 4). بنابراین برای جلوگیری از رخ دادن احتمالی تقاطع در خلال آزمون انتقال هوایی صوت خالص وقتی اختلاف آستانه انتقال هوایی صوت خالص گوش آزمایشی (AC_{te}) و آستانه انتقال استخوانی گوش غیرآزمایشی (BC_{nte}) 40 دسی‌بل یا بیشتر شود استفاده از پوشش ضرورت می‌یابد، هر چند در صورت استفاده از این قانون

محافظه کارانه، احتمال انجام پوشش در موارد غیر ضروری وجود دارد. همیشه مقایسه آستانه انتقال هوایی صوت خالص پوشش نیافته گوش آزمایشی با آستانه واقعی انتقال استخوانی صوت خالص گوش غیرآزمایشی روشی پایه برای تصمیم‌گیری در مورد تعیین لزوم پوشش محسوب می‌گردد. اگر چه برای تعیین ضرورت استفاده از پوشش می‌توان از قانون مقایسه آستانه انتقال هوایی گوش آزمایشی و آستانه انتقال استخوانی گوش غیرآزمایشی استفاده کرد، ولی راه میانبر دیگری نیز وجود دارد و آن عبارتست از اینکه در صورت مشاهده اختلافی در حد 40 دسی‌بل یا بیشتر بین آستانه انتقال هوایی دو گوش، برای کسب آستانه‌های واقعی گوش ضعیف‌تر ارائه نویز به گوش بهتر ضروری است. در حین آزمون انتقال هوایی می‌توان از قانون مذکور استفاده نمود چرا که آستانه‌های انتقال استخوانی نمی‌تواند از آستانه‌های انتقال هوایی بدتر باشد.

تصویر 6 ادیوگرام فردی را نشان می‌دهد که استفاده از پوشش در حین آزمون انتقال هوایی ضروری است، همان طور که مشاهده می‌شود آستانه‌های انتقال هوایی و استخوانی فرکانس 1000 هرتز گوش راست این بیمار 10 دسی‌بل HL می‌باشد ولی در مورد گوش چپ به ترتیب 60 و 10 دسی‌بل HL می‌باشد. از آنجایی که اختلاف آستانه انتقال هوایی گوش چپ و آستانه انتقال استخوانی گوش راست 50 (10-60) دسی‌بل است، احتمال پدیده تقاطع وجود دارد. در مورد این بیمار، استفاده از پوشش در حین آزمون انتقال هوایی ضروری است. بنابراین برای ارزیابی آستانه انتقال هوایی فرکانس 1000 هرتز گوش چپ ارائه نویز به گوش راست لازم می‌باشد.

جدول 4: حدود (range) و میانگین (Mean) مقادیر کاهش بین گوش‌های
گوشی‌های روگوشی در مورد اصوات خالص (بر حسب dB).

در این بیمار قانون دوم پوشش انتقال هوایی نیز کاربرد دارد، چرا که اختلاف آستانه
انتقال هوایی گوش راست و چپ 50 دسی‌بل (10-60) می‌باشد و این عدد از 40
بزرگتر است.

تصویر 6: یافته‌های ادیومتریکی در (A) آزمون AC, BC, صوت خالص (B) آزمون
گفتاری (C) آزمون بازشناسی گفتار.

آزمون انتقال استخوانی صوت خالص

برای تصمیم‌گیری در مورد تعیین لزوم پوشش در حین آزمون انتقال استخوانی بایستی آستانه انتقالی استخوانی پوشش نیافته (BC_{te}) را با آستانه انتقال هوایی همان گوش (AC_{te}) مقایسه کرد و در صورت مشاهده اختلاف بیش از 10 دسی‌بل در آستانه‌ای پوشش نیافته، استفاده از پوشش لازم می‌باشد.

همان طور که قبلاً ذکر شد، حداقل کاهش بین گوشی برای انتقال استخوانی صفر دسی بل است. هرچه اختلاف آستانه انتقال هوایی و استخوانی از 10 دسی بل بیشتر شود احتمال وجود پدیده تقاطع افزایش می یابد. در صورت وجود اختلاف بیشتر از 10 دسی بل بین آستانه انتقال استخوانی دو گوش، چنانچه محرکی از طریق مرتعش شونده استخوانی به گوش ضعیف تر ارائه شود، سیگنال تقاطع پیدا کرده و از گوش بهتر شنیده می شود. در حقیقت در آزمون انتقال استخوانی وقتی حساسیت شنوایی انتقال استخوانی گوش غیر آزمایشی حدود 15 دسی بل یا بیشتر بهتر از گوش آزمایشی باشد، صوت تقاطع یافته و به گوش آزمایشی می رسد.

تصویر A 6 نمونه ای از آزمایش انتقال استخوانی صوت خالصی است که استفاده از پوشش در آن ضروری است. همچنان که با توجه به نمودار و مقایسه آستانه انتقال هوایی پوشش نیافته گوش چپ (60 دسی بل HL) با آستانه انتقال استخوانی پوشش نیافته گوش چپ (10 دسی بل HL) مشخص می گردد فاصله هوا – استخوان (ABG) 50 دسی بل می باشد، که موید پدیده تقاطع است؛ و در مورد این بیمار هنگام ارزیابی آستانه انتقال استخوانی گوش چپ بایستی با ارائه نویز به گوش راست از کمک آن به گوش چپ جلوگیری نمود.

آزمون آستانه دریافت گفتار

هنگام ارزیابی آستانه دریافت گفتار در صورتی که سطح شدت ارائه لغات در گوش آزمایشی نسبت به بهترین آستانه یکی از فرکانسهای گفتاری (500، 1000 یا 2000 هرتز) 45 دسی بل یا بیشتر اختلاف داشته باشد انجام پوشش ضروری است.

در آزمونهای ادیومتریک چنانچه محرک مورد استفاده گفتار باشد، همچون آزمونهای انتقال هوایی و استخوانی، ممکن است پدیده تقاطع رخ دهد. کاهش بین گوشی برای کلمات اسپوندایک 45 و 55 دسی بل ذکر شده است ولی هم اکنون اکثر محققین حداقل کاهش بین گوشی برای کلمات اسپوندایک را 45 دسی بل در نظر می گیرند.¹

در نتیجه تعیین ضرورت انجام پوشش در حین ارزیابی آستانه دریافت گفتار بر اساس وجود اختلافی در حد 45 دسی بل یا بیشتر بین سطح ارائه گفتار در گوش آزمایشی و بهترین آستانه انتقال استخوانی یکی از فرکانسهای گفتاری (500، 1000 و 2000 هرتز) گوش غیرآزمایشی استوار است و عملاً آزمایشگران باید توجه داشته باشند در صورت بروز چنین امری باید حتماً از پوشش استفاده نمایند.

یکی از قانونهای فرعی که از قانون بالا منشاء می گیرد عبارتست از اینکه در صورت بروز اختلافی در حد 45 دسی بل یا بیشتر بین آستانه های دریافت گفتار دو گوش، بایستی برای ارزیابی آستانه دریافت گفتار گوش بدتر، به گوش بهتر نویز ارائه شود. این قانون کاربرد وسیعی دارد چرا که برخی از آزمایشگران قبل از آستانه گیری صوت خالص آستانه دریافت گفتار را به دست می آورند.

تصویر 6B نمونه ای است که در آن استفاده از پوشش در حین ارزیابی آستانه دریافت گفتار ضروری می باشد. در این مورد آستانه دریافت گفتار پوشش نیافته گوش چپ

1 - Konkle % Berry, 1983.

