فصل اول

پیشگیری از کم شنوایی در موسیقی دانها

و معرفی مشکلات آنها

نویز صنعتی و موسیقی :

موسیقی و نویز های صنعتی شباهت ها و تفاوت های بارزی با یکدیگر دارند . بسته به نوع ابزار موسیقی، شکل طیفی و تمرکز انرژی آن با طیف نویز صنعتی، مشابه می باشد. این در مورد ابزارهای wood wind،brass، گفتاری و زهی صدق می کند.با اینکه این در مورد ابزارهای زدنی مثل طبل یا سنج صادق نمی باشد ولی طیف انرژی این ابزارالات بیشتر با طیف نویزی ماشین آلات ضربه ای (جایی که یک صدای ناگهانی با طیف پهن باندی از اجزای انرژی فرکانس بالای مشخص تولید می شود) سازگار شده است . طیف انرژی نویزهای صنعتی در ناحیه ی فرکانس های پایین و مقدار کمی انرژی در فرکانس های بالاتر از ۱۵۰۰ Hz می باشد در مقابل بیشتر اشکال موسیقی دارای طیف پهن باندی از فرکانس های بالا می باشند، که شدت آنها از فرکانس های پایین اصلی بیشتر است . با این حال غیرمعمول نیست که طیف نویز صنعتی و موسیقی از لحاظ شدت و فرکانس در بسیاری از موارد مشابه باشد. در بسیاری از موارد فقط تاریخچه گیری از مراجعه کننده می تواند نشانه هایی از اتیولوژی کم شنوایی را فراهم کند. موسیقی و نویز همچنین در دو اصطلاح، سطح کلی شدت و محدوده ی پویایی، با یکدیگر تفاوت اساسی دارند. ابزارهای موسیقی محدوده ی پویایی تا ۱۰۰dB دارند (از صداهای آرام طبل تا صدای موسیقی زدنی). با استفاده از ترمینولوژی سمعک های مدرن، ابزارآلات موسیقی می توانند عمق مدولاسیون تا ۱۰۰dB داشته باشند (و میزان مدولاسیون بیشتر از ۱۰۰Hz) یعنی محدوده ی پویایی می تواند تا ۱۰۰dB باشد و شدت می تواند تا ۱۰۰ دور در ثانیه متفاوت باشد. موسیقی کلامی می تواند مدولاسیون ۲-۱۰Hz داشته باشد، با حجم آوازی که بین ۴-۶Hz است (Chung, ۲۰۰۴). در مقابل، نویز صنعتی (واکثر منابع نویز)، میزان مدولاسیون پایین تری دارند (کمتر از ۲Hz) و تقریباً عمق مدولاسیون بسیار کمی دارند (یعنی تفاوت شدتی بین اجزای شدتی بالا و پایین نویز خیلی کم است). با این وجود نویز صنعتی می تواند دوره های شدتی بالاتر و طولانی تر نسبت به آنچه که به طور

معمول در موسیقی یافت می شود ، داشته باشد. موسیقی تمایل دارد محدوده ی بزرگتری با دوره های کوتاهی از سکوت نسبی داشته باشد که توسط دوره هایی از شدت های بالاتر دنبال می شود. اختلاف بین موسیقی و نویز بیشتر در حوزه ی محدوده ی پویایی شدت وخصوصیات زمانی است تا در شکل طیفی یا اندازه گیری قله شدتی.

"Wagner's"RingCycle (mp&CaHorstman,۱۹۹۲) شدت بالایی مشابه محیط های صنعتی دارد و برخی ازاشکال موسیقی فولک وجاز شدتی مشابه یک محیط اداری با رفت وآمد زیاد دارند.

جدول ۱-۱ ازکارهای Camp & Horstman اقتباس شده است (براساس قطعه های با شدت بالای موسیقی کلاسیک می باشد) که سطوح شدتی را در حرکات با سطح شدت بالای موسیقی نشان می دهد (Gotterdammerung).

جدول ۲-۱ که ازکارهای Chasin ۲۰۰۶ اقتباس شده است، مقادیرشدتی رنج وسیعی از ابزارآلات موسیقی را که در یک صفحه ی افقی درفاصله ی ۳ متری اندازه گیری شده اند، نشان می دهد. همه ی این مقادیراندازه گیری شده برای ابزارهای خاص، دریک محیط موسیقیایی معمول است که واحد اندازه گیری آنها dBA می باشد.

جدول ۱-۱: اندازه گیری قله SPL در طی حرکات پرشدت موسیقی در برخی از قطعه های موسیقی کلاسیک

Instrument	*Peak Levels (dB SPL)*
French horn	107
Bassoon	102
Trombone	108
Tuba	110
Trumpet	111
Violin	109
Clarinet	108
Percussion	>120

جدول ۲-۱: اندازه گیری مقادیرشدتی تعداد زیادی ازابزارهای موسیقیایی در یک صفحه ی افقی درفاصله ی ۳ متری

Musical instruments at 3 meters (at 0° azimuth)	*dBA*
Normal piano practice	60–90
Loud piano practice	70–105
Keyboards (electric)	60–110
Vocalist	70–85
Chamber music (classical)	70–92
Violin/viola (near left ear)	85–105
Violin/viola	80–90
Cello	80–104
Acoustic bass	70–94
Clarinet	68–82
Oboe	74–102
Saxophone	75–110
Flute (near right ear)	98–114
Flute	92–105
Piccolo (near right ear)	102–118
Piccolo	96–112[1]
French horn	92–104
Trombone	90–106
Trumpet	88–108
Tympani and bass drum	74–94
Percussion (at left ear near high hat)	68–94; peak 125 dB SPL
Amplified guitar (using in-ear monitoring)	100–106
Amplified guitar (using wedge loudspeaker monitoring)	105–112
Symphonic music	86–102
Amplified rock music	102–108
MP-3 player (volume 6/10)	94
MP-3 player (full-on volume)	105

فاکتورهای مؤثر بر کم شنوایی :

مطالعات زیادی تأثیر قرارگیری درمعرض نویز را براساس مدل های حیوانی (که PTS ایجاد شده بود) و یا مدل های انسانی که تحت شرایط آزمایشگاهی کنترل شده بودند (که TTS ایجاد شده بود)، بررسی کرده اند. همانطور که می دانیم TTS به طور معمول در ۱۸-۱۶ ساعت بعد از در معرض قرارگیری بهبود می یابد اما وزوز ممکن است چندین روز ادامه داشته باشد. TTS همانند PTS در نیم اکتاو بلاتر از فرکانس محرک آسیب رسان اتفاق می افتد و در گوش هایی که از محافظ گوش استفاده نمی کنند فرکانس محرک آسیب رسان نزدیک فرکانس رزونانس کانال گوش خارجی طبیعی بین ۲۷۰۰-۳۰۰۰Hz می باشد. TTS و PTS ابتدا در منطقه ی ۶-۳ KHz ظاهر می شوند، اگرچه غیرمعمول نیست که ناچ تا فرکاس بالای ۸KHz درادیوگرام ادامه داشته باشد (به خصوص برای نوازنده های ویولون و Picollo). Mills و همکارانش (۱۹۸۳) دریافتند که در محرکات فرکانس پایین (زیر۵۰۰Hz)، TTS بدون توجه به فرکانس دقیق محرک، در منطقه ی ۷۵۰-۳۰۰Hz اتفاق می افتد. در اواسط سال ۱۹۶۰، CHABA تلاش کرد تا یک ارتباط قابل پیش بینی بین TTS و PTS تخمین بزند. آنها به این نتیجه رسیدند که اگرهرتک باند (منفرد) از میزان آسیب رسانی مشخص شده اش فراتر رود نویز به طور بالقوه ای ناامن در نظر گرفته می شود. این تحقیق منجر به بسط یک سری معیارهای آسیب رسانی خطر (DRC) شد. حال اگر سطوح نویز اندازه گیری شده به مقدار DRC نرسد، آسیب رسان نخواهد بود. در این مورد، چندین فرضیه ایجاد شده است : آ) دوره های سکوت منظم، خطر را کاهش می دهد . ب) بهبود TTS فقط به بزرگی محرک بستگی دارد . CHABA بحث هایی از "on fraction rule" گزارش کرد، به عنوان مثال یکی از موارد این قانون این است که پیش بینی می کند[1] اگر مدت زمان قرار گیری در معرض نویز به میزان نیمی از کل زمان در معرض قرار گیری باشد،

میزان TTS نیمی از آنچه است که اگر نویز ادامه داشته باشد ، پیش بینی خواهد شد. همانطور که گفتیم آسیب می تواند بوسیله ی تناوب محرک، کمتر شود . Melnick (۱۹۹۱) همچنین نشان داد که بهبود TTS به بزرگی و مدت زمان قرار گیری در م عرض نویز بستگی دارد. در یک دهه بعد Dixon Ward (Ward, Cushing, Burns, ۱۹۷۶) که یکی از اعضای CHABA بود بسط و توسعه ی بیشتری از حدود " سکوت مؤثر" (سطوحی که هیچ TTS ایجاد نمی کند) را گزارش کرد که به طور مشخصی نسبت به آن چیزی که توسط CHABA بیان شده بود، کمتر بود. دوره های سکوت به کار گرفته می شود تا مقدار آسیب پیش بینی شده را کاهش دهد . تخمین سکوت مؤثر در جدول ۳-۱همراه با محدوده ی شدتی اندازه گیری شده در سه بخش ابزاری کلاسیک نشان داده شده است. ملاحظه می کنید که هر سه گروه ابزاری از سطوح سکوت مؤثر تجاوز می کنند حتی وقتی که نواخته نمی شوند. باید به این نکته دقت کرد که اینها سطوح بحرانی نیستند بلکه سطوح اکتاو باندی هستند که منجر به ایجاد ۵dB، TTS بعد از ۱۶ ساعت در معرض قرار گیری، می شود. اگر اختلاف در تعاریف تصحیح گردد، داده ها مطابق با کارهای بعدی Mills و همکارانش (۱۹۷۹) که از سطوح بحرانی استفاده کردند، می باشد.

جدول۳-۱: تخمین سطح "سکوت مؤثر"و مقایسه شدت از مکان سه ابزار کلاسیک وقتی که نواخته نمی شوند. (Ward, Cushing, Burns., ۱۹۷۶)

Frequency (Hz)	Effective Quiet (dB SPL)	Clarinet (dB SPL)	Violin (dB SPL)	Trumpet (dB SPL)
250	77	72–82	75–84	75–98
500	76	73–84	75–87	76–98
1000	69	69–81	71–78	70–87
2000	68	66–74	70–74	66–77
4000	65	56–62	59–65	60–67
Broadband	76 dBA			

بازبینی TTS و PTS :

اگر چه به نظر می رسد فردی که به TTS مستعد است بیشتر مستعد PTSخواهد بود، اما هیچ مدرکی که ازاین ایده حمایت کند، وجود ندارد. در اکثر موارد می توان گفت که TTS مقدم بر PTS است. یکی از دلایل آن، این است که PTS و TTS ممکن است اختلاف مکانیسم ساختاری با یکدیگر داشته باشند. Henderson و همکارانش (۲۰۰۶) دراین مورد بحث کردند و به این نتیجه رسیدند که دو مکانیسم احتمالی که برای TTS وجود دارد به احتمال زیاد همانند PTS نیست (مرگ سلول که منجر به

نکروز یا آپوپتوز می شود)، اگر چه ممکن است در بعضی موارد همپوشانی داشته باشد . وقتی TTS اتفاق می افتد، رأس سلول های مویی خارجی از غشای تکتوریال جدا می شود و نتیجه ی آن کم شنوایی می باشد. با این وجود یک دوره ی زمانی وجود دارد که طی آن سلول های مویی می توانند دوباره به غشای تکتوریال وصل شوند و در نتیجه سطوح شنوایی قبلی دوباره ایجاد می شود . این محتمل ترین توضیح برای TTS است. TTS همچنین ممکن است توسط سمیت گلوتامات ناشی شود. گلوتامات یک نوروترنسمیتر تحریکی است که در سیناپس بین سلول مویی داخلی و عصب هشت آزاد می شود. سطوح بالای گلوتامات به دنبال سطوح بالای نویز تولید می شود. این ماده می تواند سمی شده و باعث ورم سلول های پیش سیناپسی شود، این وضعیت موقتی است. استفاده از یک مسدود کننده ی گلوتامات ، TTS را در شرایط آزمایشی کمتر خواهد کرد.

PTS و مدل های آن:

بین سال های ۱۹۶۸ و ۱۹۷۳ مطالعات زیادی درباره ی ارتباط بین قرارگیری در معرض نویز و PTS انجام شد (Baughn, ۱۹۷۳; Lempert & Henderson, ۱۹۷۳; Passchier-Vermeer,۱۹۶۸, ۱۹۷۱; Robinson, ۱۹۶۸, ۱۹۷۱).مطالعات Baughn ، Robinsonو Passchier-Vermeer به عنوان اساس مدرک بحرانی آژانس حفاظت محیطی آمریکا (EPA) به کار می رود. این مطالعات PTS کمی را برای مدت طولانی در معرض قرارگیری (۴۰سال) در ۸ ساعت کاری روزانه با شدت ۸۵dB یا کمتر و به طور متوسط در فرکانس های ۵۰۰Hz و ۱KHz و ۲KHz نشان دادند. توانایی پیش بینی ضعیفی برای فعالیت شنوایی در منطقه ۳KHz و ۴KHz وجود دارد. مطالعات Lempert و Henderson (۱۹۷۳) اساس مدل NIOSH را شکل دادند. مدل های اخیر بیشتر توسط سازمان بین المللی ISO توسعه یافته است، اغلب قسمت های ۱۹۹۹-R (۱۹۹۰)

مانند مدل های پیشرین است و از تنظیم کننده ها، مدیران و دیگر کسانی که به پیش بینی های دقیق تأثیرات نویز روی گروهی از کارگران نیاز دارند، حمایت می کند . جدول ۴-۱، PTS پیش بینی شده در فرکانس ۴KHz برای سه سطح در معرض قرار گیری را در ۵ مدل مقایسه می کند. سطوح در معرض قرارگیری ۸۵dBA ، می تواند PTS کم اما قابل اندازه گیری ایجاد کند.

جدول ۴-۱: ۵ مدل با PTS پیش بینی شده در سه سطح در معرض قرار گیری . با ذکر اینکه سطوح در معرض قرار گیری که به آرامی ۸۵dBA هستند، می توانند PTS ایجاد کنند.

	Passchier-Vermeer	Robinson	Baughn	NIOSH	ISO R-1999
85 dBA	8	6	9	5	6
90 dBA	15	12	14	11	11
95 dBA	23	18	17	20	21

میزان تبادل :

معیار های خطر آسیب زایی CHABA، حد فاصل خطر برای PTS را در سطوح شدتی و زمانی در معرض قرار گیری مشخص می کند. ارتباط بین سطح در معرض قرارگیری و زمان در معرض

قرارگیری میزان تبادل نامیده می شود . ۳dB تبادل به این معنی است که برای شخصی که در سطح شدتی برابر با ۳dB یا بیشتر قرار می گیرد باید مدت زمان در معرض قرارگیری صدا نصف شود . بنابراین تبادل بین شدت و زمان وجود دارد . ۵dB میزان تبادل، به این معنی خواهد بود که سطح ۹۰dBA در معرض قرارگیری برای مدت ۴۰ ساعت در هفته برابر با سطح ۹۵dBA در معرض قرارگیری برای مدت ۲۰ ساعت است. این ارتباطات می تواند منجر به ایجاد یک جبر ساده شود به طور مثال سطح ۸۵dBA برای مدت ۴۰ ساعت در هفته برابر با ۸۸dBA برای مدت ۲۰ ساعت در هفته و همچنین برابر با ۹۱dBA برای مدت زمان ۱۰ ساعت در هفته است. این رابطه ها برای سطوح در معرض قرار گیری حدود ۱۱۵dBA معتبر می باشد اما اطلاعات کمی وجود دارد که ارتباطات بالا را حمایت کند. گرچه بحث های زیادی در مورد اینکه آیا میزان تبادل ۳dB و یا ۵dB مناسب است، وجود دارد ولی Embleton (۱۹۹۵) بیان کرد که شواهدی وجود دارد که میزان تبادل ۳dB مناسب ترین میزان برای در معرض قرارگیری رو زانه است. قابل ذکر است که میزان تبادل فقط اصطلاحی است که با آن می توانیم اطلاعات را خلاصه کنیم. Ward (۱۹۸۲) بیان کرد که تأثیرات قرارگیری در معرض نویز، توسط مقدار مجاز و نه فقط شدت صدا ایجاد می شو د. بعضی از مناطق جهان از میزان تبادل ۵dB استفاده می کنند. اما هیچ مدرک علمی برای حمایت از آن وجود ندارد. با این حال بحث هایی در مورد DRC و میزان تبادل در فصل ۶ آمده است.

غیر قرینگی ادیو متریک :

یکی از علایم قرارگیری در معرض نویز های صنعتی، وجود کم شنوایی متقارن به همراه یک ناچ در منطقه KHz ۶-۳ در ادیوگرام است (Albert,۱۹۸۲). دو دلیل این قرینگی عبارتند از : ۱. بیشتر نویز های صنعتی در مناطق فرکانس پایین متمرکز هستند و۲. اینکه کارگران مراکز صنعتی به طور معمول

در محیط های پر انعکاس کار می کنند. صداهای فرکانس پایین طول موج بلندتری دارند در نتیجه سر و بدن یک مانع برای نویز محسوب نمی شو ند. منبع نویزی که در طرف راست کارگر قرار می گی‌رد با همان شدتی که به گوش راست می رسد در گوش چپ هم دریافت می شود، که این به وسیله ی انعکاس محیط تشدید می شود در نتیجه میدان صوت‌ی که در یک طرف سر قرار می گیرد مشابه طرف دیگر است، علی رغم منبعی که نویز از آن ناشی می شود.