(گوش آزمایشی) 60 دسی‌بل است و آستانه انتقال استخوانی گوش راست در فرکانسهای 500، 1000 و 2000 هرتز) به ترتیب 5، 10 و 15 دسی‌بل می‌باشد، و در نتیجه به علت وجود اختلاف 60 دسی‌بل بین آستانه دریافت گفتار گوش چپ با بهترین آستانه انتقال استخوانی (از بین سه فرکانس گفتاری) گوش راست (یعنی آستانه انتقال استخوانی فرکانس 500 هرتز) برای ارزیابی آستانه دریافت گفتار گوش چپ ارائه نويز به گوش راست ضروری است. قانون فرعی که در مورد تصمیم‌گیری برای تعیین لزوم پوشش در حین ارزیابی آستانه دریافت گفتار ذکر شد نیز در این نمونه صدق می‌کند، چرا که اختلاف بین آستانه دریافت گفتار دو گوش 50 دسی‌بل است در این مورد (6B) اگر چه آستانه‌های انتقال استخوانی ارزیابی شده است ولی حتی بدون توجه به آستانه‌های انتقال استخوانی استفاده از پوشش در ارزیابی SRT گوش چپ لازم می‌باشد.

آزمون بازشناسی گفتار (Word Recognition Test, WRT)

از آنجایی که آزمون بازشناسی گفتار در سطوح فوق آستانه‌ای صورت می‌پذیرد، لذا احتمال بروز پدیده تقاطع در این آزمون افزایش می‌یابد. در حقیقت، در اکثر آزمونهای بازشناسی گفتار استفاده از پوشش ضروری است. سطح کاهش بین گوشی در مورد کلمات تک هجایی حدود 35 تا 50 دسی‌بل ذکر شده است ولی طبق نظر Konkle & Berry (1985) 35 دسی‌بل توصیه شده است.

در صورت مشاهده اختلاف در حد 35 دسی‌بل یا بیشتر بین سطح ارائه کلمات تک هجایی در گوش آزمایش با بهترین آستانه انتقال استخوانی یکی از فرکانسهای گفتاری

(500، 1000 و 2000 هرتز) گوش غیرآزمایشی برای ارزیابی بازشناسی گفتار استفاده از پوشش در گوش غیرآزمایشی لازم است.

یک قانون فرعی دیگر برای تعیین ضرورت پوشش در آزمونهای بازشناسی گفتار به شرح ذیل می‌باشد:

در صورتی که اختلاف بین سطح ارائه کلمات تک هجایی در گوش آزمایشی نسبت به SRT گوش غیرآزمایشی 35 دسی‌بل یا بیشتر باشد، برای ارزیابی WRT ارائه پوشش به گوش غیرآزمایشی ضروری است، چرا که آستانه‌های BC نمی‌توانند از آستانه‌های انتقال هوایی بدتر باشند.

نمودار 6C، نمونه‌ای از مواردی است که در ارزیابی بازشناسی گفتار استفاده از پوشش لازم است. همچنان که در این نمونه مشاهده می‌شود، سطح ارائه کلمات گفتاری گوش غیرآزمایشی حدود 85 دسی‌بل بدتر است، بنابراین ضرورت استفاده از پوشش به وضوح مشخص است، علاوه بر این سطح ارائه کلمات تک هجایی نسبت به SRT گوش مقابل نیز حدود 80 دسی‌بل HL بدتر است، و این مسئله نیز خود مؤید ضرورت انجام پوشش است. در مورد این بیمار برای انجام آزمون WRT گوش چپ، بایستی مقداری نویز به گوش راست ارائه شود.

تصویر 6

معضل پوشش (The Masking Dilemma)

نخستین بار naunton در سال 1960 پدیده معضل پوشش را تشریح نمود. معضل پوشش وقتی رخ می‌دهد که پوشاندن موثر گوش غیرآزمایشی امکان‌پذیر نباشد. هرگاه کم‌شنوایی انتقالی دو طرفه 35 دسی‌بل یا بیشتر وجود داشته باشد ممکن است به پدیده معضل برخورد نمائیم. با افزایش میزان کم‌شنوایی احتمال معضل نیز افزایش می‌یابد تا جایی که به میزان کاهش بین گوشی بیمار برسیم. از آنجائی که میانگین محدوده کاهش بین گوشی 55 تا 65 دسی‌بل می‌باشد، بنابراین معمولاً معضل پوشش برای اکثر افراد وقتی رخ می‌دهد که من‌شنوایی گوش غیرآزمایشی در حدود 55 تا 65 دسی‌بل باشد. البته باید به خاطر داشت که کاهش بین گوشی در حین پوشش برای افراد بسیار کم، در حد 40 دسی‌بل، در نظر گرفته می‌شود. نهایتاً می‌توان نتیجه گرفت کم‌شنوایی انتقالی دو طرفه در حد 40 دسی‌بل با پدیده معضل روبرو خواهیم شد. تصویر 13 ادیوگرام بیماری با کم‌شنوایی انتقالی دو طرفه متوسط تا شدید می‌باشد. با توجه به اینکه جزء انتقالی دو طرفه فراتر از 50 تا 55 دسی‌بل می‌باشد لذا احتمال برخورد به پدیده معضل ممکن است.

به طور مثال، برای محاسبه شروع ارائه نویز در گوش چپ باید:

$$AC_{nte} + SF = CF \text{ Starting Level}$$

$$55 + (10-15) = 80 - 85 \text{ dB dial setting}$$

درمورد این بیمار در صورت ارائه نویزی در حدود 80-85 دسی‌بل در حقیقت 65-70 دسی‌بل نویز موثر (80-85 منهای 15 دسی‌بل عامل تصحیح) ارائه خواهد شد. چنانچه کاهش بین گوشی این بیمار بین 55-65 دسی‌بل باشد نویز ارائه شده در گوش چپ تقاطع کرده و در گوش راست شنیده خواهد شد. در مورد این بیمار برای دستیابی به

سطح ترازه با ارائه نويز به گوش غيرآزمایشی آستانه گوش آزمایشی تغییر می‌کند و در حقیقت آستانه‌های گوش آزمایشی به آخرین محدوده شدتی دستگاه ادیومتر خواهند رسید و در این بیمار پس از ارائه نويز به هر کدام از گوش‌ها آستانه گوش مقابل تنزل پیدا می‌کند. چنین پدیده‌ای کاذب نیست چرا که آستانه‌های پوشش نیافته یکی از گوشها واقعی می‌باشد و در اینجا می‌گوئیم به پدیده معضل برخورد کرده‌ایم.

در صورت مواجهه با پدیده معضل آزمایشگر باید از گوشی‌های داخل گوشی استفاده نماید به دلیل این که گوشی‌ها میانگین کاهش بین گوش را تا حدود 80 دسی‌بل افزایش می‌دهند (جدول 4) و با افزایش میزان کاهش بین گوشی دست آزمایشگر در ارائه نويز بلندتر در گوش غيرآزمایشی باز است و نويز به گوش آزمایشی نخواهد رسید. یکی از روشهای دیگر ارزیابی آستانه انتقال استخوانی در صورت تردید در وجود معضل استفاده از روش SAL می‌باشد.

آزمون سطح حدت حسی - عصبی (Sensorineural Acuity Level Test, SAL)

Rainville در سال 1955 تکنیک جالبی برای ادیومتری انتقال استخوانی ابداع نمود. در این تکنیک وی به جای ارزیابی آستانه انتقال استخوانی از طریق ارتعاشگر و ارائه همزمان نویز از طریق گوشی با ارائه نویز از طریق ارتعاشگر استخوانی و ارزیابی آستانه انتقال هوایی آستانه انتقال استخوانی را بررسی نمود. (Tillman, Jerger (1960 این تکنیک را اصلاح کرده و تحت عنوان آزمون سطح حدت حسی - عصبی (SAL) عمومیت بخشیدند. در این روش، آستانه‌های انتقال هوایی با ارائه همزمان نویز باند باریک با شدت ثابت از طریق ارتعاشگر استخوانی به دست می‌آید و سپس این آستانه‌ها با آستانه‌های پوشش نیافته مقایسه می‌گردد و نهایتاً اختلاف بین آستانه انتقال هوایی پوشش یافته و پوشش نیافته با میانگین اختلاف آستانه انتقال هوایی در گروهی از افراد هنجار مقایسه می‌شود. در افتهای انتقالی همچون افراد هنجار تغییرات بارزی در آستانه‌ها ایجاد می‌شود در حالی که در کم‌شنوایی‌های حسی - عصبی تغییرات آستانه یا بسیار کم است یا اصلاً تغییری ایجاد نمی‌شود زیرا کم‌شنوایی در آستانه نویز و صوت خالص محدودیت ایجاد نموده است.

در اوایل روش SAL بسیار جذاب بود چرا که در این روش نیازی به حداقل و حداکثر پوشش موثر نبوده است ولی بعدها با توجه به عدم کارایی بالای این روش در فرکانسهای کم و میانه به علت وجود پدیده اثر انسداد در افراد هنجار و حسی - عصبی Jerger (1965) استفاده از گوشی‌های نسبتاً بزرگ که حجم نسبتاً زیادی هوا را شامل می‌گردند را توصیه نمود.

گوشی‌هایی از قبیل پدرسون نوع B-228A که مجهز به بلندگوهایی است که در 7 اینچی مجرای گوش قرار می‌گیرد مانع از ایجاد اثر انسداد می‌شوند ولی از معایب این گوشی‌ها عدم امکان کالیبراسیون فیزیکی آنها می‌باشد. بنابراین در صورت برخورد به مشکل پوشش بیش از حد در کم‌شنوایی‌های انتقالی دو طرفه برای بررسی آستانه حسی - عصبی می‌توان از آزمون SAL استفاده نمود.

در صورت مواجهه با آستانه‌های پوشش نیافته بدتر از 35 تا 50 دسی‌بل HL در افراد مبتلا به کم‌شنوایی انتقالی دو طرفه در صورت استفاده از گوشی‌های رایج ادیومتری احتمال برخورد با پدیده پوشش بیشتر از حد بالا می‌باشد و در این صورت با استفاده از گوشی‌های داخل گوشی به علت افزایش کاهش بین گوشی می‌توان بر این مشکل فائق شد. گوشی‌های داخل گوشی به گوشی‌هایی اطلاق می‌شود که در داخل مجرای شنوایی خارجی قرار می‌گیرند و باعث کاهش سطح تماس گوشی با مجسمه می‌گردند. در ضمن گوشی‌های داخل گوشی میزان اثر انسداد در فرکانسهای کم را کاهش می‌دهند.¹ گوشی‌های داخل گوشی باعث افزایش 30 تا 40 دسی‌بل در میزان کاهش

1 - Chaiklin, 1967.

بین گوشی می‌گردند¹. گوشی‌های داخل گوشی شامل دو نوع کم‌عمق (Shallow) و عمیق می‌باشد که نوع کم‌عمق معمولاً در قسمت عضروفی مجرا قرار می‌گیرد و حداقل افزایش 15 دسی‌بل در کاهش بین گوشی را سبب می‌گردند و نوع عمیق (Deep) که معمولاً در قسمت عمق مجرا واقع شده و حداقل میزان کاهش بین گوشی را 40 دسی‌بل افزایش می‌دهند.

مزایای استفاده از گوشی‌های داخل گوشی به قرار زیر می‌باشد:

1- معمولاً حدود 30 الی 40 دسی‌بل میزان کاهش بین گوشی را افزایش می‌دهند و میزان IA در فرکانسهای کم حدود 85-105 و در فرکانسهای زیاد حدود 60-95 دسی‌بل می‌باشد.

2- عدم ایجاد کلاپس (Collapse)

3- گوشی‌های ER-3A باعث کاهش بیشتر نویز زمینه و احساس راحتی بیشتر بیمار می‌گردد.

4- میزان کاهش بین گوشی در فرکانسهای گفتاری به میزان 68-84 دسی‌بل افزایش می‌یابد.

5- کاهش میزان اثر انسداد.

معایب استفاده از گوشی‌های داخل گوشی:

1- کالیبراسیون فردی (Subjective Cal)

2- پاسخ فرکانسی این گوشی‌ها بر حسب نوع کارخانه سازنده آنها فرق می‌کند.

1 - Zuislocki.

3- به علت متغیر بودن اندازه مجرای گوشی خارجی تعیین میزان دقیق کاهش

بین گوشی مشکل است چرا که از فردی به فرد دیگر مقدار آن متغیر است.

4- بعد از هر بار استفاده از گوشی‌های داخل گوشی باید تمیز گردند و سرومن

خارج شود.

نکاتی در زمینه استفاده از گوشی‌های داخلی:

1- مقادیر کاهش بین گوشی در فرکانسهای مختلف بدست آمده است که در حین

استفاده از این گوشی‌ها توجه به آن ضروری می‌باشد.

2- در صورتی که آستانه‌های صوت خالص AC یا گفتار (با استفاده از گوشی‌های

داخل گوشی) بیشتر از 50 دسی‌بل باشد، برای ارزیابی BC همیشه بایستی از

پوشش حداکثر استفاده نمود.

3- استفاده از فرمول سیلمن و سیلورمن در این مواقع توصیه می‌شود:

$$M_{\max} = BC_{te} + JA - 5$$

4- با سوال کردن از بیمار می‌توان به جهت شنیده شدن صدا پی برد.

خلاصه قوانین تعیین ضرورت پوشش

در مورد انتقال راه هوایی در صورتی که اختلاف آستانه راه هوایی گوش آزمایشی و راه

استخوانی گوش غیرآزمایشی (BC واقعی) برابر یا بزرگتر از کاهش بین گوشی (A)

باشد $[AC_{te} - BC_{nte} \geq IA]$ استفاده از پوشش لازم است. در ضمن بارز و مبرهن است

در صورتی که اختلاف آستانه انتقال هوایی دو گوش برابر یا بزرگتر از IA باشد شرط

بالا نیز در آن نهفته می‌باشد پس در این موقع نیز استفاده از پوشش لازم می‌باشد،

یعنی ؟

روشهای فرمولی پوشش

تا کنون روشهای فرمولی زیادی جهت اهداف زیر ابداع شده است:

1- تعیین زمان پوشش (Martin, 1974, 1959, ...)

2- تخمین میزان حداقل و حداکثر پوشش (Liden et al, 1959, ...)

3- تخمین راه‌حلهایی برای تشخیص حداکثر پوشش

نمونه‌ای از فرمول پوشش برای تعیین سطح پوشش حداکثر در طی ادیومتری گفتاری

توسط کانکل و بری¹ طراحی شده است که به قرار زیر می‌باشد:

$$EML = PLts + \frac{(ABG_{nte} - ABG_{te})}{2}$$

فرمول پوشش لیدن²

لیدن برای تعیین میزان حداقل و حداکثر پوشش راه استخوانی و هوایی فرمولهای زیر

را ارائه نموده است.

راه هوایی (AC)

$$M_{\min}^3 = AC_{te}^4 - 40^5 + ABG_{nte}^6$$

$$M_{\max} = BC_{te}^7 + 40$$

به شرطی که سطح نویز از سطح ناراحتی کمتر باشد

1 - Konkle & Berry, 1983.

2 - Liden.

3 - $M_{\min}$ = minimum Masking = حداقل پوشش

4 - $M_{\max}$ = maximum Masking = حداکثر پوشش

5 - 40 = Minimum IA

6 - ABG_{nte} = Air- Bone Gap of non test Eon.

7 - BC_{te} = Bone Conduction.

راه استخوانی (BC)

$$M_{\min} = BC_{te} + ABG_{nte}$$

$$M_{\max} = BC_{te} + 40$$

به شرطی که میزان نویز از سطح ناراحتی کمتر باشد.