در مقابل، موسیقی به طور قابل توجهی از اجزای انرژی فرکانس بالا و میانی تشکیل شده است و به طور معمول در محیطی نسبتاً بازآوا نواخته و شنیده می شود . طول موج کوتاهتر نوت های زیر باعث کاهش قابل توجه انتقال انرژی از یک طرف سر به طرف دیگر و اثرات baffle بدن می شو د و متناسب با فقدان بازآوایی ، پژواک هایی که شدت پایین تری دارند منعکس می شوند . یک نوازنده ی ویولون که ویولونش را نز دیک گوش چپ نگه می دارد ، شدت صدای بیشتری در گوش چپ نسبت به گوش راست دریافت می کند. در نتیجه غیرقرینگی ادیومتریک خیلی کمی به طور معمول یافت می شود. این غیر قرینگی ممکن است به بالای ۲۵dB برسد (مثلا در یک طبل زن با سنج high-hat نزدیک گوش چپ) اما غیرقرینگی بزرگتر، معمولا دیده نمی شود و باید در بیماری های وراء حلزونی به دنبال آن گشت. بسته به پروتکل های بالینی افراد، همه این غیر قرینگی ها باید رسیدگی شوند حتی اگر به دلیل اثرات سایه ای سر و baffle بدن باشند.

خلاصه:

اختلاف بین موسیقی ونویز بیشتر در حوزه ی محدوده ی بهپایی شدت و خصوصیات زمانی است نه درشکل طیفی یا اندازه گیری قله ی شدتی . در بسیاری از موارد موسیقی به طور مشخصی از اجزای انرژی فرکانس بالا تشکیل شده است اما این همیشه صادق نیست . این انرژی فرکانس بالا (که با محیط

نسبتاً غیر بازآوا همراه شده است) می تواند باعث ایجاد غیر قرینگی ادیومتریک درموسیقی دان ها شود. در سال ۱۹۶۶، CHABA تلاش کرد تا یک ارتباط قابل پیش بینی بین TTS و PTS ایجاد کند که نتیجه ی آن معیار خطر آسیب زایی بود که بر اساس یک سری فرضیات احتمالی می باشند . TTS و PTS همیشه در ارتباط با هم نیستند و می توان گفت که فرد نمی تواند به دلیل در معرض قراگیری طولانی نویز و یا موسیقی PTS داشته باشد بدون اینکه در ابتدا TTS داشته باشد. این ممکن است به دلیل تفاوت مکانیسمی که برای TTS و PTS فرض شده است، باشد. اگرچه بحث های زیادی در مورد اینکه آیا میزان تبادل ۳dB و یا ۵dB مناسب است، وجود دارد ولی Embleton (۱۹۹۵) گفت که شواهدی وجود دارد که میزان تبادل ۳dB مناسب ترین میزان برای در معرض قرارگیری روزانه است.

فصل دوم

مروری بر آناتومی و فیزیولوژی سیستم شنوایی محیطی

موسیقی دان ها به دلیل دارا بودن سبک های صوتی و ابزارهای مختلف، می توانند جذابیت های موسیقیایی متنوعی از کلاسیک تا اپرا و از طرف دیگر تا موسیقی جاز، رپ و راک ایجاد کنند. بدون در نظر گرفتن تمایل شنونده، ملودی های که از امواج صوتی تشکیل شده اند، باید از گوش خارجی به گوش میانی و سپس به حلزون منتقل شوند جایی که لرزش های مکانیکی به یک الگوی پیچیده ای از فعالیت های نورونی تبدیل می شوند (شکل ۲-۱a, b, c)،(Ades & Engstrom). فعالیت عصبی در حلزون به یکسری هسته های شنوایی در ساقه مغز، مغزمیانی، کورتکس شنیداری (شکل۲-۱d) وهمچنین مراکزعصبی دیگری در مغز که صداها را تفسیر و معنی دار می کند، منتقل می شو د. این فصل اهمیت و ویژگی های سیستم شنوایی محیطی را که نقش مهمی در کدگذاری فرکانس وشدت صداهای ساده و پیچیده دارد، مرورمی کند. شکل ۲-۱a اجزای اصلی راه شنوایی شامل کانال گوش، گوش میانی، گوش داخلی یا حلزون و سیستم عصبی مرکزی را نشان می دهد.

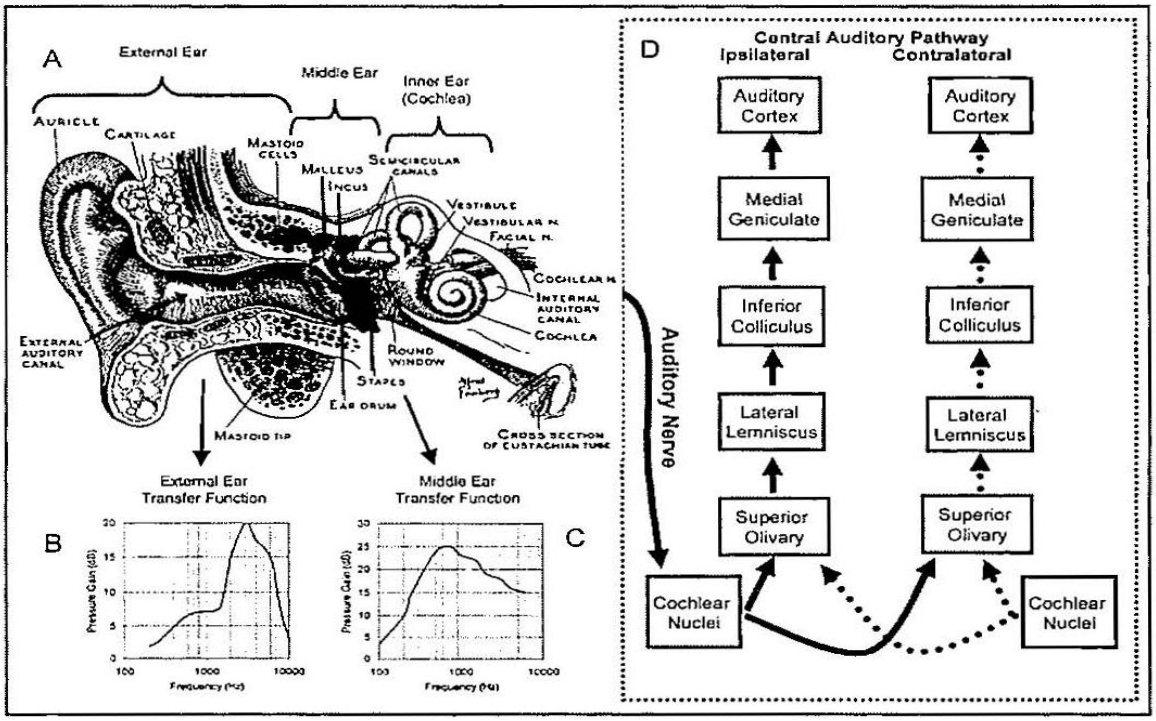
گوش خارجی

تنها قسمت قابل مشاهده در مسیر شنوایی، کانال گوش خارجی است . لاله گوش هلالی شکل و بزرگ است که از بافت غضروفی تشکیل شده و شکل انعطاف‌پذیری را ایجاد می‌کند. یک حفره در لاله نزدیک مدخل ورودی کانال گوش وجود دارد (کانال گوش خارجی یا م ئاتوس). کانال گوش خارجی در بخش میانی و قدامی برجسته می شود که در قسمت پرده تمپان پایان می یابد . پرده تمپان دارای بافت نازک و مخروطی شکل است . عملکرد اصلی کانال گوش خارجی جمع آوری صدا و هدایت آن به سمت پرده تمپان می‌باشد. اهمیت فیزیکی لاله، کونکا و کانال گوش خارجی توسط خصوصیات اکوستیکی آنها تعیین می‌شود. کانال گوش خارجی مانند یک لوله‌ای که انتهای آن بسته است، عمل می کند. فرکانس رز ونانس این لوله ۳۲۶۹Hz پیش‌بینی می‌شود که با

استفاده از فرمول $Fr=\frac{c}{4l}$ که درآن، c سرعت صدا و معادل ۳۴۰۰ cm/s و L طول کانال گوش خارجی و معادل ۲.۶cm است، بدست می‌آید. با گذاشتن یک پروب میکروفن نزدیک پرده تمپان و مقایسه ی سطح صدا نزدیک پرده تمپان با میدان صوتی نزدیک، پروب میکرون می-تواند تقویتی که بوسیله کانال گوش در فرکانس‌های مختلف ایجاد شده است را محاسبه کند که این عملکرد کانال گوش خارجی می‌باشد (E.A. G. Shaw, ۱۹۷۴). اندازه‌گیری ها نشان می‌دهد که فعالیت کانال گوش خارجی مانند یک آمپلی فایر باندگذر است که صدا را تقریباً به اندازه ی ۲۰dB در فرکانس‌های نزدیک ۳KHz افزایش می‌دهد. در مقابل، فرکانس‌های زیر ۴۰۰Hz و بالاتر از ۹kHz، به میزان ۵dB یا کمتر تقویت می‌شوند.

نکات کلیدی

افزایش بلندی که در صدا در منطقه ۳KHz توسط کانال گوش ایجاد می شود، ممکن است دلیل این باشد که چرا کم شنوایی ناشی از نویز در منطقه ی ۳-۴KHz اتفاق می افتد.



شکل ۱-۲: A) آناتومی گوش خارجی، گوش میانی، حلزون و عصب شنوایی. B) عملکرد انتقال گوش خارجی در انسان . C) عملکرد انتقال گوش میانی در گربه . D) نمودار ساده شده ی راه شنوایی مرکزی.

گوش میانی

در پشت پرده تمپان، فضای گوش میانی قرار دارد که با هوا پر شده است (شکل a۱-۲). هوای گوش میانی با محیط خارجی از طریق شیپوراستاش (لوله غشایی باریک که به حفره دهانی متصل می شود) ارتباط برقرار می‌کند. تحت شرایط طبیعی، شیپوراستاش باز می‌شود تا فشار هوای پشت پرده تمپان را با فشار هوای محصور شده در جلوی پرده متعادل کند. با این وجود وقتی شیپوراستاش توسط عفونت

مسدود شود، فشار هوا در گوش میانی قادر نیست با تغییرات فشار محیطی بالا و پایین رود . به طور مثال وقتی فشار هوای کابین هواپیما، طی پرواز و فرود تغییر می کند. اگر شیپوراستاش مسدود شود، فشار محصور شده افزایش می یابد که این باعث می شود تا پرده تمپان به سمت داخل کشیده شود و حس درد و ناراحتی ایجاد می‌کند.

سه استخوانچه ی گوش میانی شامل رکابی، چکشی و سندانی است که یک سری اتصالات استخوانی را شکل می دهند و با پرده تمپان و مایعات گوش میانی جفت می شوند (شکلa۱-۲). در این مرحله، ارتعاش هوا توسط ارتعاش مکانیکال استخوانچه ها منتقل می شود. دسته ی استخوانچه ی چکشی به پرده تمپان متصل می شود. زائده‌ی بلند سندانی با لیگامان دیگری به سر رکابی متصل می شود. فوت پلیت رکابی توسط یک حلقه ی غضروفی انعطاف‌پذیر در دریچه بیضی نگه داشته م ی شود که به آن اجازه حرکت می دهد و مانند یک پیستون عمل می‌کند. در این مرحله ارتعاش مکانیکال استخوانچه‌ها به داخل مایعات سیال درون حلزون منتقل می شود. وقتی صدا به آب برخورد می کند شیب امپدانس بزرگی در حدود ۹۹.۹% انرژی موج صوتی ایجاد می‌شود که به داخل هوا برگردانده می‌شود و فقط ۰.۱% از آن بوسیله مایعات موجود در حلزون جذب می شود که این تقریباً معادل ۳۰dB(۱۰log۱۰$^{-۳}$) کم شنوایی است، وقتی که صدا از هوا به داخل آب حرکت می کند، گوش میانی با فعالیت تقویت کننده فشار ی خود بر این کاهش انرژی غلبه می‌کند. تقویت فشار به دو طریق ایجاد می شود: اول، منطقه‌ای از پرده تمپان که صدا را جمع آوری می‌کند ۱۷ برابر بزرگتر از فوت پلیت رکابی است که به مایعات گوش داخلی فشار وارد می کند در نتیجه فشاری که در مایعات حلزون پشت رکابی وجود دارد تقریباً ۱۷ برابر بیشتر از فشاری است که در پرده تمپان وجود دارد (یک مقایسه خوب که می توانیم در نظر بگیریم، تقویت فشاری است که بین کف و پاشنه کفش و نوک پاشنه اتفاق می‌افتد). این ۱۷ برابر شدن تقویت فشار، یک

افزایش ۲۵dB را در سطح صدا ایجاد می‌کند. سیستم تقویت فشار دوم به این صورت است که چکشی حدود ۱.۷ برابر نسبت به سندانی بزرگتر است که یک افزایش ۴.۶dB در فشار می‌باشد (مانند بلند کردن اجسام سنگین بوسیله یک اهرم).

نکات کلیدی

گوش میانی به عنوان تقویت کننده فشار عمل می کند که کاهش فشار را زمانی که صدا از هوا به حلزون منتقل می‌شود ترسیم می‌کند. آسیب و صدمه به گوش میانی کم شنوایی انتقالی ایجاد می‌کند.

حلزون (گوش داخلی)

حلزون شامل یک کپسول استخوانی و سه قسمت موازی پر از مایع می‌باشد که دور مدیولوس از پایه تا رأس می‌چرخند (شکل a-۲-۲). رکابی در قسمت پایه حلزون در داخل دریچه بیضی قرار می گیرد. اسکالا وستیبولی دقیقاً در پشت دریچه بیضی واقع شده و با مایع پری لنف پر شده است که ترکیبات مایع آن مشابه مایعات مغزی – نخاعی می باشد یعنی با مقدار سدیم بالا (تقریباً ۱۵۰mm) و پتاسیم پایین (۳mm)، (Bosher & Warren, ۱۹۶۸).

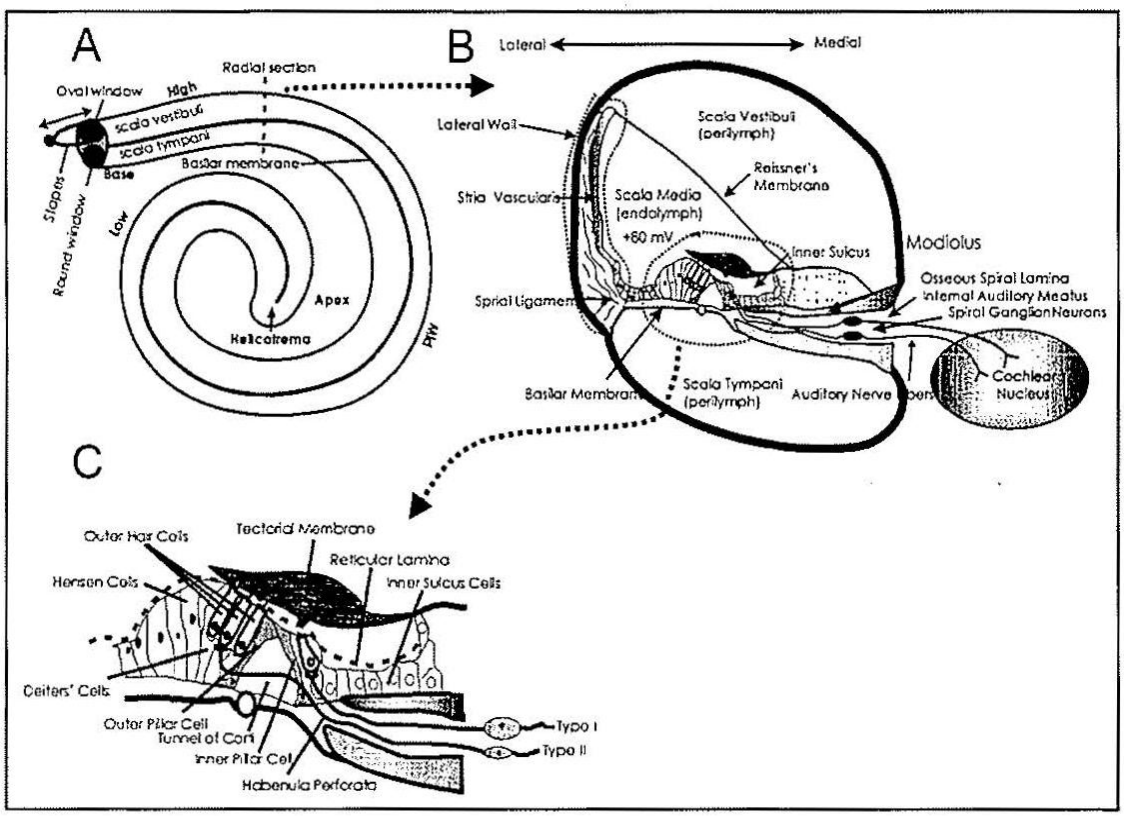
اسکالا وستیبولی به سمت رأس حلزون گسترش طولی دارد تا جایی که یک دریچه کوچک به نام هلیکوتروما که گذرگاهی به سمت اسکالا تیمپانی است را ایجاد می‌کند. اسکالا تیمپانی هم با پری لنف پر شده است وگسترش طولی از رأس حلزون به سمت قاعده حلزون دارد و در دریچه ی گرد پایان می‌یابد. دریچه گرد نسبت به دریچه بیضی تقریباً عمودی تر است. اگر یک برش شعاعی در قطعه‌ای از حلزون ایجاد شود مثل شکل b۲-۲، بخش سوم حلزون (اسکالا مدیا) که پر از مایع است و بین اسکالا تیمپانی و

اسکالا وستیبولی قرار دارد، دیده می شود. اسکالا مدیا با آندولنف پر شده است که یک مایع منحصر به فرد با غلظت پتاسیم بالا (۱۶۰mm) و سدیم پایین (۱.۶mm)می باشد. غلظت کلراید در اسکالا مدیا مشابه آنچه که در پری لنف (۱۲۰-۱۳۰mm) است، می‌باشد. برش بخش شعاعی نشان می دهد اسکالا مدیا بین اسکالا وستیبولی و اسکالا تیمپانی قرار گرفته است (شکل ۲-2b). نوار عروقی و لیگامان مارپیچی، دیواره خروجی اسکالا مدیا را شکل می دهند. اسکالا مدیا بوسیله غشای رایسنر از اسکالا وستیبولی جدا می‌شود (شکل ۲-2c). مایع موجود در اسکالا مدیا توسط صفحه مشبک از اسکالا تیمپانی جدا می‌شود (صفحه مشبک مرزی است که توسط اتصالات محکم رأس سلول ها که با فضای آندولنف در تماس است ایجاد می شود). پری لنف موجود در اسکالا تیمپانی از داخل غشاء بازیلار عبور می‌کند و سلول‌های زیر صفحه مشبک را شستشو می‌دهد.