از معایب روشهای فرمولی برای دانشجویان مبتدی می‌توان به وقت‌گیر بودن آن اشاره کرد. چرا که چنانچه آستانه‌های راه هوایی و استخوانی بیماری از فرکانسهای 250 هرتز تا 8000 هرتز نیاز به پوشش داشته باشند تقریباً 11 بار باید از فرمول استفاده نمود. از معایب دیگر روش فرمولی عدم کاربرد آن در کودکان سخت‌آزمون می‌باشد، چرا که در روشهای فرمولی اطلاع از میزان فاصله هوا – استخوان گوش غیرآزمایشی ضروری می‌باشد و همان‌طور که می‌دانیم ممکن است در این‌گونه بیماران (ABG_{nte}) ارزیابی راه استخوانی یا هوایی مقدور نباشد، به همین علت محققین استفاده از روشهای سایکواکوستیک را توصیه نموده‌اند.

روش سایکواکوستیک پوشش

سالیان زیادی روشهای مختلف سایکواکوستیک پوشش برای تعیین آستانه گوش آزمایشی استفاده شده است. هود در سال 1960 روش پلاتو را ابداع نمود که در این روش سه سطح پوششی مهم (تصویر 7) شامل حداقل نویز لازم¹، سطح ترازه یا پلاتو²،

1 - Minimum Necessary Masking.

2 - Plateau.

حداکثر نویز مجاز¹ می‌باشد. حداقل نویز لازم به کمترین شدت نویزی که مانع رخ دادن پدیده تقاطع احتمالی می‌شود اطلاق می‌گردد و به محدوده سطوح پوشش موثر مجاز در گوش غیرآزمایشی اصطلاحاً سطح ترازه اطلاق می‌گردد و به میزان نویزی که فرا رفتن از آن سطح باعث تقاطع نویز به گوش آزمایشی می‌شود حداکثر نویز مجاز گفته می‌شود. بنابراین اگر میزان نویز کمتر از حداقل نویز لازم باشد در محدوده پوشش کمتر از حد مجاز² قرار خواهد گرفت و چنانچه میزان نویز بیشتر از حداکثر نویز مجاز باشد نویز در محدوده پوشش بیشتر از حد مجاز³ خواهد بود.

پوشش کمتر از حد مجاز (Under Masking)

تغییرات قابل توجهی در اصطلاح حداقل پوشش موثر ایجاد شده است. به طور مثال لیدن و همکاران (1959)، از حداقل سطح پوشش موثر (Minimum Effective

1 - Maximum Permissible Masking.

2 - Under Masking.

3 - Over Masking.

(Masking و لیود و کاپلان (1978) از حداقل پوشش موثر (Minumum Effective Masking) و استودیوکر (1962) از اصطلاح حداقل سطح پوشش (Minimum Masking Level) استفاده نمودند. تمام اصطلاحات مذکور اشاره به حداقل نویز در گوش غیرآزمایشی دارد که از رخ دادن احتمالی پدیده تقاطع در گوش آزمایشی جلوگیری می‌کند و یا به عبارتی حداقل نویز لازم برای پوشش می‌باشد و نویز کمتر از این میزان را پوشش کمتر از حد مجاز می‌گویند.

در صورت رخ دادن پدیده پوشش کمتر از حد مجاز، خطر شنیده شدن سیگنال در گوش غیرآزمایشی وجود خواهد داشت چرا که در گوش غیرآزمایشی به اندازه کافی نویز ارائه نشده است. گاهی ممکن است چنین وضعیتی به صورت غیرعمدی ایجاد شود زیرا به علت عدم تنظیم دقیق وسایل پوشش موثر کمتر از حد برآورده شود. چنین خطاهایی می‌تواند دقت نتایج ادیولوژیک را تحت تاثیر قرار دهد.

به طور مثال، باتوجه به تصویر 6 می‌توان نتیجه گرفت که ارائه نویزی با سطح شدت 30 دسی‌بل در گوش غیرآزمایشی در محدوده نویز کمتر از حد مجاز قرار دارد.

تصویر 7-مثالی از ترازه

ترازه (The Plateau)

در پوشش محدوده شدت بین حداقل سطح پوشش مورد نیاز و سطح حداکثر نويز مجاز را ترازه (پلاتو) می‌گویند. به عبارتی با گذر از شروع ترازه مجاز بایستی که با

افزایش نويز در گوش غيرآزمایشی آستانه گوش آزمایشی ثابت باقی بماند و این نقطه به عنوان حداقل سطح پوشش لازم خوانده می‌شود. در سطوح شدتی بالاتر از شروع سطح ترازه همزمان با افزایش نويز در گوش غيرآزمایشی آستانه گوش آزمایشی به صورت خطی افزایش می‌یابد و این بدان معناست که در میزان نويز از حداکثر نويز مجاز فراتر رفته است.

در حقیقت سطح ترازه محدوده شدت‌های کافی از نويز می‌باشد که باعث تهیه آستانه‌های معتبر در گوش آزمایشی می‌شود.

تصویر 6 یافته‌های نمونه‌ای فرضی است که پهنای ترازه آن 25 دسی‌بل (35 تا 60 دسی‌بل) می‌باشد. همچنان که قابل رویت است در صورت ارائه نويزی با شدت کمتر از 35 دسی‌بل در گوش غيرآزمایشی نويز در محدوده پوشش کمتر از حد مجاز قرار می‌گیرد و با ارائه نويز با شدت بیشتر از 60 دسی‌بل نويز در محدوده پوشش بیشتر از حد مجاز واقع می‌شود.

پهنای سطح ترازه پوشش از بیماری به بیمار دیگر فرق می‌کند. اولین عامل تعیین کننده سطح ترازه سطح کاهش بین گوشی بیمار است. یعنی پهنای ترازه نمی‌تواند از مقدار کاهش بین گوشی هر بیمار بیشتر باشد. با توجه به جدول 4 نتیجه می‌گیریم میانگین کاهش بین گوشی برای گوشی‌های روگوشی استاندارد بین 55 تا 65 دسی‌بل می‌باشد که بر اساس فرکانس‌های مختلف فرق می‌کند. این یافته‌ها به طور ضمنی نشان می‌دهد میانگین ترازه پوشش داخل این محدوده قرار می‌گیرد.

پوشش بیش از حد مجاز (Over Masking)

پوشش بیش از حد مجاز وقتی رخ می‌دهد که شدت نویز در گوش غیرآزمایشی آنقدر بلند باشد که به گوش آزمایشی انتقال یافته و آستانه گوش آزمایشی را تحت تاثیر قرار دهد. تصویر 6 اثرات پوشش بیش از حد مجاز را نشان می‌دهد. با توجه به تصویر 6 با افزایش شدت نویز از 60 تا 85 دسی‌بل، آستانه تن خالص در گوش آزمایشی نیز به طور خطی افزایش می‌یابد. واضح است با ارائه نویز با شدت 65 دسی‌بل یا بیشتر از گوش غیرآزمایشی تقاطع پیدا کرده و باعث ضعیف‌تر شدن آستانه گوش آزمایشی می‌شود. هرگاه سطح نویز در گوشی غیرآزمایشی فراتر رود حتما پوشش بیش از حد رخ خواهد داد. (Martin, 1997).

روشهای خاص تعیین میزان نویز

واضح است که در صورت نیاز به ارائه پوشش به گوش غیرآزمایشی، آزمایشگران با محدوده وسیعی از شدت مواجه خواهند بود. نخستین سوال که با آن مواجه می‌شویم چگونگی تعیین سطح شروع پوشش می‌باشد.

تخمین سطح شروع پوشش

حداقل شدت لازم برای پوشش گوش غیرآزمایشی به کمترین شدتی اطلاق می‌شود که بتواند به طور کامل آستانه گوش غیرآزمایشی را تحت تاثیر قرار دهد و این سطح همان پوشش موثر می‌باشد. معمولاً برای شروع پوشش شدت نویز را مقدار کمی بالاتر از حداقل شدت لازم ارائه می‌شود. با اضافه نمودن عامل اطمینان 10 تا 15 دسی‌بلی، آزمایشگر نسبت به قرار گرفتن در سطح پوشش موثر اطمینان حاصل می‌کند. در حین آزمایش عوامل لازم برای تخمین سطح شروع پوشش در مورد آستانه انتقال صوت خالص شامل آستانه هوایی گوش غیرآزمایشی و عامل اطمینان 10 الی 15 دسی‌بلی می‌باشد. علاوه بر این، علیرغم تنظیم نویز دستگاه‌های ادیومتر بر اساس پوشش موثر (EM)، فاکتور اطمینان نیز به میزان نویز اضافه می‌گردد و پس از ارائه این میزان نویز به گوش غیرآزمایشی آستانه گوش آزمایشی بررسی می‌گردد.

همین موارد در مورد آزمون انتقال استخوانی نیز صدق می‌نماید. اگرچه، تنظیم آستانه انتقال استخوانی بر اساس گوشهای مسدود نشده استوار است و در صورت انسداد گوش در حین آزمایش بایستی نسبت به تاثیر اثر انسداد بر روی میزان نویز هوشیار بود.

به محض شروع ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی دو فرض احتمالی پیش رو خواهیم داشت (تصویر 7B و 7A). اولین فرض عبارتست از این که احتمال دارد پس از ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی تغییری در آستانه‌های گوش آزمایشی ایجاد نشود که دو دلیل برای این پدیده می‌توان ذکر نمود. نخستین احتمال عبارتست از اینکه ممکن است اصلاً پدیده تقاطع رخ نداده باشد یا به عبارتی آستانه‌های پوشش نیافته خود معتبر باشند و نیاز به ارائه نویز نبوده است.

در تصویر 7A سطح شروع نويز حدود 40 تا 45 دسی بل تخمین زده می شود. با ارائه نويز 10 الی 15 دسی بل بیشتر از سطح نويز در داخل سطح ترازه قرار می گیریم. در این مثال با ارائه نويز به گوش غیرآزمایشی آستانه گوش آزمایشی تغییر نکرده است. احتمال دیگر در مورد عدم تغییر آستانه های گوش آزمایشی با وجود ارائه نويز به گوش غیرآزمایشی ناکافی بودن میزان نويز برای جلوگیری از رخ دادن پدیده تقاطع می باشد. از تصویر 7A می توان فهمید در صورت ارائه نويز با شدت 25 تا 30 دسی بل به گوش غیرآزمایشی نويز در سطح ترازه قرار ندارد و برای رسیدن به سطح ترازه لازم است نويز افزایش یابد. در این مثال پاسخ های گوش آزمایشی واقعی نیست چرا که به حداقل پوشش موثر نرسیده ایم. روش های خاص تعیین سطح شروع نويز بعدا بحث می شود.

تعیین میزان نويز در ارزیابی آستانه انتقال هوایی صوت خالص

تصویر 8 (از A تا C) مثالهایی از لزوم انجام پوشش در مورد آستانه انتقال هوایی می باشد و بیانگر سه فرض احتمالی در مورد آستانه های پوشش یافته می باشد. همچنان که ملاحظه می فرمائید، در هر سه مثال آستانه انتقال هوایی پوشش نیافته گوش راست در فرکانس 2000 هرتز 55 دسی بل HL و آستانه انتقال هوایی گوش چپ 20 دسی بل HL و آستانه انتقال استخوانی گوش چپ 5 دسی بل HL می باشد از آنجایی که اختلافی 50 HL دسی بلی بین آستانه انتقال هوایی گوش راست و آستانه انتقال

هوایی 40 دسی بل است لذا هنگام ارزیابی آستانه انتقال هوایی استفاده از پوشش ضروری است.

در مورد این بیمار، هنگام ارزیابی آستانه انتقال هوایی گوش راست، سطح شروع ارائه نویز به گوش چپ باید در سطح پوشش موثر قرار گیرد یعنی 10 تا 15 دسی بل فراتر از آستانه گوش چپ باشد و از آنجایی که آستانه انتقال هوایی گوش غیرآزمایشی 10 دسی بل HL می باشد، سطح شروع پوشش باید در سطح پوشش موثر 20 تا 25 دسی بل آستانه (10 دسی بل HL به علاوه 10 تا 15 دسی بل عامل اطمینان) قرار گیرد.

نکته:

هنگام ارزیابی آستانه انتقال هوایی صوت خالص برای نخستین نویز با سطح شروع ارائه نویز، آستانه انتقال هوایی گوش غیرآزمایشی را با فاکتور تصحیح (Correction Factor=CF) (در صورت نیاز) و فاکتور اطمینان (SF) 10 تا 15 دسی بل جمع می کنیم.

سطح شروع نویز در مورد آستانه انتقال هوایی =

عامل اطمینان (15 dB تا 10) + عامل تصحیح + آستانه انتقال هوایی گوش
غیرآزمایشی

Starting Level (PTA ,A/C) = Threshold of the NTE + CF + Safety Factor (10to 15 dB)

در مورد این مثال برای محاسبه عامل تصحیح از جدول استفاده شده است، مواردی که
برای تخمین سطح شروع پوشش باید محاسبه شود به قرار زیر است:

$\text{A/C nte} + \text{Satety Factor (SF)} + \text{CF} = \text{سطح شروع نویز}$

$35-40\text{dB} = (10\text{ dB}) + (10-15\text{ dB}) + (15\text{dB})$

چگونگی محاسبه عامل تصحیح در بخشهای قبل همین فصل توضیح داده شده است.
به محض شروع ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی، میزان تاثیر نویز بر روی آستانه‌های
انتقال هوایی گوش آزمایشی بررسی می‌شود. یعنی همزمان با ارائه نویز به گوش
غیرآزمایشی آستانه‌های انتقال هوایی گوش آزمایشی ارزیابی می‌شوند.

باید به خاطر داشته باشیم پوشش مرکزی (Central Masking) آستانه‌های گوش
آزمایشی را به طور متوسط در حد 5 دسی‌بل تحت تاثیر قرار می‌دهد. در حقیقت
کاربرد چنین عاملی موقعی است که در صورت ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی
آستانه‌های گوش آزمایشی تغییری در حد 5 دسی‌بل، که ناشی از پوشش مرکزی است،
داشته باشند. هنگام ارائه پوشش ممکن است با سه پیش آمد مواجه شویم:

1- در آستانه‌های گوش آزمایشی هیچ تغییری ایجاد نشود.

2- آستانه‌های گوش آزمایشی در حد 5 دسی‌بل یا بیشتر تغییر کنند و در ضمن به

سطح ترازه نیز برسیم.

3- آستانه‌های گوش آزمایشی در حد 5 سی‌بل یا بیشتر تغییر کنند ولی به سطح

ترازه نرسیم.

4-

فرض اول: عدم تاثیر نويز بر روی آستانه انتقال هوایی نويز آزمایشی (تصویر 8A) در

صورت عدم تغییر آستانه انتقال هوایی گوش آزمایشی با وجود ارائه نويز می‌توان نتیجه

گرفت آستانه انتقال هوایی پوشش نیافته گوش آزمایشی معتبر بوده و بایستی به عنوان

آستانه پوشش نیافته ثبت گردد. در این مثال، اگر آستانه پوشش یافته 55 یا 60

دسی‌بل باشد، این آستانه واقعی بیمار است و بایستی به عنوان آستانه پوشش یافته بر

روی برگه ادیوگرام ثبت گردد. (مثال: نمودار 8A).

تصویر 8-

فرض دوم: ایجاد تغییرات 5 دسی‌بلی یا بیشتر در آستانه انتقال هوایی گوش آزمایشی و رسیدن به سطح ترازه (نمودار 8A).