ارگان کورتی

ارگان کورتی شامل سلول های حسی است که بر روی غشا ء بازیلار واقع شده ا ست. ارگان کورتی در قسمت میانی مدیولوس به سمت لیگا مان مارپیچ ی در دیواره خارجی گسترش می یابد (شکل ۲-2b). سلول‌های ستونی داخلی و خارجی یک فضای مثلثی شکل پر از مایع در ارگان کورتی شکل می دهند. پایه ی سلول های ستونی داخلی و خارجی روی غشاء با زیلار قرار دارد و رأس آنها نزدیک صفحه ی مشبک به یکدیگر می‌پیوندد. سه ردیف سلول مویی خارجی در قسمت خارجی سلول های ستونی خارجی قرار گرفته‌اند. پایه ی هر سلول مویی خارجی در فرو رفتگی فنجانی شکل سلول های دایترز قرار گرفته اند و سطح رأسی هر سلول مویی خارجی در صفحه مشبک مقابل اسکالا مدیا قرار می گیرد. دیواره خارجی هر سلول مویی خارجی با فضا های پر از مایع احاطه شده است. یک دسته از سلول های هنسن در بخش خارجی سلول های مویی خارجی قرار گرفته اند. فقط یک ردیف سلول مویی داخلی در قسمت

میانی تا سلول های ستونی داخلی قرا ر گرفته‌اند. سلول های پشتیبان شیار داخلی در قسمت میانی سلول مویی داخلی قرار گرفته اند . غشای تکتوریال که ساختار ژلاتین مانند و غیر سلولی دارد به شیار داخلی متصل می‌شود. غشای تکتوریال در قسمت خارجی تا بالای ارگان کورتی گسترش می‌یابد.

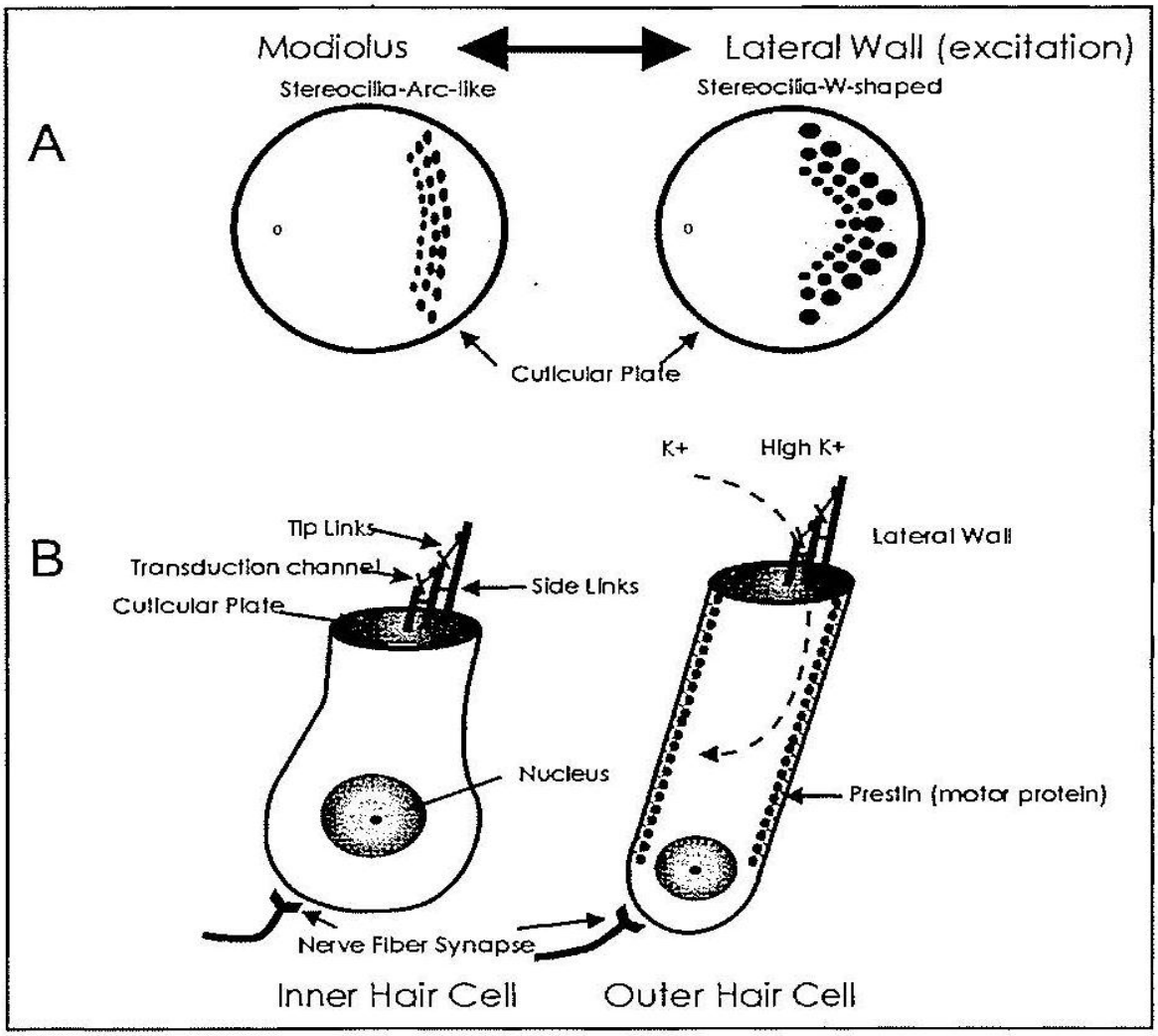


شکل ۲-۲:A) تصویر شماتیک از حلزون و شکل گسترده از مقطع طولی آن . B) تصویر شماتیک از برش عرضی پیچ حلزون که هر پیچ محتوی سه جزء پر از مایع، اسکالاوستیبولی و اسکالاتیمپانی که هر دو با پری لنف پر شده اند و اسکالا مدیا که با آندولنف پر شده است . ارگان کورتی [که در داخل دایره نقطه چین مشخص شده است (C)] حاوی سلول های مویی حسی که صدا را به فعالیت عصبی تبدیل می کنند. C) تصویر شماتیک از سلول مویی داخلی و خارجی و نورون های نوع I و نوع II در ارگان کورتی.

سلول‌های مویی خارجی و داخلی

جسم سلولی سلول های مویی داخلی و خارجی از نظر شکل با هم متفاوت هستند (شکل ۳-۲). سلول های مویی خارجی سیلندری شکل و سلول های مویی داخلی گلابی شکل هستند (شکلb۳-۲). هسته نزدیک قاعده ی سلول های مویی قرار دارد و یک صفحه ی کوتیکولاری ضخیمی در قسمت رأسی آن قرار دارد. دسته های استریوسیلیا از صفحه کوتیکولاری بیرون زده اند. استریوسیلیاها، روی سلول‌های مویی خارجی به شکل W هستند و روی سلول‌های مویی داخلی به شکل منحنی قوسی هستند (شکل a۳-۲). استریوسیلیاهای سلول‌های مویی داخلی و خارجی از نظر طول و ارتفاع درجه بندی می‌شوند (شکل b۳-۲).

ردیف‌های استریوسیلیا، یک راه نردبانی را شکل می‌دهند. بلندترین ردیف استریوسیلیاها نزدیک دیواره خارجی و کوتاه‌ترین ردیف، نزدیک مدیولوس قرار می‌گیرد. هر استریوسیلیا دارای ساختار پروتئینی فعالی است که ساختار انعطاف‌پذیری را شکل می‌دهد. انتهای هر استریوسیلیا که وارد صفحه کوتیکولی می‌شود، باریک می‌شود و یک تکیه گاه برای استریوسیلیا محسوب می‌شود. استریوسیلیاهای سخت توسط اتصالات طرفی به یکدیگر متصل می شوند که باعث می شود دسته های استریوسیلیا به صورت واحد حرکت کنند.



شکل ۳-۲:A) قسمت رأسی سلول مویی داخلی (چپ) و سلول مویی خارجی (راست) که دسته های منظم استریوسیلیا را نشان می دهد. دسته های استریوسیلیا به شکل یک منحنی قوسی شکل در سلول مویی داخلی و الگوی W شکل در سلول مویی خارجی منظم شده اند . B) نمای عرضی گلابی شکل جسم سلولی سلول موی داخلی و سیلندری شکل سلول مویی خارجی

انتقال :

تبدیل انرژی صوتی در فعالیت های عصبی، بوسیله ی باز شدن دریچه هایی که در رأس استریوسیلیاها قرار دارند، آغازمی‌شود.کانال های انتقال یونی به اتصالات رأسی استریوسلیاها متصل هستند. زمانی که استریوسیلیاها در جهت بلندترین ردیف شان خم می شوند به اتصالات رأسی فشار وارد می شود و کانال-های انتقال یونی باز می شوند و یون ها به داخل استریوسیلیاها جریان می یابند (Hudspeth, ۱۹۹۲). وقتی که استریوسیلیاها در جهت مخالف یعنی به سمت کوتاهترین استریوسیلیاه ا خم می‌شوند، فشار روی اتصالات رأسی به حداقل می‌رسد و کانال‌های انتقال یونی بسته می‌شوند. وقتی که کانال های انتقال توسط صدا باز می‌شود یون پتاسیم به داخل سلول مویی جریان می‌یابد، این باعث می‌شود که سلول‌های مویی با پتانسیل تقریبا ۶۰mV- پلاریزه شوند. دو عامل، ورود پتاسیم را بیشتر می‌کند، اول وجود شیب ولتاژ (۱۴۰mV) که بین آندولنف (۸۰mV) و اطراف سلول های مویی (۶۰mV-) وجود دارد و دوم وجود شیب غلظت بالا ی پتاسیم که بین آندولنف (۱۶۰mM) و اطراف سلول های مویی (۵mM) است. در نتیجه وقتی کانال‌های یونی باز می‌شوند پتاسیم بر اساس شیب ولتاژ به داخل سلول مویی جریان می یابد.

نکات کلیدی
صوت توسط سلول های مویی به فعالیت عصبی تبدیل می شود و باعث می شود تا دسته های استریوسیلیا تغییر جهت دهند و یون پتاسیم به سلول وارد شود.

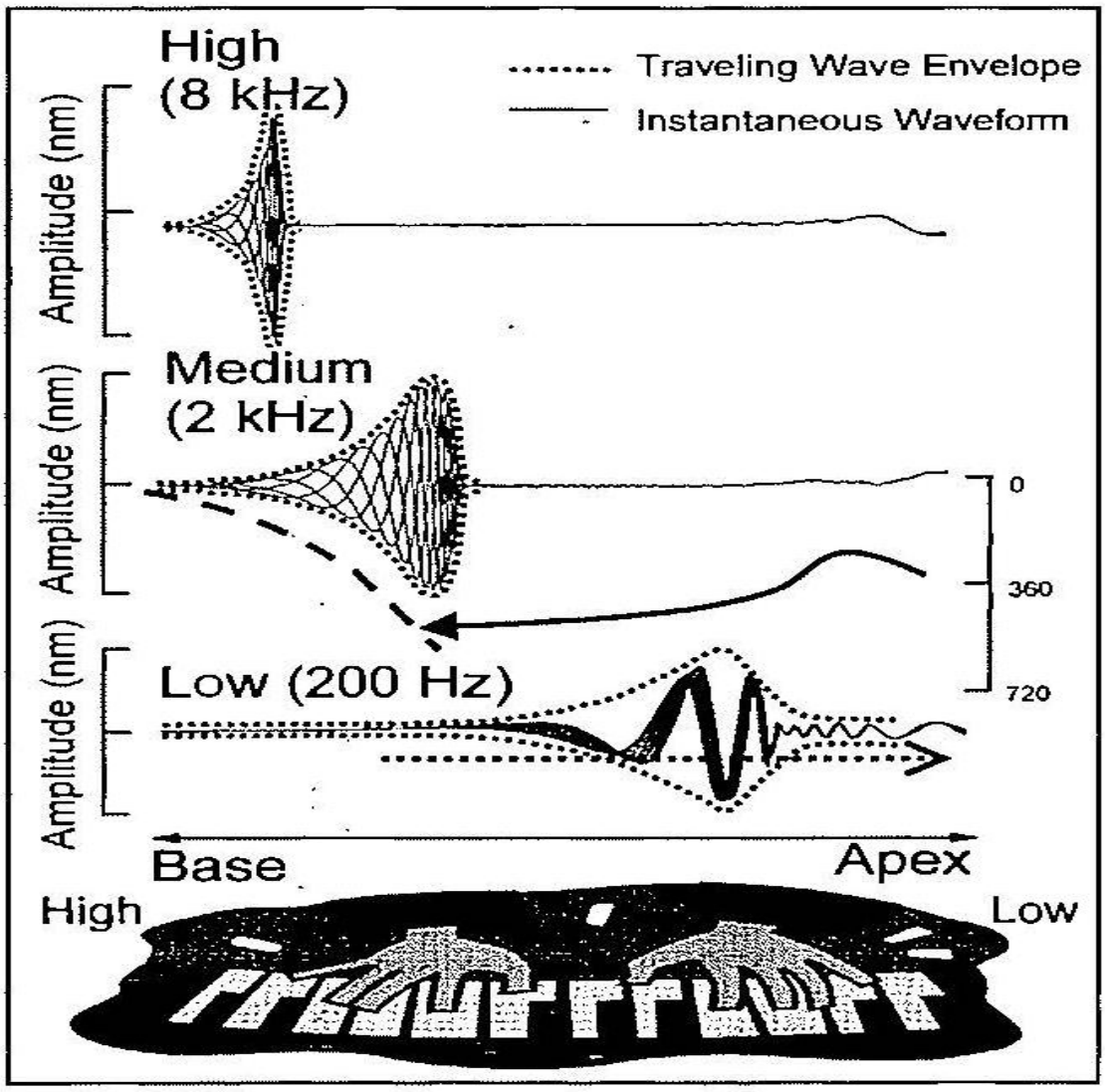
.

مکانیسم حلزون

حرکات رکابی ناشی از صدا، نوسانات فشار در مایعات حلزون را به دنبال دارد. به دلیل اینکه مایعات حلزون تراکم ناپذیر هستند نوسانات فشار به طور آنی در طول غشاء بازیلار از قاعده تا رأس منتقل می‌شوند (Bekesy, ۱۹۶۰). الگوی ارتعاشی موج مسافر به دلیل شیب امپدانس در طول غشاء بازیلار ایجاد می‌شود. امپدانس در هر نقطه در طول غشاء به فرکانس بستگی دارد . امپدانس بوسیله جرم و سختی در هر نقطه در طول غشاء بازیلار تعیین می شود. نزدیک قاعده حلزون سختی غشاء بازیلار بیشتر است و وقتی به سمت رأس حرکت می کند مقدار آن کاهش می یابد. از طرف دیگر جرم غشاء بازیلار نزدیک رأس بیشتر است و به سمت قاعده ی حلزون کاهش می یابد. جرم پایین و سختی بالا باعث می‌شود تا قاعده حلزون بـه آسانی به فشار ایجاد شده پاسخ دهد نسبت به رأس که دارای سختی پایین‌ترو جرم بالاتر است.

نقطه‌ای که روی غشاء بازیلار پایین‌ترین امپدانس را دارد بزرگترین ارتعاش دامنه را ایجاد می‌کند. شکل ۴-۲ تغییر دامنه موج مسافر را به عنوان تابعی از طول غشاء بازیلار برای تون‌های ۸KHz، ۴KHz و ۲۰۰Hz را نشان می‌دهد. خط تیره شکل آنی دامنه موج را در چندین نقطه مختلف نشان می‌دهد در حالی که نقطه‌چین پوشش مکانی غشاء بازیلار در چندین نقطه را نشان می‌دهد. برای هر فرکانس، دامنه موج مسافر به تدریج از قاعده به سمت نقطه مورد نظر افزایش می یابد و سپس به سرعت افت می کند. قله پوشش مکانی برای تون ۸KHz نزدیک قاعده حلزون و قله تون ۲KHz نزدیک قسمت میانی حلزون و قله تون ۲۰۰Hz نزدیک رأس حلزون قرار دارد. صفحه پیانوی زیر شکل، ساختار تونوتوپیک را در حلزون (فرکانس در مقابل مکان) نشان می‌دهد. اختلاف اصلی بین صفحه پیانو و الگوی ارتعاش موج مسافر این است که در شدت های بالا، صد اهای فرکانس پایین نه تنها بخش را سری حلزون بلکه مناطق پایه حلزون را با یک دامنه ی کمتر تحت تأثیر قرار می‌دهند. قسمت راست منحنی ۲KHz نشان می‌دهد که قفل فازی در هر نقطه در طول غشاء بازیلار به حرکت رکابی مربوط می شود . در اینجا مشاهده

می‌شود که حرکت غشاء بازیلار نزدیک پایه تقریباً صفر درجه است . نزدیک قله منحنی پوش موج مسافر، حرکت غشاء بازیلار حرکت رکابی را به تأخیر می اندازد به طور مثال قفل فازی تقریباً ۵۲۰ درجه را نشان می‌دهد. پس حرکات رأسی تر حلزون حرکات مناطق پایه حلزون را به تأخیر می اندازد. از تغییر قله منحنی پوش موج مسافر، انتقال فرکانس _ مکان بازسازماندهی منظم حاصل می شود .



شکل ۴-۲: تصویر شماتیک از جابجایی موج مسافر در طول غشای بازیلار (قاعده تا رأس) برای تون

های فرکانس بالا (۸۰۰۰Hz)، فرکانس میانی (۲۰۰۰Hz) و فرکانس پایین (۲۰۰Hz). نقطه چین پوش موج پاسخ غشای بازیلار را نشان می دهد با ذکر اینکه قله این پوش نزدیک قاعده حلزون در فرکانس های بالا و نزدیک رأس برای فرکانس های پایین می باشد . خط تیره شکل موج آنی موج مسافر در زمان های مختلف را نشان می دهد . کیبورد پیانو مثالی از ساختار تونوتوپیک حلزون به صورتی که فرکانس های بالا نزدیک قاعده و فرکانس های پایین نزدیک رأس کد گذاری می شوند، می باشد.

گسیل های صوتی گوش (OAE)

مطالعات اخیر نشان می‌دهد که گوش داخلی نه تنها صدا را دریافت می کند بلکه به عنوان تولید کننده ی صدا که گسیل های صوتی گوش را تولید می کند، عمل می کند. OAE نتیجه ی رفتارغیرخطی گوش داخلی است، به این معنی که اگر دو (یا بیشتر) صدا (F_1 و F_2) در ورودی وجود دارد در خروجی همین فرکانس ها به همراه اجزای فرکانسی دیگری وجود خواهد داشت . Tartini یک نوازنده کلاسیک در قرن ۱۸، از این اجزا در قطعه هایش استفاده کرد (Jaramillo, Markin, & Hudspeth, ۱۹۹۳). پاسخ الکتروموتیلیتی سلول های مویی خارجی توسط پروتئین حرکتی حساس به ولتاژ (پرستین) و پتانسیل ۸۰mV+ آندولنف تحریک می‌شود که اعتقاد بر این است که منبع OAE در پستانداران می-باشد. OAE در گوش های سالم تولید می شود اما وقتی سلول های مویی خارجی آسیب ببین‌ند، پتانسیل آندولنف کاهش می‌یابد در نتیجه دامنه ی OAE کاهش می یابد (Hofstetter, Ding, Powers, & Salvi, ۱۹۹۷;Siegel & Kim, ۱۹۸۲; Trautwein, Hofstetter, Wang, Salvi, & Nostrant, ۱۹۹۶). توضیحات بیشتر در موردOAE در قسمت بعدی آمده است.

گسیل های صوتی خود بخودی (SOAE)

SOAE همانطور که از نامش بر می آید، به طور خودبه‌خودی رخ می دهد و بوسیله یک میکروفون حساس که به یک آن‌الیزور طیفی باند باریک متصل است در کانال گوش اندازه‌گیری می‌شود. SOAE به طور معمول در یک یا دو سیگنال اکوستیکی باند باریک اتفاق می افتد. شکل ۲-۵a ،SOAE ثبت شده از کلفال گوش چین چیلا را نشان می دهد. SOAE بزرگی در نزدیکی فرکانس ۴۵۰۰Hz در این حیوان ثبت شده است. SOAE با شدت ۳۰dBSPL به اندازه کافی بلند است که در یک اتاق ساکت وقتی گوش شنونده نزدیک گوش حیوان است شنیده شود (Powers, Salvi, Wang, Spongr, & Qiu, ۱۹۹۵). SOAE فقط در انسان ها یا حیوانات ثبت می شود. SOAE در ۳۳% از افراد با شنوایی طبیعی ثبت می‌شود (Probst, Lonsbury-Martin, & Martin, ۱۹۹۱). گفته می‌شود که SOAE ممکن است وابستگی نورواکوستیکی به وزوز دا شته باشد. متأسفانه بیشتر افراد که SOAE دارند قادر نیستند آن را بشنوند (Glanville, Coles, & Sullivan, ۱۹۷۱). امروزه SOAE دارای ارزش کلینیکی کمی می‌باشد.

گسیل های صوتی اعوجاج یافته (DPOAE)

در ارزیابی‌های بالینی DPOAE ، دو تون اصلی توسط دو بلندگوی کوچک به کانال گوش ارائه می - شوند و خروجی توسط میکروفون حساسی که در کانال گوش قرار می گیرد، اندازه گیری می شود . اعوجاجی که در گوش های سالم انسان ایجاد می شود توسط دو تون اصلی F_1 و F_2 بوجود می آید. به طوری که F_1 فرکانس پایین تر و F_2 فرکانس بالاتری دارد. شرایط بهینه برای بدست آوردن DPOAE این است که نسبت F_2 به F_1 تقریبا۱.۲ باشد و همچنین شدت (L_1) F_1 تقریبا ۱۰dB+ بیشتر از شدت F_2 (L_2) باشد. زمانی که F_1 و F_2 را ثبت می‌کنیم، تون‌های اعوجاجی اینترمدولاسیون که بزرگترین آنها در فرکانس $2F_1 - F_2$ اتفاق می‌افتد را نیز ثبت می‌کنیم. به طور مثال اگر تون‌های اصلی با

فرکانس‌های ۲۰۰۰Hz و۲۴۰۰Hz به گوش ارائه شوند، اعوجاج $2F_1-F_2$ در فرکانس ۱۶۰۰Hz اتفاق می‌افتد. در بسیاری از موارد شدت $2F_1-F_2$ فقط ۳۰-۴۰dB زیر شدت تون اصلی است. شکل ۵b-۲ دامنه $2F_1-F_2$ ، را در یک مرد ۳۵ ساله با نسبت F_2/F_1 برابر با ۱.۲۲ و L_1=۷۵dB و L_2=۷۰ dB نشان می دهد . همانطور که در شکل مشاهده می کنید دامنه ی DPOAE به عنوان میانگین هندسی فرکانس F_2 و F_1 از ۱-۸KHz رسم شده است. دامنه DPOAE از ۱۵dBSPL در فرکانس ۱KHz به ۰dBSPL در فرکانس ۳KHz کاهش می‌یابد و دامنه تا۵dBSPL در فرکانس ۶KHz افزایش می-یابد وسپس در فرکانس‌های بالاتر به پایین تر از سطح نویز زمینه که توسط سیستم اندازه‌گیری شده است، کاهش می‌یابد. نبود DPOAE در فرکانس‌های بالاتر از ۶KHz به این دلیل است که بیشتر سلول های مویی خارجی در فرکانس های بالاتر یا آسیب دیده اند و یا از بین رفته اند . نمودار دامنه‌ی DPOAE تابعی از فرکانس F_1 و F_2 است که به دلیل شباهت آن به او دی‌گرام به آن DPgram می‌گویند. علاوه بر DPgram، تابع ورودی- خروجی DPOAE می‌تواند در یک نسبت خاص F_2/F_1 که شدت آنها (L_1 , L_2) از بالا به پایین تغییر می‌کند، اندازه گیری شود. دامنه DPOAE از شدت های کم تا متوسط افزایش می‌یابد اما در شدت های بالاتر به اشباع می رسد (Eddins, Zuskov, & Salvi, ۱۹۹۹; Probst et al., ۱۹۹۱).

گسیل های صوتی گذرا (TEOAE)

TEOAE توسط یک سیگنال گذرا مثل کلیک با دیور شن تقریباً ۲ms، ایجاد می شود که در شکل ۵c-۲ نشان داده شده است (Kemp, ۱۹۷۸). زمانی که محرک کلیک وارد حلزون می‌شود اجزای طیفی این محرک به‌طور خاصی از نظر زمانی در طول حلزون تقسیم می شوند (ابتدا فرکانس‌های بالا در ناحیه قاعده حلزون سپس فرکانس های پایین در ناحیه رأس حلزون قرار می گیرند). اجزای فرکانس بالا در مح رک کلیک ابتدا سلول های مویی خارجی در قسمت قاعده ی حلزون را فعال می ک رند، این

سلول های مویی خارجی گسیل های صوتی گذرای فرکانس بالا تولید می کنند که در کانال گوش گسترده می شوند. اجزای فرکانس پایین محرک کلیک، سلول های مویی خارجی در قسمت میانی حلزون را فعال می کنند که این سلول های مویی خارجی گسیل های صوتی گذرای فرکانس میانی را تولید می کنند که در کانال گوش گسترده می شوند و بعد از گسیل های صوتی گذرای فرکانس بالا قرار می گیرند. گسیل های صوتی گذرای فرکانس پایین نسبت به گسیل های گذرای فرکانس بالا دیرتر ظاهر می شوند . شکل ۲-۵d پراکندگی زمانی TEOAE ناشی از محرک کلیک را نشان می دهد . اجزای فرکانس بالا در حدود ۴ms پس از شروع محرک و اجزای فرکانس پایین در حدود ۱۲ms پس از تحریک ظاهر می شوند. شکل طیفی TEOAE ناشی از کلیک در شکل ۲-۵b نشان داده شده است که توسط تجزیه کننده طیفی Fast Furier از شکل موج آنالیز می شود.بخش تیره در شکل ۲-۵e طیف TEOAE را نشان می دهد و بخش سایه زده، سطح نویز اندازه گیری شده توسط دستگاه را نشان می دهد . نوار سایه زده شده در شکل ۲-۵f، سطح فشار صوتی را در فرکانس های ۱-۶KHz نشان می دهد و نوار تیره سطح نویز اندازه گیری شده توسط دستگاه را نشان می دهد. دامنه ی TEOAE در فرکانس های ۱-۳KHz به میزان ۵-۱۰dB بالاتر از نویز است و TEOAE در فرکانس های بالاتر از ۳KHz وجود ندارد. این نشان می دهد که سلول های مویی خارجی در فرکانس های پایین تر از ۳KHz فعالیت می کنند و فقدان TEOAE در فرکانس های بالاتر از ۳KHz، نشان می د هد که سلول های مویی خارجی این مناطق آسیب دیده هستند.

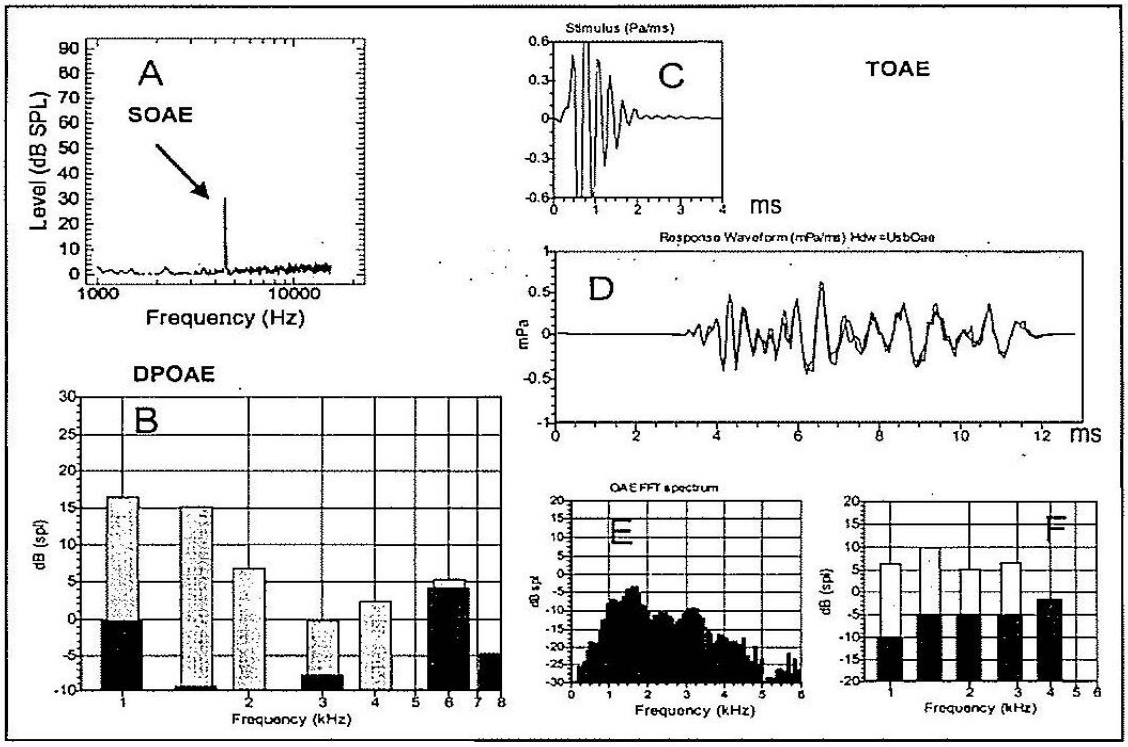
TEOAE در ابتدا به عنوان پژواک حلزون در نظر گرفته می شد زیرا زمان تأخیر بین سیگنال اکوستیکی و TEOAE بین ۴-۱۲ms می باشد. متأسفانه واژه پژواک باعث یک برداشت اشتب اه از TEOAE می شود و چنین تصور می شود که TEOAE نتیجه ی عملکرد غیر فعال صدا در حلزون است در حالی که TEOAE به دلایل زیر نمی تواند یک عملکرد غیر فعال باشد :

۱) دامنه ی TEOAE با افزایش شدت به صورت غیر خطی افزایش می یابد.

۲) زمانی که حلزون توسط آسیب های متابولیکی (اکوستیک تروما و یا داروهای اتوتوکسیک) دچار صدمه می شود، TEOAE حذف می شود (Kemp, ۱۹۷۸).

نکته کلیدی

TEOAE و DPOAE به صورت بالینی به کار می روند تا وضعیت سلول های مویی خارجی را ارزیابی کنند. وقتی که سلول های مویی خارجی آسیب می بینند و یا پتانسیل آندولنف کاهش می یابد دامنه TEOAE و DPOAE کاهش می‌یابد.



شکل ۵-۲: A) منحنی طیفی فرکانسی- دامنه که از کانال گوش خارجی چین چیلا با استفاده از یک میکروفون حساس اندازه گیری شده است . B) دامنه DPOAE (خاکستری روشن) ترسیم شده به عنوان میانگین هندسی فرکانس های محرک F_1 و F_2 در فرکانس های ۱-۸KHz. C) شکل موج زمان- فشار محرک کلیک که توسط TEOAE استخراج شده است . D) شکل محرک زمان- فشار TEOAE که با استفاده از محرک کلیک همان طور که در قسمت C نشان داده شد به دست آمده است. E) آنالیز طیفی فرکانس- سطح فشار صوتی (SPL). قسمت تیره طیف TEOAE را نشان می دهد؛ قسمت خاکستری طیف نویز زمینه اندازه گیری شده توسط دستگاه را نشان می دهد . F) نوار روشن سطح فشار صوتی را در نویزهای باریک باند که در فرکانس های ۱-۴KHz است، نشان می دهد.