در صورت تغییر آستانه در حد 10 دسی‌بل یا بیشتر پس از شروع ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی باید سطح ترازه پوشش مشخص گردد که برای محاسبه سطح ترازه مراحل زیر باید طی شود:

1- ارزیابی مجدد آستانه گوش آزمایشی با اضافه نمودن شدت در گامهای 5 دسی‌بلی

2- به محض پاسخ به سیگنال صوت خالص، بایستی نویز در گامهای 5 دسی‌بل اضافه شود و مجدداً آستانه گوش آزمایشی ارزیابی گردد.

3- این روش آنقدر ادامه می‌یابد تا اینکه با وجود افزایش 3 گام 5 دسی‌بلی در میزان ارائه نویز تغییری در آستانه صوت خالص گوش آزمایشی ایجاد نشود.

4- به محض رسیدن به سطح ترازه، آستانه پوشش یافته پیدا شده است.

برای محاسبه اثر پوشش مرکزی، به اندازه 5 دسی‌بل از آستانه‌ای پوشش یافته کسر گردیده و سپس این مقدار به عنوان آستانه پوشش یافته در برگه ادیوگرام ثبت می‌گردد.

نکته:

برخی آزمایشگران برای رسیدن به سطح ترازه از گام‌های 5 دسی‌بلی استفاده می‌کنند در حالی که برخی دیگر استفاده از گام‌های 10 دسی‌بلی را ترجیح می‌دهند.

همچنان که در تصویر 8B می‌توان دید، با ارائه نویز 35 دسی‌بلی به گوش غیرآزمایشی، آستانه پوشش نیافته 35 دسی‌بل HL به 70 دسی‌بل HL می‌رسد (با 20 دسی‌بل پوشش موثر). با افزایش میزان نویز در گوش غیرآزمایشی (گوش چپ)، آستانه گوش راست (گوش آزمایشی) به 75 دسی‌بل HL می‌رسد و با افزایش نویز تا حد 40 تا 50 دسی‌بل HL نیز آستانه گوش آزمایشی تغییری نمی‌کند. در این لحظه به سطح ترازه رسیده‌ایم و آستانه پوشش یافته 75 دسی‌بل HL می‌باشد. باید تصحیح 5 دسی‌بل در مورد اثر پوشش مرکزی صورت پذیرد و در نهایت باید آستانه پوشش یافته 70 دسی‌بل HL در روی برگه ادیوگرام ثبت شود.

فرض سوم: تغییر 5 دسی‌بلی یا بیشتر آستانه گوش آزمایشی و عدم دستیابی به سطح ترازه (تصویر 8C).

پیش آمد دیگر عبارتست از اینکه ممکن است با افزایش شدت نویز آستانه گوش آزمایشی نیز افزایش یابد و به انتهای محدوده شدت ادیومتر برسیم ولی به سطح ترازه

نرسیم. بدین معنی که محرک ارائه شده در گوش آزمایشی به طور پیوسته به گوش غیرآزمایشی تقاطع می‌کند و در صورت رخ دادن چنین پدیده‌ای پیش‌بینی می‌شود آستانه‌های گوش آزمایشی فراتر از خروجی‌های دستگاه می‌باشد و بنابراین از شاخص‌های عدم پاسخ (Noreponse) برای ثبت آستانه‌های گوش آزمایشی در آخرین محدوده شدتی ادیومتر استفاده می‌کنیم (تصویر 8C).

تعیین میزان نویز مورد نیاز برای پوشش آستانه انتقال استخوانی

عواملی که در تعیین سطح شروع نویز در مورد آستانه انتقال استخوانی دخالت دارند همانند همان عواملی است که در مورد پوشش آستانه انتقال هوایی ذکر شد به جز اینکه باید میزان اثر انسداد به مقدار نویز محاسبه شده اضافه شود.

از آنجائی که گوشی ارائه نویز بر روی گوش غیرآزمایشی قرار می‌گیرد و با توجه به صفر بودن حداقل کاهش بین گوشی برای انتقال استخوانی، آستانه‌های پوشش یافته ممکن است تحت تاثیر اثر انسداد واقع شوند. جدول 6 میانگین اثر انسداد در فرکانسهای 250 هرتز، 500 هرتز و 1000 هرتز به ترتیب 20 دسی‌بل، 15 دسی‌بل و 5 دسی‌بل

می‌باشد

تصویر 8

جدول 6- میانگین اثر انسداد (dB) برای افراد هنجار

سطح شروع آستانه انتقال استخوانی برابر است با مجموع آستانه گوش غیرآزمایشی، عامل تصحیح (در صورت لزوم)، عامل اطمینان 10 تا 15 دسی‌بل و اثر انسداد (در صورت لزوم).

سطح شروع ارائه نویز در مورد آستانه انتقال استخوانی = آستانه هوایی گوش
غیرآزمایشی + عامل تصحیح + عامل اطمینان + اثر انسداد

Starting Level (PT/ BC) = threshold of the nte+ CF + safety Factor (10-15 dB) + OE

تصویر 8 از A تا C مثالهایی از مواردی است که پوشش لازم دارند و سه فرضیه (پیش آمد) مختلف در مورد یافته‌های پوشش را در بر دارد. در مورد هر سه مثال آستانه پوشش یافته AC هر سه فرکانس 500 هرتز 70 دسی‌بل HL برای آستانه AC و BC می‌باشد. از آنجایی که بین آستانه AC و BC گوش راست اختلافی در حد 65 دسی‌بل وجود دارد و این اختلاف بیشتر از 10 دسی‌بل است بنابراین برای ارزیابی آستانه BC گوش راست باید گوش چپ را با ارائه نویز پوشاند.

در این مثال فرض بر این است که همان ادیومتری استفاده شده است که عامل تصحیح آن در جدول 6-1 آمده است. عواملی که برای محاسبه سطح شروع نویز در ارزیابی BC گوش راست در فرکانس 500 هرتز لازم است بر شرح ذیل می‌باشد:

$AC_{nte} + SF + CF + OE = \text{Starting Level}$

سطح نویز $(10 \text{ dB}) + (10 - 15 \text{ dB}) + (10 \text{ dB}) + (15 \text{ dB}) = 45 - 50 \text{ dB}$

همان طور که می‌دانید اضافه کردن 15 دسی‌بل به خاطر اثر انسداد مربوط به فرکانس 500 هرتز می‌باشد. همانند آزمون AC، در مورد آزمون BC نیز با ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی سه رویداد مختلف است رخ دهد.

نخستین حالت: با ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی آستانه انتقال استخوانی گوش آزمایشی بیشتر از 5 دسی‌بل تغییر می‌کند (نمودار 8A-2). در صورت ارائه نویز و مشاهده تغییر کمتر از 5 دسی‌بل در آستانه پوشش نیافته می‌توان آستانه پوشش نیافته

را به عنوان آستانه واقعی و با علامت پوشش بر روی برگه ادیوگرام ثبت نمود. در مثال 8A-12 آستانه پوشش یافته در حقیقت 5 یا 10 دسی بل HL می باشد.

دومین حالت: همزمان با ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی آستانه انتقال استخوانی گوش آزمایشی 5 دسی بل یا بیشتر تغییر کرده و در ضمن به سطح ترازه نیز برسیم (8B-12). در مثال 8B-12 در صورت شروع ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی آستانه BC از 5 دسی بل HL به 20 دسی بل HL تغییر می کند و همزمان با افزایش نویز در گام های 5 دیس بلی باقی می ماند که این مسئله خود مبین رسیدن به سطح ترازه می باشد. با در نظر گرفتن اثر پوشش مرکزی، آستانه BC پوشش یافته به میزان 40 دسی بل HL بر روی برگه ادیوگرام ثبت می شود.