پاسخ فیبرهای عصب شنوایی:

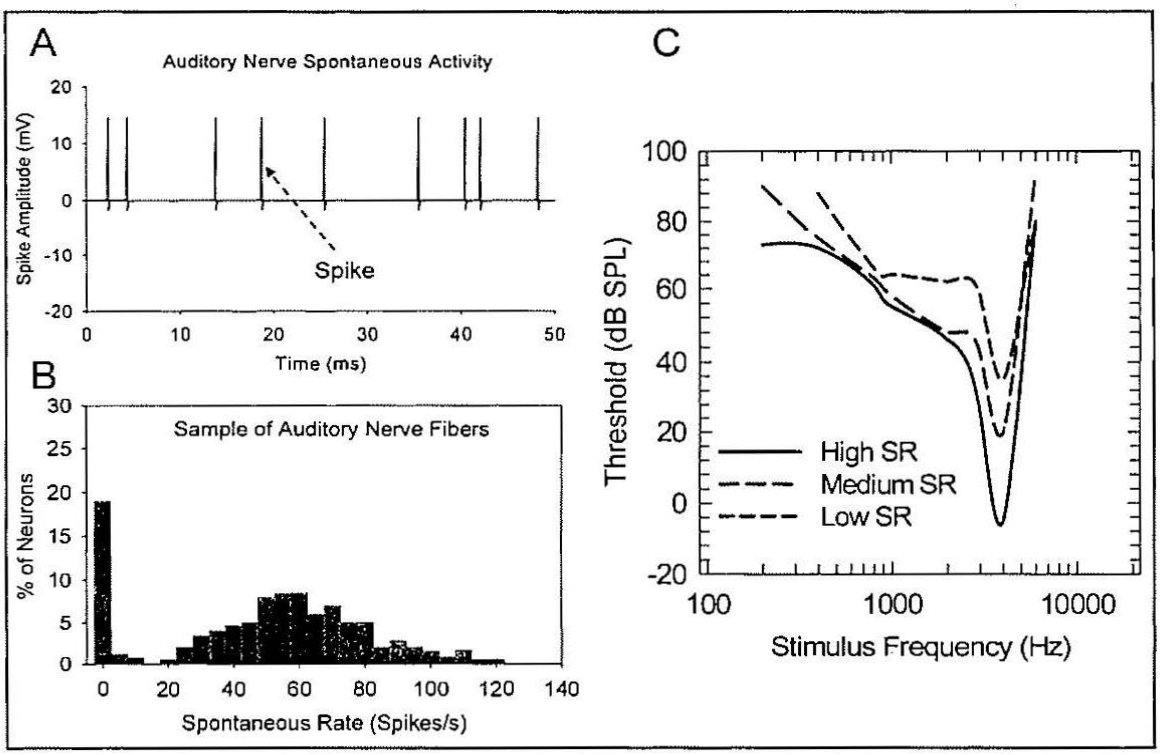
عصب کرانیال (۸) به عصب شنوایی اشاره دارد و مسیر ایمپالس های عصبی از حلزو ن به سمت کرتکس شنوایی در مغز می باشد . با استفاده از یک میکرو الکترود، می‌توان فعالیت فیبر های عصب شنوایی را که اطلاعات سلول‌های مویی را به هسته‌های حلزون انتقال می دهند، ثبت کرد. وقتی یک میکروالکترود در داخل عصب شنوایی قرار می گیرد ممکن است همه تخلیه عصبی و یا هیچ مقدار از آن را ثبت کنیم (شکل ۲-۶a). بیشتر فیبرهای عصب شنوایی به‌طور خودبخودی در نبود محرک تخلیه می‌شوند. میزان تخلیه ی خودبخودی فیبر های عصب شنوایی از ۰ شلیک در ثانیه تا ۱۲۵ شلیک در ثانیه متفاوت است. شکل ۲-۶b یک هیستوگرام شماتیک از خصوصیات نورون‌ها با میزان خودبه‌خودی مختلف را نشان می‌دهد. درصد زیادی از فیبرها ریت خودبه‌خودی پایین (کمتر از ۱ شلیک در ثانیه) یا ریت خودبه‌خودی بالایی دارند (بیشتر از ۱۸ شلیک در ثانیه) و فقط درصد کمی سرعت ۱۸-۱ شلیک در ثانیه دارند (Salvi, Perry, Hamernik, & Henderson, ۱۹۸۲). فعالیت عصبی خودبه-خودی باعث می‌شود نوروترنسمیترهایی که بیشتر آنها گلوتامات است از سلول‌های مویی داخلی به داخل دندریت‌های آوران فیبر های عصب شنوایی آزاد شوند . چون بیشتر فیبرهای عصبی (۹۰%) ارتباط سیناپسی یک به یک با سلول مویی داخلی دارند (Spoendlin, ۱۹۷۲)، پاسخ عصبی هر فیبر منعکس‌کننده ی خروجی عصبی از یک منطقه مجزا در طول قسمت های حلزون است. خروجی هر فیبر می‌تواند به وسیله ارائه ی محرک تون برست در فرکانس و شدت های مختلف ارزیابی شود تا منحنی فرکانس- شدت آن را مشخص کنیم و تابع فرکانسی کوک آن را رسم کنیم.

شکل ۲-۶c پایین ترین شدتی که محرک تون برست نیاز دارد تا عصب را در فرکانس های مختلف فعال کند، نشان می‌دهد و نتیجه ی آن در سه قسمت مختلف نشان داده شده است: با ریت خود بخودی بالا، با

ریت خودبخودی پایین و دیگری با ریت خود بخودی متوسط. بخش با ریت خودبخودی بالا آستانه فرکانسی پایینی دارد که رأس منحنی کوک آن نزدیک فرکانس ۴KHz است. قسمت رأس منحنی که پایین ترین آستانه را دارد به عنوان فرکانس ویژه شناخته می شود. هر چه فرکانس بالا می رود شدت صدایی که نیاز است تا پاسخ تولید شود افزایش می یابد. فرکانس هایی که پایین تر از فرکانس ویژه هستند، به شدت بیشتری نیاز دارند تا پاسخ تولید کنند و افزایش آستانه در یک تا دو اکتاو پایین تر از فرکانس ویژه تدریجی است که این باعث پهنای وسیعتر منحنی در قسمت فرکانس پایین می شود. آستانه فرکانسی در نورون های با ریت خودبخودی بالا، میانی و پایین شکل یکسانی دارد. با این حال آستانه فرکانس ویژه برای فیبرهای مختلف می تواند تا ۶۰dB متفاوت باشد. نورون های با ریت خودبخودی بالا، پایین ترین آستانه را دارند درحالی که نورونهای با ریت خودبخودی پایین، بیشترین آستانه را دارند (Salvi et al., ۱۹۸۲).

نکات کلیدی

منحنی کوک هر فیبر عصب شنوایی روی محدوده ی فرکانسی باریکی متمرکزاست . بااین حال انسان ها می توانند محدوده ی وسیعی از فرکانس ها را بشنوند به این دلیل که بسیاری از فیبرها به فرکانس های پایین، بالا و میانی دیگری هم کوک می شوند که کل محدوده ی شنوایی را می پوشاند.



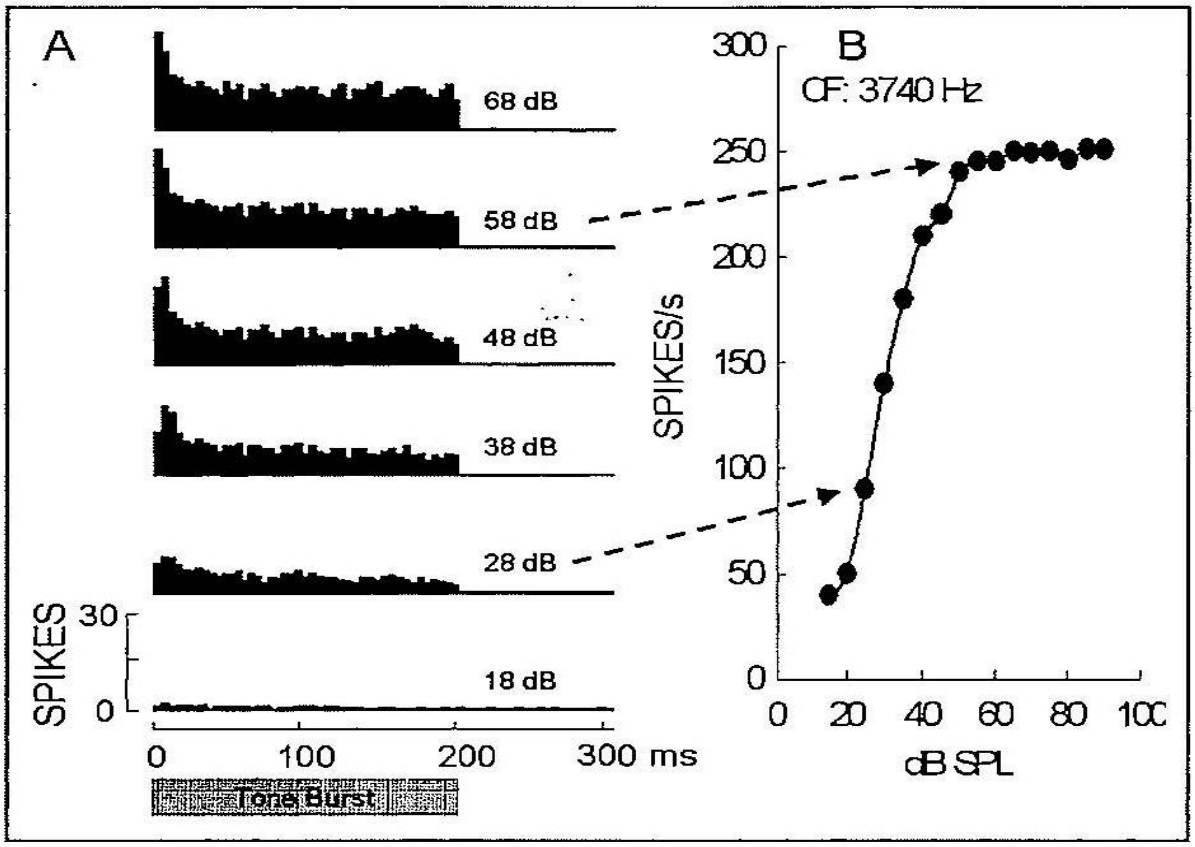
شکل ۶-۲: A) تصویر شماتیک از تخلیه عصبی خودبخودی از یک فیبر عصب شنیداری . B) تصویر شماتیک از فیبرهای عصب شنیداری با میزان ریت خودبخودی مختلف . C) تصویر شماتیک از منحنی کوک آستانه- فرکانس در فیبرهای عصب شنیداری با میزان ریت خودبخودی بالا، میانی و پایین همراه با منحنی کوک نورونی که فرکانس ویژه آن نزدیک ۴KHz است. بخش میزان ریت خودبخودی بالا، پایین ترین آستانه را دارد و بخش میزان ر یت خودبخودی پایین، بالاترین آستانه را دارد.

بعد از اینکه عصب تحریک می شود، رنگ خاصی به داخل نورون ها تزریق می شود تا مکان و نوع سلول مویی که به آن عصب دهی می کند را نشان دهد. این مطالعات دو حقیقت مهم را آشکار می سازد: اول اینکه مکان نورون ها در فرکانس های مختلف در طول حلزون مشخص می شود، از این رو نورون

های فرکانس بالا، سلول های مویی در قاعده حلزون و نورون های فرکانس پایین، سلول های مویی در راس حلزون را عصب دهی می کنند (شکل ۴-۲). این نتایج ساختار تونوتوپیک حلزون را از عصب شنیداری تا هسته های حلزونی نشان می دهد. دوم اینکه همه ی نورون هایی که به صدا پاسخ می دهند به سلول های مویی داخلی متصل می شوند و هیچ کدام به سلول های مویی خارجی متصل نمی شوند (Liberman ,۱۹۸۲, Robertson , ۱۹۸۴). از این یافته ها می توان نتیجه گرفت که همه ی اطلاعات اکوستیکی توسط نورون های نوع یک عصب شنیداری به سیستم شنوایی مرکزی منتقل می شوند. ظاهرا فیبرهای نوع دو که به سلول های مویی خارجی متصل می شوند در پاسخ به صدا عملکردی ندارند (Robertson, ۱۹۸۴). شکل ۲-۷a یکسری هیستوگرام زمان پیش از تحریک را که توسط یک محرک تون برست با زمان ۲۰۰ms در سطوح شدتی پایین، نزدیک و بالای آستانه ارائه می شود، نشان می دهد. درشدت۱۸dB SPL میزان اسپایک نورون در طول محرک تقریبا همانند محرک است و میزان تخلیه ی عصبی پایین ونزدیک آستانه را نشان می دهد. وقتی که شدت تا ۲۸dB SPL افزایش می یابد، میزان تخلیه عصبی در زمان آغاز تحریک افزایش می یابد و سپس به تدریج کاهش می یابد و در ۲۵ms بعد به سطح ثابتی می رسد که بیش از مدت زمان تحریک است. بعد از اتمام تحریک، میزان اسپایک عصب تا میزان ریت خودبخودی آن کاهش می یابد. بنابراین افزایش در شدت محرک باعث افزایش در پاسخ آغازین و سطح ثابت می شود. کاهش میزان شلیک عصبی از قله تا سطح ثابت، آداپتاسیون عصب را، که توسط تخلیه ی نوروترنسمیترهایی که از سلول مویی به دندریت های آوران نوع یک ایجاد می شود ، منعکس می کند. بعد از اتمام تحریک وزیکول ها دوباره پر از نوروترانسمیترها می شوند که این باعث می شود تا عصب شنیداری دوباره به محرک پاسخ دهد .

محدوده ی پویایی اشاره به محدوده ی شدت صداهایی دارد که همانطور که شدت افزایش می یابد اسپایک ریت آنها هم افزایش می یابد. محدوده ی پویایی برای نورون در شکل ۲-۷b تقریباً تا ۴۰dB می باشد.

محدوده ی پویایی بیشتر فیبرهای عصب شنیداری رنجی بین ۳۰-۵۰dB را شامل می شود. این به این معنی است که یک تک نورون می تواند تغییرات شدتی تا ۳۰-۵۰dB را رمز گشایی کند که نسبت به محدوده پویایی بلندی که تقریباً تا ۱۳۰dB است خیلی کمتر ا ست. این موضوع را می توان اینگونه توجیه کرد که، فیبرهای با میزان ریت خودبخودی بالا (آستانه پایین) می توانند تغییرات بلندی در شدت های پایین تا میانی را کد کنند و فیبرهای با میزان ریت خودبخودی پایین (آستانه بالا) می توانند تغییرات بلندی در شدت های بالاتر را کد کنند . بنابراین محدوده پویایی یک نورون می توا ند تا رنج ۱۱۰-۱۳۰dB باشد.



شکل ۷-۲: A) تصویر شماتیک از هیستوگرام زمان پیش تحریک (PSTH) از یک عصب شنیداری

که با استفاده از محرک تون برست ۲۰۰ms تحریک شده است . افزایش شدت صدا از -۱۸ ۶۸dBSPL در ۱۰ گام. B) تصویر شماتیک سطح محرک- میزان اسپایک. میزان اسپایک به سرعت از ۵۸-۲۳dBSPL افزایش می یابد و سپس در سطوح بالای محرک به سطح ثابت می رسد.

راه شنوایی مرکزی :

خروجی عصب شنوایی به نورون های واقع در هسته های حلزونی می رسد (شکلd۱-۲). ورودی هسته های حلزونی عمدتا یک طرفه و همانسویی هستند. خروجی هسته های حلزونی به مجموعه ی زیتونی فوقانی همانسویی و دگر سویی وارد می شود. شدت و زمان نسبی سیگنالی که به مجموعه ی زیتونی فوقانی دو طرف می رسد، مکان صدا را در فضا محاسبه می کند. صدایی که از بلندگو در طرف راست سر ساتع می شود، ابتدا به گوش راست می رسد و تقریباً با ۸۰۰ میکروثانیه تاخیر به گوش چپ می رسد. نورون های واقع در مجموعه ی زیتونی فوقانی و سطوح بالاتر راه های شنیداری می توانند این اختلاف زمان و مکان منبع صدا را کشف کنند. اختلاف شدت بین گوشی (ITD) نقش مهمی در تعیین مکان منبع صدا در فرکانس های پایین تر از ۲KHz ایفا می کند. صدایی که از بلندگویی که در طرف راست سر واقع شده است ساتع می شود باید سر را دور بزند تا به گوش مقابل برسد. صداهای فرکانس پایین به دلیل داشتن طول موج بلند می توانند سر را دور بزنند تا به گوش مقابل برسند در نتیجه اختلاف شدت بین گوشی به طور نسبی در فرکانس های پایین کم است. با این حال، هر چه فرکانس افزایش می یابد طول موج کوتاه تر می شود و به دلیل اثر سایه ای سر انتقال صدا به گوش مقابل کمتر می شود. نورون های واقع در مجموعه ی زیتونی فوقانی و بخش های بالاتر راه های شنیداری، می توانند اختلاف شدتی بین دو گوشی را در فرکانس های بالا محاسبه و مکان منبع صدا را تعیین کنند. خروجی مجموعه

ی زیتونی فوقانی به نوار طرفی و کولیکلوس تحتانی می رسد. یکی دیگر از مراکز پردازش دو طرفه مهم نیز در مغز میانی واقع شده است. خروجی کولیکلوس تحتانی به جسم ذوزنقه ای داخلی در پشت تالاموس و سپس به کورتکس شنیداری می رسد که در شناخت و تفسیر صداها ی پیچیده مثل گفتار و موسیقی دخیل است.

فصل سوم

جنبه های پزشکی آسیب اتولوژیک نویز

در موسیقی دان ها

در آمریکا هر متخصص گوش روزانه با بیمارانی که مبتلا به کم شنوایی هستند، روبرو است که همه یا بخشی از آن بوسیله ی قرار گرفتن در معرض نویز بلند ایجاد شده باشد. تقریبا ده میلیون از مردم آمریکا مبتلا به کم شنوایی ناشی از نویز هستند (National Institues of Health [NIH], ۱۹۹۰). پزشکان همچنین باید با دیگر شرایط پزشکی که می تواند این نوع آسیب را بدتر کند آشنا باشند .اختلالاتی که در اثر قرارگیری در معرض نویز ایجاد می شود شامل ختلالات شنوایی و به طور بالقوه ای اختلالات وستیبولار می باشد (جدول ۱-۳). به نظر می رسد برای بیمارانی که در مراکز صنعتی با نویزهای زیادی سروکار دارند منابع آسیب برای متخصصین گوش آشکار است. با این وجود، تعداد زیادی از متخصصین گوش (وسایر پزشکان) ممکن است از شرایط پزشکی که وجود دارد آگاه نباشند از این رو نگرانی های خاصی در مورد موسیقی دانها وجود دارد.

در مطالعاتی که انجام شد (Kahari, Zachau, Eklof, Sandsjo, & Moller, ۲۰۰۳)، ظهور یک یا چند اختلال در ۷۴% از ۱۳۹ موسیقی دان جاز و راک یافت شد. مفهوم NIOD یا آسیب گوش در اثر نویز، برای همه ی ما مهم است، اما اهمیت خاصی برای موسیقی دانها دارد. ضرورت شنوایی موسیقی دانان به نحوه ی زندگی آنها مربوط می شود و اهمیت بیشتری دارد از این رو آسیب هایی که به شنوایی آنها مربوط است می تواند شدید شود یا باعث ناتوانی آنها شود (Sataloff, ۱۹۹۱). این فصل در مورد آسیب های ناشی از نویز، موارد مرتبط با موسیقی دانها، ضرورت خاص ارزیابی شنوایی و پزشکی موسیقی دانها، روش های مشاوره درمانی و نتیجه گیری می باشد.

نکات کلیدی

آسیب اتولوژیک قرار گیری در معرض نویز بلند (موسیقی) می تواند منجر به اختلالات شنوایی (کم شنوایی ناشی از نویز، وزوز، هایپراکوزیس، دیپلاکوزی و رکروتمنت) و اختلالات وستیبول شود.

جدول ۱-۳: اختلالاتی که توسط آسیب های اتولوژیک نویز ایجاد می شود.