شکل

سومین حالت: با ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی آستانه BC گوش آزمایشی 5 دیس بل یا بیشتر تغییر می کند ولی به سطح ترازه نمی رسیم. (تصویر 8C-12). سومین حالت ممکن در پوشش انتقال استخوانی عبارتست از اینکه ممکن است با ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی آستانه BC گوش آزمایشی حداکثر شدت چرخه ادیومتر نیز به سطح ترازه نرسد. تصویر 8C-12 مثالی از این مورد می باشد. با ارائه نویز همزمان با

افزایش میزان نویز از 40 یا 45 دسی بل به 90 دسی بل آستانه BC نیز افزایش می یابد. از آنجایی که با ارائه نویز 90 دسی بلی بیمار به آخرین شدت سیگنال ارائه شده از طریق مرتعش کننده استخوانی (60 دسی بل HL) پاسخ نمی دهد، در این مورد با استفاده از ثبت نشانه «عدم پاسخ» روی 60 دسی بل نتیجه آزمایش بر روی برگه ادیوگرام ثبت می شود.

تعیین میزان نویز در ارزیابی آستانه بازشناسی گفتار (SRT) چگونگی تخمین میزان نویز مورد نیاز برای پوشش SRT با اختلاف کمی همانند PTA می باشد. روش پیشنهادی برای پوشش SRT روش (Subtraction) می باشد¹. در این روش، ابتدا باید حداقل کاهش بین گوشی بیشتر باشد. با اضافه کردن عامل اطمینان 10 دسی بل به نویز از تغییرات بین کاسته می شود. سطح شروع نویز در ارزیابی SRT برابر است با آستانه SRT منهای 35 دسی بل [که در حقیقت 35 دسی بل از کم کردن حداقل کاهش بین گوشی (45 دسی بل) از عامل اطمینان (10 دسی بل) است].

نکته: برای تخمین سطح شروع نویز در آزمون SRT 25 دسی بل از آستانه SRT گوش آزمایشی کم کرده و میزان AEG گوش غیرآزمایشی را به آن اضافه می نمائیم. (در صورتی که گوش غیرآزمایشی افت انتقال داشته باشد).

1 - Studebaker, 1979.

سطح شروع نویز در آزمون SRT = آستانه گوش آزمایشی - 35 dB* + میانگین فاصله
هوا-استخوان گوش غیرآزمایشی

$$\text{Starting Level (SRT)} = \text{PL SRT}_{te} - 35 \text{ dB}^* + \text{Average ABG}_{nte}$$

* (45 dB Minimum Interaural Attenuation Level- Safety Factor)

شکل

نمودارهای A,B 9-12 مثالهایی از پوشش SRT در دو مورد مختلف است که در مورد
A گوش غیرآزمایشی واجد ABG و در مثال B گوش غیرآزمایشی فاقد ABG
می باشد. در هر دو مثال فوق عامل تصحیح بر اساس جدول 2 صورت پذیرفته است.

درمورد مثال 12-6A از آنجایی که ABG وجود ندارد برای محاسبه سطح شروع ارائه نویز از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$PL(TE) - IASRT + CF + AVg.ABG_{nte} = \text{Starting Level SRT}$$

$$75 \text{ dBHL} - 35 \text{ dBHL} + 10 + 0 = 50 \text{ dB} - \text{dial setting}$$

بنابراین برای شروع پوشش باید 50 دسی‌بل نویز به گوش غیرآزمایشی ارائه شود و سپس آستانه BC گوش آزمایشی بررسی گردد. همانند پوشش در آزمایشهای AC و BC در مورد SRT نیز پس از ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی ممکن است 5 SRT دسی‌بل یا کمتر تغییر نماید و در ضمن به سطح ترازه نیز برسیم و یا ممکن است SRT تا آخرین محدوده شدتی ادیومتر تنزل یابد. به هر حال در صورت به دست آوردن نتیجه SRT باید در برگه ادیوگرام میزان SRT پوشش ثبت گردد.

هنگام ارائه نویز در صورت مشاهده ABG محدوده در فرکانسهای گفتاری گوش غیرآزمایشی باید به تاثیر آن در پوشش توجه کرد. مثال 12-9B نمونه از چنین موارد می‌باشد و برای محاسبه سطح شروع نویز آستانه SRT یا 5 دسی‌بل یا کمتر تغییر می‌کند و به سطح ترازه نیز می‌رسیم یا SRT تغییر کرده و به آخرین محدوده ادیومتر می‌رسیم. در هر صورت نتایج باید در برگه ادیوگرام ثبت شود.

تصویر

تعیین سطح نویز در مورد آزمون بازشناسی گفتار

پوش در مورد آزمون بازشناسی گفتار (WRT) همچون آزمون SRT با روش اکوستیک (Acoustic Method) صورت می‌پذیرد. اگرچه، برخلاف آزمونهای دو سطح آستانه، سطح شدت ارائه محرک در حین آزمون بازشناسی گفتار ثابت باقی می‌ماند و بنابراین سطح شدت نویز در کل یکسان می‌باشد. اختلاف دیگری که بین پوشش در دو آزمون SRT و WRT وجود دارد افزایش عامل اطمینان تا حد 20 دسی‌بل می‌باشد¹. سطح شدت نویز در گوش غیرآزمایشی از کم کردن سطح ارائه کلمات تک هجایی در گوش آزمایشی و 25 دسی‌بل حاصل می‌گردد. و این عدد 25 از کم کردن حداقل کاهش بین گوشی (45 دسی‌بل HL) از عامل اطمینان (20 دسی‌بل) به دست آمده است.

نکته:

برای محاسبه سطح شروع نویز در پوشش آزمون بازشناسی لغات 25 دسی‌بل از سطح شدت ارائه کلمات در گوش آزمایشی کم کرده و در صورت مشاهده مشکل انتقالی در

1 - Studebaker, 1979.

گوش غیرآزمایشی میانگین ABG فرکانسهای گفتاری گوش غیرآزمایشی را به آن اضافه نمائید.

Starting Level = PL (TE)- 25dB* + AVg.ABG_{nte}(word recognition tests)

- (45dB Minimum interaural attenuation level- 20dB safety factor)
-

در آزمون WRT همانند آزمون SRT در صورت وجود جزء انتقالی در گوش غیرآزمایشی باید میانگین ABG در فرکانسهای 500، 1000 و 2000 هرتز را محاسبه نموده و به سطح نویز اضافه شود.

تصویر 12-10 A,B مثالهایی از پوشش در آزمون بازشناسی لغات می باشد. در مورد هر دو مثال فوق عامل تصحیح جدول 2 استفاده شده است. در مثال 12-10A در فرکانسهای گفتاری ABG وجود ندارد سطح نویز از فرمول زیر محاسبه می شود.

$Pl_{te} - IA \text{ SRT} + CF + AVg. ABG_{nte} = \text{Masking Level (word intel)}$

$80\text{dB HL} - 25 + 10 + 0 = 65 \text{ dB dial setting.}$

شکل

نویز 65 دسی بل به گوش غیر آزمایشی ارائه شده و سپس میزان بازشناسی لغات گوش آزمایشی بررسی می شود و سپس نتایج بررسی ادیوگرام ثبت می شود. تصویر 10B-12 نمونه ای از پوشش در آزمون بازشناسی لغات است که در گوش غیرآزمایشی ABG وجود دارد و سطح ارائه نویز از فرمول زیر حساب می شود:

$Pl_{te} - IA\ SRT + CF + AVg. ABG_{nte} = \text{Masking Level (word intel)}$

80dB HL – 25 +10 + 25= 90 dB dial setting.

در این مثال باید 90 دسی بل نویز به گوش غیرآزمایشی ارائه شود و درصد بازشناسی لغات گوش آزمایشی محاسبه شده و سپس نتیجه در برگه ادیوگرام ثبت گردد.