اختلالات شنوایی
- کم شنوایی ناشی از نویز
- وزوز
- هایپراکوزیس
- دیپلاکوزی
- رکروتمنت

اختلالات وستیبولار
- سرگیجه
- عدم تعادل

اختلال NIOD(Noise Induced Otologic Damage)

کم شنوایی تدریجی ناشی از قرارگرفتن در معرض نویز بلند را NIHL و کم شنوایی ناشی از قرار گرفتن در معرض موسیقی بلند را MIHL می گویند. برای بحث کامل در مورد بیومکانیسم و بیوشیمی NIHL، شما باید به فصل دو مراجعه کنید.

همانطور که به طور کامل اشاره شد، MIHL در بین موسیقی دانها اتفاق می افتد و شیوع آن به نوع موسیقی که نواخته می شود بستگی دارد (مثل کلاسیک، راک، جاز). شیوع کم شنوایی در بین موسیقی

دانان کلاسیک از ۴% تا ۵۸% گزارش شده است و بیشتر آنها کم شنوایی ملایم داشتند (Axelsson & Lindgren, ۱۹۸۱; Chesky & Henoch, ۲۰۰۰; Karlsson, Lundquist, & Olaussen, ۱۹۸۳; Ostir, Eller, Dahlin, & Skylv, ۱۹۸۹; Westmore & Eversden, ۱۹۸۱). شیوع کم شنوایی در بین موسیقی دانان پاپ و راک از ۱۳% تا ۳۰% گزارش شده است (Axelsson & Lindgren, ۱۹۷۸; Chesky & Henoch, ۲۰۰۰; Hart, Geltman, Schupbach, & Dey.(Santucci, ۱۹۸۷ در سال ۱۹۷۰ گزارش کرد که TTS شدید در شنوندگانی که در معرض موسیقی راک با شدت ۱۱۰dBA قرار می گیرند، وجود دارد و براساس DRC، ۱۶% احتمال دارد که دائمی شود و به این دلیل است که موسیقی راک، کم شنوایی بیشتری نسبت به موسیقی کلاسیک ایجاد می کند.

SPL ای که موسیقی دان به طور روتین با آن مواجه است در موسیقی پاپ یا راک در فاصله ی سه فوتی از بلندگو، تا محدوده ی خطرناک ۱۲۰-۱۳۰dBA گسترش می یابد، (Hart et al ., ۱۹۸۷)، و در موسیقی های Jazz،Blue،Western bandsوCountry، ۱۰۱dBA - ۸۰ و ۸۳-۱۱۲dBA روی سکو در ارکسترای مختلف (Chasin, ۱۹۹۶) می باشد. بنابراین برای اجرای موسیقی پاپ و جاز/راک در مقایسه با اجرای موسیقی کلاسیک اختلاف زیادی در SL وجود ندارد (Hart et al., ۱۹۸۷). بنابراین به طور متوسط موسیقی راک نسبت به موسیقی کلاسیک بلندتر است زیرا قطعه های سکوت زیادی در آرایش آن وجود ندارد (Gunderson, Moline, & Catalano, ۱۹۹۷). بیشتر موسیقی دانها ۸ ساعت یا بیشتر در روز تمرین می کنند البته بستگی به این دارد که چقدر به روز اجرا نزدیک باشند. همانطور که در بالا اشاره شد، این فاکتورها علاوه بر سطوح صوتی که آنها با آن مواجه هستند، وجود یک ارتباط قوی بین قرار گرفتن در معرض موسیقی و NIHL را نشان می دهد.

یکی از رایج ترین مشکلاتی که مردم مبتلا به NIHL تجربه می کنند این است که به سختی گفتار را درک می کنند، به خصوص در حضور نویز زمینه . البته این اثر ثانویه کم شنوایی در فرکانس های بالا می باشد، با این حال کم شنوایی فرکانس بالا برای موسیقی دان ها و خواننده ها زیان آور است چون آنها باید با دقت فرکانس های بالاتر از آنچه که برای درک گفتار نیاز است، را مچ کنند و کم شنوایی فرکانس بالا باعث می شود پیچ های بالاتر بیش از حد بلند نواخته شوند که این باعث یک اجرای غیر قابل قبول می شود، همچنین می تواند منجر به کشش مچ و بازو شود، برای مثال ویولونیست ها برای جبران کم شنوایی ممکن است مچ وبازویشان را بیش از حد خم کنند (chasin ,۱۹۹۶). بنابراین از دست دادن وضوح و دقت به خصوص در تون های بالاتر می تواند به توانایی های شخص در لذت گوش دادن به موسیقی آسیب بزند.

نکات کلیدی

این اختلالات با شیوع متنوعی در بین موسیقی دانها وجود دارد و می تواند به طور بالقوه ای ناتوانی فرد و از دست دادن کار را به دنبال داشته باشد.

برخلاف NIHL ی که در مراکز صنعتی دیده می شود، MIHL اغلب در موسیقی دانها نامتقارن است که احتمالا به موقعیت ابزار و مکان مانیتورها و یا تقویت کننده ها نسبت به گوششان بستگی دارد. به طور مثال صدای طبل در موسیقی راک باعث کم شنوایی بیشتر درسمت چپ می شود چون این گوش به سنج هایی که در بالای سر قرار دارد ، نزدیک تراست. گوش چپ در ویولونیست ها و گوش راست در نوازندگان فلوت نیز بدتراست. به علت این عدم تقارن، غیر عادی نیست که موسیقی دان ها حتی از

اختلال در گوش بهتر شکایت کنند (Chasin, ۱۹۹۶).

وزوز

وزوز درک صدا در گوش در غیاب محرک خارجی می باشد و در اکثر موارد با کم شنوایی همراه است . بر اساس آمار انجمن وزوز آمریکا، بیش از ۹۰% بیماران مبتلا به وزوز در جهان مبتلا به کم شنوایی ناشی از نویز هستند. وزوز معمولاً (نه همیشه) صدای زیر، بدون پالس و ذهنی است (فقط توسط فرد مبتلا درک می شود). معمولا این آگاهی ذهنی بر کم شنوای مقدم است. وزوز می تواند آن قدر بلند باشد که بیش از کم شنوایی ناتوانی ایجاد کند. وزوز در تعداد زیادی از موسیقی دان های راک باعث می شود عملکرد زندگی شان محدود و یا از صنعت موسیقی باز دارد. در مطالعه ای که Laitinen روی ۵ گروه ارکستر اصلی انجام داد وزوز را در ۳۷% از موسیقی دان های کلاسیک یافت. وزوز به نوازنده های ابزارهای زهی به خصوص ابزارهای با تیزی بالاتر مثل ویولون آسیب می رساند. همچنین به نظر می رسد که قرار گرفتن در معرض موسیقی به طور مداوم می تواند بلندی یا عدم تحمل وزوز را تشدید کند.

هایپراکیوزیس

واژه ای است که برای شرح حساسیت بیش از حد، کاهش تحمل و احساس درد در شنیدن اصوات معمولی استفاده می شود. ۲۵-۴۰% از بیماران با هایپراکوزیس، وزوز را تجربه می کنند (Shiley, Folmer, & McMenomey, ۲۰۰۵). هایپراکوزیس می تواند منجر به ترس از صدا صرف نظر از شدت آن شود. در نتیجه بیشتر وقت این افراد به پایش سطح شدت صدای افراد مجاور یا استفاده روزانه از وسایل حفاظت شنیداری در مقابل اصوات روزانه برای حفاظت بیشتر گذرانده می شود، که این باعث

یک سیکل حساسیت بیش از حد، هایپراکوزیس و فونوفوبیا می شود(Shiley et al., ۲۰۰۵).

Laitinen (۲۰۰۵) در مطالعه ای که انجام داده بود، گزارش کرد که ۴۳% از نوازنده های کلاسیک هایپراکوزیس داشته اند که باعث مشکلات جدی یا خاتمه دادن به شغل آنها شده بود. هایپراکوزیس و فونوفوبیا باعث استفاده بیش ازحد از وسایل حفاظت شنوایی و در نهایت باعث تداخل در اجرای موسیقی آنها می شود.

دیپلاکوزی و رکروتمنت

دیپلاکوزی، درک غیر طبیعی صدا هم در زمان و هم در تیزی است که یک صدا به عنوان دو صدا شنیده می شود. همچنین می تواند افزایش فرکانس یک صدای خاص باشد که به عنوان افزایش بلندی دریافت می شود؛ به نظر می رسد تیزی یکسان باقی می ماند. دیپلاکوزی ممکن است باعث شود یک نوت موسیقی یکنواخت نواخته شود یا یک نوازنده خارج از نوت بنوازد. رکروتمنت، یک افزایش شارپ در بلندی صدای درک شده همراه با افزایش کمی در شدت واقعی صدا است. در نتیجه صداهای ابزارآلات موسیقی حتی با شدت ملایم ممکن است برای فرد دردناک دریافت شود. دیپلاکوزی و رکروتمنت همچنین در بیماری منیر خیلی رایج هستند.

اختلالات وستیبول

به دلیل لابیرنت غشایی مشترک، تشابه ساختارهای سلول های مویی کوچک و شریان مشترک با سیستم شنوایی، ساختمان وستیبول در برابر نویزهای بسیار بلند دچار آسیب می شود. درحالی که این موضوع بحث برانگیز باقی مانده است، چندین مطالعه در بیش از ۲۰ سال گذشته وجود رابطه نویز بلند و اختلال وستیبول، شامل عدم تعادل و آزمون های وستیبولی غیرطبیعی را تائید می کرد. Golz و همکارانش در

سال ۲۰۰۱ شواه‌د پزشکی مبنی بر آسیب وستیبول، فقط در مواقع وجود کم شنوایی نامتقار ن، در بین ۲۵۸ نفر ارتشی که در معرض نویزهای شدید بودند، یافتند که با توجه به نامتقارن بودن MIHL، آسیب وستیبولار در بین موسیقی دانها نگران کننده است.

تاریخچه پزشکی

برای به دست آوردن یک تاریخچه پزشکی از موسیقی دان، متخصص گوش باید هراختلال دیگری که وجود دارد را تعیین کند و همچنین زمان وقوع، نوع حمله پیشرونده، و حضوردیگرعلائم اتولوژیک (درد گوش، احساس پری، ترشح از گوش) را بررسی کند. در بیماران مبتلا به وزوز، سوالاتی در مورد موقتی یا دائمی بودن، ضربانی و یا غیرضربانی بودن پرسیده می شود. وزوز ضربانی و موقت معمولا در مشکلات عروقی دیده می شود. پزشکان باید در مورد فاکتورهایی که در NIHL دخیل هستند، از فرد سوالاتی بپرسند.

سیگار فاکتوری است که در کم شنوایی ناشی از نویز دخیل است که بیشتر به دلیل آسیب به کاردیووسکولاریس می باشد. نویز همراه با داروهای اتوتوکسیک آسیب بیشتری نسبت به هر چیز دیگری ایجاد می کند.

آسپیرین، داروهای غیراستروئیدی، غیرالتهابی و دیورتیک های حلقوی، وزوز و کم شنوایی برگشت پذیر ایجاد می کنند. در حالی که آنتی بیوتیک های آمینوگلیکوزیدی و داروهای آنتی نئوپلاستیک مشتق شده از پلاتینیوم منجر به آسیب های دائمی می شوند. بسیاری از مطالعات، آسیب های مشابه ناشی از قرار گیری در معرض نویز، محیط های آلوده به کربن مونوکسید و هیدروژن سیانید را نشان داده اند. همچنین اثرات مشابهی در مواد شیمیایی صنعتی خاص شامل حلال های شیمیایی، فلزات و گازهای

مضر خاص دیده شد. هر تاریخچه ای از بیماری های اتولوژیک مثل منیر، فیستول پری لنف، اتو اسکلروز باید پرسیده شود. همچنین متخصصین گوش باید در باره ی بیماری های غیر اتولوژیک که می تواند دلیل ایجاد کم شنوایی باشد مثل ضربه به سر، تروما، بیماری های کاردیووسکولاریس، سیفلیس، تومور وراءحلزونی، پرکاری تیروئید شدید و بیماری اتوایمیون و همچنین وزوز و هایپراکوزیس (سندرم مفصل تمپورومندیبولار، میگرن، بیماری Lyme، فلج عصب۷، و مشکلات عروقی و افسردگی) بپرسند.

نکات کلیدی

در تست ها و آزمایشات پزشکی از موسیقی دان با یک یا بیشتر این اختلالات، متخصص گوش باید از جنبه های خاص موسیقی دان مانند تاریخچه پزشکی،آزمایشات فیزیکی و ارزیابی شنوایی آنها آگاه باشد . همچنین باید مدت نوازندگی، موقعیت فرد نسبت به دیگر نوازنده ها و بلندگوها،استفاده از موسیقی و MP۳ مدنظر باشد.

جدول ۲-۳: فاکتورهایی که در NIHL مشارکت دارند.

سن
عوامل شیمیایی
- محیط
- صنعت

دیابت شیرین
فاکتورهای ژنتیکی
- استعداد ژنتیکی
- جنس
- لیپوپروتئین بالا

داروهای اتوتوکسیک
پیرگوشی
نویز تفریحی
- تیراندازی
- ابزارهای قدرتی(Power Tools)
- ورزش های موتوری
- گوش دادن به موسیقی بلند
- بازی های ماجرایی(Arcade Games)

عوامل خطرزای بیماری های عروقی
سیگار

آزمایشات پزشکی

در کل معاینه فیزیکی سر و گردن نسبت به معاینه اتولوژیک باید با دقت و توجه خاصی انجام شود. اتوسکوپ پنوماتیک، دیاپازون ها و تصویر میکروسکوپی باید انجام شود. یک معاینه ی اتونورولوژیک برای وزوز عینی، تعادل، راه رفتن و سرگیجه نیاز است انجام شود، البته اگرعلائمی وجود داشته باشد. اگر پاتولوژی وراءحلزونی وجود داشته باشد باید MRI انجام دهیم و اگر پاتولوژی استخوان تمپورال وجود داشته باشد CT SCAN پیشنهاد می شود. اگر مشکوک به هر بیماری که قبلا گفته شد هستیم، آزمایش خون باید انجام شود.

ارزیابی های ادیولوژیک

تست های ادیومتری مرسوم باید انجام شود. توجه خاصی به ادیوگرام شود، جست و جوی وجود یک کم شنوایی حسی– عصبی در محدوده ی فرکانس های KHz ۶-۳ اما نه لزوما یک ناچ (KHz ۴ به طور خاص برای NIHL) در نوازنده ها باید مدنظر باشد . همانطور که قبلا در فصل اول بحث شد، کم شنوایی فرکانس بالا نامتقارن در بین نوازنده ها غیرمتداول نیست. با این حال کم شنوایی که روی ادیوگرام دیده می شود آسیب حلزونی تخمین زده می شود. با ورود و شیوع OAE، در حال حاضر وسیله ای برای شناسایی دقیق تر و پیشگیری احتمالی MIHL وجود دارد.

OAE صداهایی هستند که در کانال گوش اندازه گیری می شوند و این صداها توسط حرکات فعال سلول های موی خارجی در پاسخ به محرک ایجاد می شوند. OAE حتی به تغییرات ناچیز عملکرد سلول های موی خارجی حساس است به خصوص در مراحل اولیه NIHL و می تواند اختلال عملکرد حلزونی را قبل از اینکه آسیب جدی وارد شود، نشان دهد. اخیرا چنان چه عدم تعادل و سرگیجه مشاهده شود ارزیابی های وستیبول انجام می شود.

درمان

درمان NIHL/MIHL

دارویی برای درمان و پیشگیری NIHL وجود ندارد با این حال پیشرفت تحقیقات آزمایشگاهی که روی حیوانات انجام شده است، نشان داده اند که داروهای محافظ گوش در مقابل نویز، در آینده ای نه چندان دور قابل دسترس باشد. یک فرضیه عمومی بیان می کند آسیب کم شنوایی ناشی از نویز به دلیل ترشح متابولیکی سلول است که با آزاد شدن رادیکال های آزاد یا اکسیدانت های مخرب همراه شده است. در

حالی که، تحقیقات زیادی روی ترکیبات مختلف در حال اجرا است که فراتر از محدوده این فصل می باشد ولی بیشتر عوامل در رده آنتی اکسیدان ها قرار می گیرند (یعنی گلوتامات و Nاستیل سیستئین)، آنزیم های آنتی اکسیدانت (ebselen)، تثبیت کننده های میتوکندریال (مثل acetyl-l-carnitine) و یا آنتاگونیست گلوتامات (کالباماتوئین) می باشد. تا زمانی که این عوامل در بین آزمایشات بالینی انسان ها مورد قبول و قابل دسترس شوند، درمان MIHL در بین موسیقی دان ها، بازتوانی و استفاده از ابزارهای شنوایی می باشد. بنابراین بسیار حائز اهمیت است که متخصص گوش و حلق و بینی در مورد وسایل پیشگیری از کم شنوایی با موسیقی دان ها صحبت کند. استفاده از وسایل حفاظت شنوایی با کیفیت بالا باید توصیه شود که شامل توصیه هایی متناسب با ابزارهای خاص و یا حوزه ی موسیقیایی می باشد. اصلاحات محیطی برای کاهش درمعرض قرارگیری موسیقی درزمان مناسب در مباحث ذکر شده است. (نویسنده در اینجا به مباحثی که در قسمت دیگری از این کتاب ذکر شده است، اشاره دارد) علاوه بر این باید به همه موسیقی دان ها توصیه شود که از قرارگیری در معرض نویزهای بلند و نیز از مصرف داروهای اتوتوکسیک اجتناب کنند و به دقت، قرارگیری در معرض موسیقی را مانیتور کنند.

درمان وزوز

مواردی هستند که تعیین می کنند آیا درمان وزوز در موسیقی دان ها بر موقعیت آنها دلالت دارد یا نه. شدت وزوز می تواند به طرق مختلفی، کمی شود که در توانبخشی داوطلبانه وزوز و شاخص شدت وزوز استفاده می شود (Seidmam&Jacobson,۱۹۹۶).

گزینه های درمانی رایج برای وزوز در جدول ۳-۳ خلاصه شده است. بسیاری از بیماران به استراتژی های چند وجهی برای مدیریت مطلوب نیاز دارند. معمولاً دارویی برای درمان وزوز وجود ندارد. با

این حال بسیاری از مطالعات، درمان های دارویی خاصی که می تواند وزوز را برای تعدادی از بیماران کاهش دهد، نشان داده اند. بیشتر درمان های دارویی رایج شامل amitriptyline (Elavil)،(Xanax)alprazolam،(Valium) diazepam و histamine می باشد (Seidman & Jacobson, ۱۹۹۶). همه ی این درمان های دارویی، عوارضی دارند (مانند خشکی دهان و عدم هوشیاری و...) که ممکن است برای عملکرد یک موسیقی دان آسیب زننده باشد، بنابراین باید قبل از تجویز این داروها در مورد آنها با موسیقی دان صحبت شود.

TRT رایج ترین درمان در بین افراد مبتلا به وزوز در آمریکا است. آنچه که توسط Jastreboff & Hazell توصیف شده است. TRT یک نتیجه ای از تئوری نوروفیزیولوژیک وزوز است.TRT ترکیبی از مشاوره و تولید صدای پهن باند با شدت کم می باشد تا عادت سازی به وزوز ایجاد شود.

Jastreboff، ۸۰۰ بیمار را با TRT درمان کرد که ۸۲% از آنها درمان موفقیت آمیزی را گزارش کرده اند و این نتیجه ای است که توسط گزارشات مختلفی در جهان با دلیل و مدرک ارائه شده است.

جدول ۳-۳: گزینه های درمانی برای وزوز

تقویت (سمعک)
بیوفیدبک
مشاوره
دارو درمانی
- ضد افسردگی
- ضد تشنج
- آنتی هیستامین
- ضد نگرانی
- بیهوشی

تحریک الکتریکی
هموپاتیک درمانی (درمان های خونی)
- نیاسین
- هیستامین
- جینکو بیلوبا
- ویتامین B
- منیزیم یا روی
- طب سوزنی

تکنیک پوشش
- تولید کننده ی صدا
- بالش صدا
- سی دی / رادیو

TRT
درمان مفصل تمپورال مندیبولار

درمان هایپراکوزیس

گزینه های درمانی برای هایپراکوزیس محدود است. ۸۰-۹۰% بیماران مبتلا به هایپراکوزیس درمان موفقیت آمیزی را با TRT گزارش کرده اند. یک روش دیگر حساسیت زدایی است و این کار با استفاده از صدای فرکانس پائین یا صدای صورتی(Pitch) که در تولیدکننده های صداهای خاص یا در یک CD تعبیه شده است، انجام می شود. باید به بیماران مشاوره داده شود که از ear plug ها و ear muff در جاهایی که صدا نرمال است و محیط های روزانه استفاده نکنند. همانند وزوز، هایپراکوزیس

می تواند با نگرانی و افسردگی زیادی همراه باشد همانطور که قبلاً ذکر شد ترس از صدا ممکن است وجود داشته باشد. برای این بیماران داروهای ضد افسردگی و ضد نگرانی تجویز می شود و همچنین باید مشاوره سایکولوژیک دریافت کنند.

درمان دیپلاکوزی ورکروتمنت

همانند هایپراکوزیس، گزینه های درمانی دیپلاکوزی و رکروتمنت محدود است. خوشبختانه اغلب نیازی به درمان نیست مگر در مواردی که کم شنوایی ناشی از موسیقی باعث اختلال در عملکرد فرد می شود. با این حال بر خلاف هایپراکوزیس درمان دیپلاکوزی با استفاده از وسایل حفاظت شنوایی انجام می شود که سطح کلی صدا را پایین می آورند و سطح صدا را از منحنی کوک سایکوفیزیک مشخص شده پایین تر می آورند. وسایل مناسبی که می توانند مشکل را بر طرف کنند به ابزارهای موسیقی بستگی دارد (Chasin,۱۹۹۶). درمان های بسیار کمی از طریق TRT برای دیپلاکوزی و رکروتمنت گزارش شده است. به طرز عجیبی یک موسیقی دان مبتلا به دیپلاکوزی (وهایپراکوزیس) غیر قابل تحمل، از طریق جراحی لابیرنتکتومی حلزون درمان شده بود، گزارش شده است (Cherry &Brown, ۱۹۹۶).

نکات کلیدی

پیشگیری از این اختلالات اهمیت بیشتری دارد، تا از سلامت اتولوژیک و مدت زمانی که یک موسیقی دان به شغلش پرداخته است، مطمئن شویم. متخصص گوش و حلق و بینی باید وسایل مناسب پیشگیری شامل وسایل کمک شنوایی با کیفیت بالا، اصلاح محیط و درمان پزشکی لازم را توصیه کند.

خلاصه

همانند ورزشکاران حرفه ای، عملکرد هنرپیشه ها (به خصوص موسیقی دانها) اغلب بیماری های مرتبط با حرفه شان را توسعه می دهد. پزشکانی که با طب هنر در ارتباط هستند با ارزیابی و درمان اختلالات ناشی از گروه های عضلانی کوچک که رخ دادن آنها در موسیقی دانها شایع است کاملا آشنا هستند. اختلالات ناشی از NIOD که در بین موسیقی دانها وجود دارد، اگر ناشناخته باقی بماند می تواند آسیب شدیدی وارد کند بنابراین ضروری است که همه ی متخصصین گوش و حلق و بینی موسیقی دان ها را آزمایش کنند و درمان و مشاوره مناسب را انجام دهند.

فصل چهارم

وزوز، هایپراکیوسریس و موسیقی

وزوز چیست؟

وزوز درک و دریافت صدا در غیاب محرک خارجی است که معمولاً با کم شنوایی ناشی از نویز همراه است. وزوز دو نوع گسترده دارد . وزوز گوش میانی که نتیجه ی ناهنجاریهای رگ های خونی یا منقبض شدن ماهیچه ها در حفره گوش م یانی، در پشت پرده تمپان می باشد و وزوز حسی عصبی که حلزون و یا سیستم عصبی شنوایی را شامل می شود . وزوزی که ناشی از قرارگرفتن در معرض موزیک است یک نوع وزوز حسی عصبی است . توصیفات رایجی که از وزوز می شود شامل زنگ زدن، وزوز کردن، جیر جیر کردن و هیس کردن می باشد (Stouffer & Tyler, ۱۹۹۰). وزوز می تواند دائمی یا موقت، در یک گوش یا دو گوش باشد و کیفیت وزوز می تواند از یک روز به روز دیگر تغییر کند. وزوز یک علامت نسبتاً رایج در بین مردم است. تقریباً ۰.۵% از جمعیت کلی گزارش کرده اند که وزوزشان تأثیر شدیدی روی توانایی های آنها در زندگی عادی دارد (Coles, ۱۹۸۴). شیوع وزوز با افزایش سن و با قرار گرفتن در معرض نویز بیشتر می شود. امروزه به طور رایج، وزوز در میان جوانانی که برای یک دوره طولانی در معرض موزیک های شدید هستند، دیده می شود . اغلب موارد عکس العمل های احساسی شدیدی (شامل نگرانی و افسردگی) در افراد مبتلا به وزوز گزارش شده است. وزوز همچنین می تواند با شنوایی شما تداخل داشته باشد (از جمله دریافت شما از موزیک). یکی از شکایت های رایج، مشکل خوابیدن فرد در شب می باشد که روی عملکرد کلی فرد در روز بعد تاثیر دارد. وزوز همچنین با مشکلات تمرکز کردن همراه است به طور مثال وقتی شما تلاش می کنید تا یک تون جدید موسیقی را یاد بگیرید یا وظایف پیچیده دیگر را انجام دهید و وزوز مانع تمرکز شما می شود.

نکات کلیدی

تقریباً ۰.۵% از جمعیت کلی گزارش می کنند که وزوزشان تأثیر شدیدی روی توانایی های آنها در زندگی عادی دارد (Coles, ۱۹۸۴). وزوز یک علامت است نه یک بیمار.

اگر فردی به موزیک های با شدت زیاد گوش دهد ممکن است وزوز ایجاد شود کسانی که در معرض موزیک های مدرن و کلاسیک قرار می گیرند در معرض خطر وزوز ناشی از موزیک هستند . اطلاعاتی در حال جمع آوری است تا وجود وزوز ناشی از موزیک را اثبات کنند (Bradley, Fortnum, & Coles, ۱۹۸۷; Coelho, Sanchez, & Tyler, ۲۰۰۷a,b; Mercier, Luy, & Hohmann, ۲۰۰۳; Schmuziger, Patscheke, & Probst, ۲۰۰۶).

علت ایجاد وزوز چیست؟

وزوز بیماری نیست بلکه نشانه ای از بیماری است و علل مختلفی دارد که در بیشتر مواقع ناشناخته اند. به طور کلی می توان گفت فاکتورهایی که کم شنوایی را ایجاد می کنند، می توانند وزوز ایجاد کنند.

قرار گرفتن در معرض نویز

کم شنوایی و وزوز ناشی از نویز دو پدیده ی مرتبط با هم هستند. رایج ترین موقعیت هایی که وزوز ناشی از نویز ایجاد می شود کار با صنایع پر سرو صدا (مثل کارخانه ها) یا کار با اسلحه های تیراندازی است. طبق تجربه بالینی ما، کار در یک کارخانه پر سروصدا به مدت ۲ تا ۳ سال می تواند

وزوز ایجاد کند. اغلب، وزوز در پایان یک شیفت کاری ایجاد می شود و سپس محو می شود و سپس برای چندین ماه به یک صدای ثابت تبدیل می شود. گاهی وزوز شخص بعد از اتمام کارش (قرار گرفتن در معرض نویز)، بیشتر می شود. گاهی اوقات وزوز ناشی از تیراندازی بعد از یک تک تیر اتفاق می افتد، اما به وجود آمدن وزوز بعد از ماه ها و سال ها در معرض تیراندازی بودن، شایع تر است . سه فاکتور اصلی در وزوز ناشی از نویز دخیل هستند. اولین فاکتور سطح نویز است، سطوح نویز بالا بیشتر احتمال دارد وزوز ایجاد کند. دومین فاکتور، مدت زمان قرار گرفتن در معرض نویز است . هرچه مدت زمان طولانی تر باشد احتمال ایجاد وزوز افزایش می یابد. داشتن یک دوره کوتاه استراحت بین دوره های در معرض نویز بودن، احتمال وزوز را کاهش می دهد . فاکتور سوم، وجود نویز ایمپالسی است (صدای انفجاری ناگهانی با دامنه زیاد) (Axelsson & Prasher, ۲۰۰۰). صداهای ایمپالسی برای شنوایی خطرناک تر هستند.

نکات کلیدی
سه فاکتوری که در وزوز ناشی از نویز دخالت دارند شامل سطح نویز، مدت زمان در معرض قرار گیری و وجود نویزهای ایمپالسی می باشد.

قرار گرفتن در معرض موسیقی

موسیقی مانند نویز می تواند کم شنوایی و وزوز ایجاد کند و اصول یکسانی دارند. قرارگیری در معرض موسیقی با شدت بالا و به مدت طولانی تر، احتمال ایجاد کم شنوایی و وزوز را افزایش می دهد. موسیقی که صداهای ایمپالسی تولید می کند، خطرات کم شنوایی و وزوز را افزایش می دهد.

سالخوردگی

همه ما سرانجام دچار کم شنوایی ناشی از سن می شویم . برای برخی پیرگوشی در سن ۵۰ سالگی شروع می شود و برای برخی ممکن است تا سن ۷۰ سالگی شروع نشود. احتمالاً وزوز و کم شنوایی ناشی از سن در یک زمان اتفاق می افتد.

علت های دیگر

همان طور که ذکر کردیم بیشتر فاکتورهایی که کم شنوایی ایجاد می کنند می تواند باعث ایجاد وزوز نیز شود. با این حال، در بیشتر موقعیت ها ، وزوز می تواند علامت مهمی از برخی بیماری های دیگر در مراحل اولیه شان باشد. به همین دلیل اگر شما وزوز را تجربه کردید شما باید به یک ادیولوژیست و یا یک اتولوژیست مراجعه کنید.

منییر

علائم رایج این بیماری عبارتند از : سرگیجه حمله ای، کم شنوایی نوسانی و وزوز . درمان آن شامل درمان دارویی، رژیم غذایی خاص و گاهی جراحی است.

تومور اکوستیک

اگرچه تومور اکوستیک، تومور نادری است ولی تشخیص وجود آن مهم است (همچنین این به عنوان شوانومای وستیبولار شناخته می شود). اکوستیک نوروما تومور خوش خیم عصب شنوایی است که با کم شنوایی غیر قرینه همراه است و اغلب بیماران وزوز یک طرفه را به عنوان اولین علامت گزارش می کنند.

دارو

وزوز همچنین می تواند یک اثر جانبی از مصرف دارو باشد. بیش از ۳۰۰ نوع داروی تجویزی و غیرتجویزی وجود دارد که وزوز اثر جانبی ناشی از آنها می باشد. بطور مثال آسپرین، داروهای مایسین وکینین با وزوز همراه هستند. توقف یا تغییر دوز بعضی داروها می تواند وزوز را برطرف کند. قبل از هر تغییری درمصرف دارو باید با پزشک مشورت شود.

نکات کلیدی
بیش از ۳۰۰ نوع داروی تجویزی و غیرتجویزی وجود دارد که وزوز اثر جانبی آنها می باشد.

پیشگیری از وزوز

پیشگیری از کم شنوایی ناشی از موسیقی بهترین راه است تا بتوانیم از وزوز ناشی از موسیقی پیشگیری کنیم که این شامل کاهش شدت موسیقی و مدت زمانی است که شما به موسیقی گوش می دهید. شما می توانید شدت موسیقی را به طرق زیرکم کنید:

- کاهش شدت موسیقی که تولید می شود.
- ایجاد فاصله بین شما و منبع موسیقی
- خودتان را در مقابل موسیقی ایزوله کنید (قرار دادن مانع بین خودتان و موسیقی)
- استفاده از محافظ گوش

استراحت صوتی بین دوره های طولانی مدت در معرض قرارگیری احتمال دارد وزوز ناشی از

موزیک را کاهش دهد.

اگر شما خودتان را در خطر وزوز ناشی از موسیقی دیدید لازم است شدت نویز و مدت زمان قرار گرفتن در معرض نویز را بررسی کنید و اینکه چطور در معرض نویز ایمپالسی قرار می گیرید را تعیین کنید. سطح نویز با استفاده از SLM اندازه گیری می شود . OSHA راهنمایی هایی را پیشنهاد کرده است که احتمال کم شنوایی ناشی از نویز را کاهش دهد (OSHA, ۱۹۱۰.۹۵). نویز مداوم (مشابه وقتی که در تعدادی کارخانه حضور داشته باشید) با شدت ۸۰-۸۵dBA به مدت ۸ ساعت در یک روز و ۵ روز در یک هفته باید برای اکثریت (نه همه) امن باشد. بنابراین، این راهنمایی ها برای نویز ایمپالسی یا موسیقی در نظر گرفته نمی شود . به خاطر بسپارید پیشگیری از وزوز، برای موسیقی دان هایی که ممکن است در معرض سطوح بالای موسیقی در دوره های کوتاه یا طولانی تر باشند، اساس بندی نشده است. وزوز یک شکایت رایج در بین دانشجویان موسیقی کلاسیک که برای مدت بیش از ۲۰ ساعت در هفته کار می کنند، می باشد.

موسیقی دانان می توانند برای کاهش شدت صدا از ear muff و ear plug استفاده کنند. این وسایل در کاهش صداهای فرکانس بالا نسبت به صداهای فرکانس پایین مؤثرتر هستند. یک تأثیر سوء این وسایل این است که کیفیت کلی صدا تغییر می کند و این ممکن است بیش از حد برای موسیقی دانان نامطلوب باشد.

ear plug موسیقی دانان، برای کاهش مقداریکسان در بین سطوح رنج فرکانسی قابل شنیدن طراحی شده است. این ear plugها کیفیت صدای مطلوب تری دارند، ولی در کل اثر حفاظت از نویز و موسیقی آنها کمتر است. هدفون های کنسل کننده نویز زمانی که منابع نویز خارجی پایدار باشد (مثل یک

ماشین با سروصدای مداوم و یا یک موتور هواپیما) بهتر کار می کنند . موسیقی دانان می توانند بطور مؤثری از سیستم های ترکیبی هدفون era muff استفاده کنند . یک میکروفن (یا اتصال مستقیم الکتریکی) سیگنال را (یعنی موسیقی) به هدفون منتقل می کند و یک ولوم کنترل سطح شدت سیگنال را کنترل می کند. در یک زمان واحد ear muffها صدای خارجی (شاید سیگنال مطلوب) به همراه برخی نویزهای ناخواسته محیط را کاهش می دهد. Laitinen در سال ۲۰۰۵ گزارش کرد که فقط ۶% از موسیقی دانان همیشه از وسایل حفاظت شنوایی استفاد می کنند . همچنین در ۳۱% موارد کم شنوایی و درحدود ۳۷% وزوز موقت و یا بیشتر گزارش شده است. در حدود ۱۶% نیز وزوز پایدار گزارش شده است.