روشهای توصیه شده پوشش

روش پوشش آستانه های راه هوایی (AC):

1- ارزیابی آستانه های راه هوایی گوش آزمایشی (بدون پوشش)

2- مقایسه آستانه های راه هوایی گوش آزمایشی با آستانه های راه استخوانی و

هوایی گوش آزمایشی با آستانه های راه استخوانی و هوایی گوش غیرآزمایشی،

جهت بررسی و تعیین ضرورت پوشش (زیرا در صورت مشاهده

$AC_{te}-AC_{nte} \geq IA$ یا $AC_{te}-BC_{nte} \geq IA$ انجام پوشش ضروری است)

3- سطح اولیه پوشش در گوش غیرآزمایشی برابر است با آستانه‌های راه هوایی

گوش غیرآزمایشی به اضافه 15 دسی‌بل.

4- در گام اول پوشش باید آستانه راه هوایی آزمایشی در حضور نویز ارزیابی شود.

5- در صورت پاسخ به سیگنال گوش آزمایشی، بایستی سطح شدت نویز 5 دسی‌بل اضافه شود.

6- در صورت عدم پاسخ به سیگنال گوش آزمایشی همزمان با ارائه نویز، سطح شدت سیگنال در گام‌های 5 دسی‌بل افزایش می‌یابد تا جایی که بیمار به سیگنال پاسخ دهد.

7- مراحل 5 و 6 آنقدر تکرار می‌شود تا با افزایش 3 گام 5 دسی‌بل به نویز سطح آستانه هوایی گوش آزمایشی ثابت بماند. در این هنگام اصطلاحاً گفته می‌شود به سطح ترازه¹ (Plateau) رسیده‌ایم.

8- در این هنگام آستانه با علامت و نشانه مخصوصی پوشش بر روی برگه ادیوگرام ثبت می‌شود (طبق نظر (ASHA) در سال 1991 گوش راست را با علامت Δ و گوش چپ را با علامت $\square$ است). قابل ذکر است یادداشت سطح نهایی نویز در برگه ادیوگرام ضروری می‌باشد.

روش توصیه شده برای پوشش انتقال استخوانی

1 - R. K. Beedle, 1971.

1) آستانه انتقال استخوانی گوش آزمایشی را بدون استفاده از پوشش بدست می‌آوریم.

2) اگر شرط ضرورت استفاده از پوشش (یعنی $AC_{te} - BC_{nte} > 10$) در آن صدق می‌کند استفاده از پوشش ضروری است و باید مراحل زیر را طی نمود.

3) برای تعیین نخستین میزان نویز از فرمول $AC_{nte} + OE + 15 \text{ dB}$ استفاده می‌شود (البته باید توجه داشت که در مواردی گوش غیرآزمایشی مشکل انتقالی دارد اثر انسداد صفر می‌باشد).

4) در گام اول پوشش باید راه استخوانی گوش آزمایشی همزمان با ارائه نویز در گوش غیرآزمایشی به دست می‌آید.

5) در صورت پاسخ به سیگنال گوش آزمایشی، بایستی سطح شدت نویز 5 دسی‌بل اضافه شود.

6) در صورت عدم پاسخ به سیگنال گوش آزمایشی، همزمان با ارائه نویز، سطح شدت سیگنال در گام‌های 5 دسی‌بل افزایش می‌یابد تا جایی که بیمار به سیگنال پاسخ دهد.

7) مراحل 5 و 6 آنقدر تکرار می‌شود تا با افزایش 3 گام 5 دسی‌بلی به نویز سطح آستانه راه استخوانی گوش آزمایشی ثابت بماند. در این هنگام اصطلاحاً گفته می‌شود به سطح ترازه (Plateau) رسیده‌ایم.

8) در این هنگام آستانه با علامت و نشانه مخصوص پوشش انتقال استخوانی روی برگه ادیوگرام ثبت می‌گردد. (طبق نظر ASHA در سال 1991، گوش راست را با علامت [و گوش چپ را با علامت]).

قابل ذکر است یادداشت آخرین سطح نویز در برگه ادیوگرام ضروری می‌باشد.

روش توصیه شده برای پوشش در آزمون دریافت گفتار

1) به دست آوردن SRT بدون پوشش

2) بررسی آستانه دریافت گفتار گوش آزمایشی با استفاده از یکی از فرمولهای زیر:

$$SRT_{te} - SRT_{nte} > IA$$

$$SRT_{te} - BBC_{nte} > IA$$

$$SRT_{te} - ABG (500, 1000, 2000)_{nte} > IA$$

BBC= Best Bone Conduction

ABC= Average Bone Conduction

$$IA = 40^1 \text{ or } 45^2$$

3) توصیه شده است که هنگام ارائه نویز برای پوشش آزمون SRT بایدنویز حداکثر

30 دسی‌بل کمتر از سطح شدت SRT باشد و هنگامی که گوش آزمایشی افت

حسی عصبی داشته باشد و گوش غیرآزمایشی مشکلی انتقالی میزان نویز مورد

دستگاه از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Masking} = SRT_{te} - 30 + ABG = nte$$

1 - Essential.

2 - Katz & Rosser.

4) اگر SRT تغییر کرد، میزان نویز نیز باید اضافه شود.

5) در صورت ارائه پوشش در ارزیابی SRT بایستی قبل از ثبت نتایج به کم کردن

5 دی‌بل ناشی از عامل پوشش مرکزی توجه نمود.

سطح راحتی شنوایی ("MCL", Most Comfortable Level)

در ارزیابی سطح راحتی شنوایی باید از گفتاری پیوسته استفاده نمود. استفاده از گفتار مثل آنچه که برای ارزیابی SRT یا SDT استفاده می‌شود عملاً برای این کار مفید است. شرط لزوم پوشش عبارتست از اینکه اگر اختلاف سطح راحتی شنوایی گوش آزمایشی با بهترین آستانه انتقال استخوانی فرکانسهای گفتاری گوش غیرآزمایشی اختلافی برابر یا بیشتر از IA داشته باشد ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی برای ارزیابی سطح راحتی شنوایی ضروری است یا به عبارتی اگر

$$MCL_{te} - Best BC_{nte} > IA$$

باید نویز به گوش غیرآزمایشی ارائه گردد و میزان حداکثر نویز مجاز از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$Max Masking = BC_{te} + IA$$

سطح ناراحتی شنوایی

در ارزیابی سطح ناراحتی شنوایی معمولاً از پوشش استفاده نمی‌شود ولی در صورت استفاده از پوشش تعیین لزوم و میزان پوشش مثل MCL است.

$$PBHL_{te} - Best BC_{nte} > IA$$

$$EM = PBHL_{te} - IA + ABG_{nte}$$

گوشی‌های داخل گوشی

در حال حاضر در شنوایی‌شناسی از گوشی‌های داخل گوشی از قبیل ER-3A استفاده می‌شود. این گوشی‌ها نسبت به گوشی‌های سوپر اورال دو مزیت دارند که عبارتند از:

(2) افزایش کاهش بین گوشی

(3) کاهش اثر انسداد

نتایج تحقیقات Denenberg, Skave (1978) بر روی میزان کاهش بین گوشی در گوشی‌های داخل گوشی ER-3A در جدول 5-9 آمده است. همان طور که قبلاً ذکر شد است در صورت استفاده از گوشی‌های سوپرا اورال حداقل میزان کاهش بین گوشی 40 دسی‌بل در نظر گرفته می‌شود ولی در صورت استفاده از گوشی‌های داخل گوشی حداقل میزان کاهش بین گوشی به 70 دسی‌بل می‌رسد و بنابراین در صورت ارائه نویز به گوش غیرآزمایشی، میزان نویزی که به گوش آزمایشی خواهد رسید کاهش می‌یابد و در واقع کمتر به پدیده پوشش بیش از حد مجاز برخورد خواهیم کرد.