درمان وزوز و عکس العمل های نسبت به آن

هیچ درمانی برای وزوز وجود ندارد. چندین مطالعه روی داروها و وسایل متنوع ادعای موفقیت کردند. براساس مطالعات کنترل شده ای که به وسیله محققین دیگر تکرار شده است هیچ درمانی برای وزوز وجود ندارد. چندین رویکرد وجود دارد که به شما کمک می کند که تأثیرات ناشی از وزوز را بپذیرید. موسیقی دانان هم تحت تأثیر افسردگی، نگرانی و خواب هستند . برخی درمان ها شامل مشاوره و صدا درمانی وجود دارد. رویکردهایی که در فعالیت درمانی وزوز استفاده می شود شامل مشاوره همگانی و پوشش جزئی می باشد که بر ۴ اصل استوار است که افکار و احساسات، شنوایی، خواب و تمرکز را شامل می شود . برای بخش افکار و احساسات اولین قدم گوش دادن به بیمار است . بسیار مهم است که مشاوره با پرسیدن این سؤال از بیمار که نگرانی اصلی اش چیست شروع شود. سپس به بیمار اطلاعاتی در مورد شنوایی و کم شنوایی و وزوز و توجه را بدهیم. پزشک و بیمار در مورد راه هایی که وزوز را کم اهمیت تر جلوه می دهد، صحبت می کنند. بعد از این گام ها بهتر است راه هایی را جستجو کنیم تا

سبک زندگی را تغییر دهد و بهتر بتواند وزوز را مدیریت کند.

نکات کلیدی

براساس مطالعات کنترل شده ای که به وسیله محققین دیگر تکرار شده است هیچ درمانی برای وزوز وجود ندارد. چندین رویکرد وجود دارد که به شما کمک می کند تا تأثیرات ناشی از وزوز را بپذیرید.

در مورد شنوایی تلاش می کنیم تا مشکلات ارتباطی ناشی از کم شنوایی و وزوز را کم کنیم و همچنین استرس همراه با مشکلات شنوایی را کاهش دهیم تا به صورت غیر مستقیم وزوز را مدیریت کنیم . اختلالات خواب در بیماران مبتلا به وزوز بسیار رایج است . بسیاری از بیماران به سختی به خواب می روند، در طول شب بیدارند، زود بیدار می شوند و یا در طول روز خسته هستند. اطلاعاتی فراهم شده تا فهم الگوهای طبیعی خواب را بهبود بخشد . فاکتورهایی که خواب را تحت تأثیر قرار می دهند شامل استرس، نویز محیطی و دمای اتاق می باشد. فعالیت ها و تمریناتی شامل مرتب کردن اتاق خواب ، اجتناب از خوردن الکل و سیگار کشیدن، اجتناب از خوردن قبل از ساعات خواب، استفاده از صدای زمینه برای کاهش وزوز و یاد گرفتن تمرینات آرامش بخش توصیه می شود. گوش کردن به موسیقی آرام وملایم، راهی است که کمک می کند خواب را در بیماران مبتلا به وزوز بهبود بخشیم. تمرکز نیز یک بخش مهم در درمان وزوز می باشد. اطلاعاتی درباره فاکتورهایی که سبب افزایش تمرکزافراد می شود باید جمع آوری کرد. این فعالیت ها، شامل کنترل کردن تمرینات، تغییر توجه به سمت موقعیت های مغایر، کاهش برجستگی وزوز و افزایش توجه به وظیفه محول شده به فرد می باشد. صدا درمانی شامل

استفاده از یک صدای زمینه (مثل موسیقی) است که بلندی وزوز را کاهش می دهد . گاهی بیماران صدای زمینه و وزوز را با هم می شنوند (پوشش جزئی) و گاهی صدا وزوز را به طور کامل پوشش می دهد (پوشش کامل). صداهایی که اغلب در صدا درمانی استفاده می شود شامل نویز زمینه ای که شنیده می شود مثل صدای "sssshhhh"، موسیقی آرام مثل موسیقی کلاسیک یا پیانو و صداهایی که بخصوص موجب آرامش و حواس پرتی می شود، (مثل امواجی که به سواحل دریا برخورد می کند) می باشد . وسایلی وجود دارد که می تواند صدا درمانی را تسهیل کند . سمعک می تواند برای افرادی مفید باشد که کم شنوایی قابل ملاحظه ای دارند به طوری که ارتباط آنها را تحت تأثیر قرار داده است. سمعک همچنین می تواند به کاهش وزوز کمک کند، به این دلیل که صدای زمینه را تقویت می کند که پوشش جزئی را در این افراد فراهم می کند. پوشاننده های وزوز یا تولید کننده های نویز را نیز می توان استفاده کرد. این وسایل یک نویز زمینه "sssshhhh" تولید می کنند و سطح نویز به وسیله فرد قابل تنظیم است. همچنین وسیله ترکیبی وجود دارد که شامل یک سمعک و یک تولید کننده نویز می باشد . ژنراتور صدای غیر قابل حمل که صدای باران یا آبشار (یا صداهای دیگر مثل موسیقی تولید می کنند) نیز در دسترس است. دو کتاب (self help) برای وزوز وجود دارد که شما ممکن است بخواهید در بیمارانتان از آن استفاده کنید . شما همچنین می توانید به آسانی اطلاعات مفیدی از سایت (www.uihealthcare.com/depts/med/otolaryngology/clinics/tinnitus/index.html) بدست آورید.

وزوز به عنوان یک علامت هشدار دهنده در کم شنوایی ناشی از موسیقی

گرچه در همه موارد وزوز وجود ندارد اما گاهی وزوز می تواند اولین علامت شروع کم شنوایی ناشی از نویز یا موسیقی باشد . در اکثر موارد وزوز یک نشانه پایدار است . اگر شما وزوز را بعد از گوش دادن به موسیقی بشنوید یک علامت هشدار دهنده است که گوش شما آسیب دیده است . در بسیاری از افراد، وزوز تا چند سال بعد از قرار گرفتن در معرض نویز شروع نمی شود . در بسیاری از افراد وزوز بعد از اتمام نویز شروع می شود. اگر شما وزوز را بعد از کنسرت (یا تمرینات موسیقی) بشنوید یک علامت هشدار دهنده است که دال بر این است که تمرینات موسیقی خاص شما به احتمال زیاد به شنوایی تان آسیب می رساند، پس عادات شنوایی تان را فوراً تغییر دهید.

وزوز، موسیقی و موسیقی دان

موسیقی و وزوز در چند جنبه با یکدیگر ارتباط دارند. در بحث های قبل مطرح کردیم که موسیقی می تواند باعث ایجاد وزوز شود و به طور مختصری ذکر شد که می تواند به عنوان ابزار درمانی نیز استفاده شود. در این بخش بیان می کنیم که بسیاری از بیماران یک وزوز شبیه به موسیقی را گزارش می کنند و اینکه بسیاری از موسیقی دان های بزرگ وزوز دارند. همچنین اطلاعات بیشتری در مورد نوع موسیقی که برای درمان وزوز مورد استفاده قرار می گیرد، ارائه می کنیم.

نکات کلیدی

اگر شما وزوز را بعد از کنسرت (یا هر تمرین موسیقی دیگر) بشنوید، یک علامت هشدار دهنده است که احتمالا تمرین موسیقی خاص به شنوایی شما آسیب می رساند، در نتیجه باید عادت شنوایی تان را تغییر دهید.

وزوزی که به عنوان موسیقی شنیده می شود

گرچه وزوز معمولاً به عنوان صدای زنگ زدن، صدای زنبور، صدام هوم، شناخته می شود، می تواند به عنوان موزیک هم شنیده شود، که دو نوع مختلف دارد. اول: توهم شنیداری که با بیماری روانی همراه است. گاهی توهم شنیداری، موسیقی یا صدا است. Schakenraad & Teunisse & Olde FRikert در سال ۲۰۰۶ مضمون توهم شنیداری موسیقایی را توصیف کردند . آنها بیشترین صداهای رایج در توهم شنیداری موسیقایی شامل آواز بچه ها، پیانو و دیگر موسیقی های کلاسیک را مشخص کردند. دوم: افرادی هستند که وزوز موسیقایی را می شنوند درحالی که مشکل روحی و روانی ندارند . آنها وزوزشان را مانند صداهای قسمت هایی از آواز، گاهی ابزار آلات موسیقی و گاهی خود آواز توصیف می کنند. تحریک الکتریکی مناطق شنوایی در ساقه مغز می تواند منجربه شنیدن موسیقی شود. این افراد احتمالا وزوزی دارند که منشأ آن در مغز می باشد.

موسیقی دانهایی که وزوز دارند

بسته به تعریفی که ما از وزوز می کنیم شیوع وزوز در میان جمعیت نرمال از ۱۵%-۱ متغیر است. در یک مطالعه گزارش شده است که بیش ا ز ۳۷% از موسیقی دانان وزوز موقت دارند . تعداد زیادی موسیقی دان مشهور وجود دارد که وزوز دارند. Barbra Streisand & Pete & Townshend & Liberty Devitto & Billy Joel موسیقی دانان مشهوری هستند که مبتلا به وزوز هستند. در جستجوی اینترنتی در مورد وزوز و موسیقی دان، لیست طولانی از آواز خوانان مطرح می شود. نه تنها موسیقی rock بلند مدرن بلکه موسیقی کلاسیک می تواند منجر به وزوز شود . Luwig van Beethoven & Bedrich Smetana موسیقی دانانی هستند که وزوز و کم شنوایی داشته اند. با این حال، شدتهای بلند و قرار گرفتن در معرض موسیقی به طور مداوم می تواند موسیقی دانان کلاسیک را

تهدید کند. Eysholdt & Rosanwski یک موسیقی دان را گزارش کردند که ساز ویولونش منجر به بدتر شدن وزوز وی شده بود.

استفاده از موسیقی در درمان وزوز

به نظر مضحک است که تعدادی از موسیقی ها می توانند علائم وزوز را برطرف کنند علی رغم آن که موسیقی بلند می تواند علت وزوز باشد. با این حال موسیقی به طور موفقیت آمیزی در چندین برنامه ی درمانی به کار برده می شود. موسیقی می تواند حساسیت زدایی سیستمیک نسبت به وزوز را بوسیله به کارگیری محدوده پویایی موسیقی تسهیل کند. این موضوع باعث پوشش وزوز و همچنین تسهیل آرامش فرد می شود. اگر مغز در معرض شدت های پایین موسیقی قرار بگیرد می تواند به صدا عادت کند و ممکن است در کشف وزوز مداخله کند. گزارش شده است تعداد زیادی از مبتلایان به وزوز ترجیح می دهند به موسیقی گوش دهند تا وزوزشان را پوشش دهد.

Davis یک استراتژی ابداع کرد که در آن برای حساسیت زدایی فرد نسبت به وزوز، موسیقی و نویز ترکیب شده را به بیمار ارائه می کردند. Tyler پیشنهاد کرد که پزشکان باید در استفاده از صدا درمانی محتاط باشند. آنها احتمالاً موسیقی را به وسیله یک گوش تجزیه و تحلیل می کنند و این ممکن است پیشگیری کند و اینکه به اندازه کافی آرامش داشته باشند تا از موسیقی به عنوان ابزار درمانی استفاده کنند. با این حال، موسیقی به طور بالقوه ای بیشتر از نویز مزیت دارد.

تصنیف هایی در باره ی وزوز

اثر دراماتیکی که وزوز می تواند داشته باشد شاید در هیچ جایی بهتر از آهنگ های تصنیفی که درباره ی وزوز نوشته شده است به تصویر کشیده نشده باشد. در حقیقت بعضی باندها وعناوین موسیقی هر یک از نام ها یا اثرات وزوز هستند، که این در کار Bedrich Smetana که یک آه نگساز اهل چک وسلواکی و در سال ۱۸۷۶فوت شده است ، نشان داده شده است (Morgenstern, ۲۰۰۵). در این قطعه ی موسیقی "Aus Meinem Leben" (از زندگی من)، Smetana یک هارمونیک را با تاری که در داخل یکی از حرکات قطعه اش نگه داشته بود، اختصاص داده است، که به نظر می رسد نمایش از آن چیزی است که از وزوزش شنیده است. بیشتر موسیقی دان ها در آهنگ هایی که در بعضی از قطعه ها ، وزوزشان را توصیف می کند، همکاری داشتند . برای مثال U۲ خواننده قطعه " Starting at the sun" (Bono& The Edge, ۲۰۰۰, track ۶) می باشد که این قطعه شامل اشعاری است که اعتقادات یکی از اعضای گروه را که از وزوز خود رنج می برد را شرح می دهد. «مضمون این اشعار این است که یک حشره ای در گوش وجود دارد که د ر صورت خاراندن، ناپدید می شود». علاوه بر مواردی که در اینجا ذکر شد آهنگ های موسیقیایی دیگری وجود دارند که به نظر می رسد نوسینده شان با وزوز سرو کار داشته است . گروهی از برزیل که مبتلا به وزوز بودند طرحی را در موسیقی شان نوشتند که از وزوزشان تجربه کرده بودند.

هایپراکوزیس

وزوز و کم شنوایی می توانند همراه با عکس العمل های شدید به صداهای پر شدت باشند که هایپراکوزیس نامیده می شود. واژه شناسی که برای هایپراکوزیس استفاده می شود استاندارد نیست . اما شکل هایی از هایپراکوزیس را در جدول ۴-۱ تمایز می دهیم. اگر شما صدایی را که می شنوید خیلی بلند می دانید در حالی که دیگران آن صدا را متوسط رو به شدید دریافت می کنند شما هایپراکوزیس

بلندی دارید. اگر شما ترسی از صدا داشته باشید شاید به این دلیل که شما معتقد هستید که آنها خیلی بلند یا خیلی آزار دهنده خواهند بود شما هایپراکوزیس ترس دار ی (گاه ی ترس از صدا نامیده می شود). چیزهایی که ما در مورد علت ایجاد، پیشگی ری و درمان وزوز می دانیم می تواند در مورد هایپراکوزیس نیز صدق کند. بسیاری از مردم با هایپراکوزیس از ear plug استفاده می کنند تا سطح صدا حتی صداهای با شدت متوسط را در موقعیت های روزانه کاهش دهند اما این مورد توصیه نمی شود، البته ما باید از شنوایی مان در مقابل صداهای شدید حفاظت کنیم . اما استفاده از ear plugها در موقعیت های که آن را برمی داریم سبب رهایی از هایپر اکیوزیس نمی شود. در حقیقت استفاده از ear plugها در موقعیت های روزانه ممکن است باعث شود سیستم شنوایی حتی عکس العمل بیشتری به صداهای شدید نشان دهد.

هیچ درمانی برای هایپراکوزیس وجود ندارد، گاهی این عارضه با سطوح نویز پایین و افزایش مقدار نویز درمان می شود و همچنین می توانیم در طول دوره های شنیداری خاص و شنوایی کنترل شده صداهایی که باعث هایپراکوزیس می شود را شناسایی و ثبت کنیم.

نکات کلیدی

بسیاری از مردم با هایپراکوزیس از ear plug استفاده می کنند تا سطح صدا حتی صداهای با شدت متوسط را در موقعیت های روزانه کاهش دهند اما این مورد توصیه نمی شود.

جدول ۴-۱:

انواع هایپراکوزیس	توصیف
هایپرکوزیس بلندی	صداهایی که برای دیگران بلند نیستند ولی برای فرد بلند است.
هایپراکوزیس آزار دهنده	با صداهای متوسط، آزار ببیند.
هایپراکوزیس ترس	از بعضی از صداها بترسد شاید حتی از این شرایط اجتناب کند.

خلاصه

وزوز یک صدای خیالی نیست و واقعی است . فعالیت های عصبی خودبخودی در سیستم شنوایی تان وجود دارد که مانند وزوزی است که شما می شنوید . قرار گرفتن در معرض نویز شامل موزیک یک علت رایج ایجاد وزوز می باشد. این را بخاطر بسپارید که وزوز یک علامت است که علت و مکانیسمی دارد و به درمان نیاز دارد . وزوز می تواند علام ت هشدار دهنده ای برای کم شنوایی ناشی از نویز باشد. کاهش قرار گرفتن در معرض نویز می تواند به جلوگیری از وزوز ناشی از نویز کمک کند . به طور رایج درمانی برای وزوز وجود ندارد . با این حال، مشاوره و صدا درمانی می تواند در مدیریت وزوز خیلی مفید باشد.

فصل پنجم

آیا هدفون ها باعث کم شنوایی می شوند؟

خطر کم شنوایی ناشی از موسیقی برای دوستداران آن

ماهیت مشکل

افزایش تراکم جمعیت و دست اندازی به مناطقی که خالی از سکنه است، باعث افزایش سطح صدا در جامعه شده است. امروزه آلودگی صوتی در هر جایی وجود دارد . طبق مطالعات Berger، ۴۰% از جوامع اروپایی به طور پیوسته در معرض آلودگی حمل و نقل در سطح ۵۵dBA هستند (سطحی که در حد صدای معمولی پیش زمینه است) و ۲۰% از جوامع، در معرض صدایی بالاتر از ۶۵dBA هستند (سطحی که در حد یک مکالمه است)، شدت ۶۵dBA به طور چشم گیری مورد توجه WHO قرار گرفته است، به طوری که آن را آزار دهنده در نظر گرفته اند. در ۲۰ منطقه از واشنگتن صداهای ثبت شده طبیعی به عنوان صدای آزاد گزارش شدند، که از سال ۱۹۸۴ تا سال ۱۹۸۹ تنها ۳ منطقه از صداهای آلوده باقی ماندند. تخمین زده شده است که در مناطق کاری آمریکا ۳۰ میلیون از مردم به طور منظم در معرض سطح صداهای زیادی (۸۰dBA) قرار دارند، به طوری که این آستانه به عنوان حد خطرناکی فرض شده است. ۳۱ میلیون از افراد آمریکایی با کاهش شنوایی روبرو هستند که دست کم ۱۰ میلیون از این افراد تحت تاثیر صدا با این مشکل مواجه شده‌اند. با افزایش صدا در سطح جامعه، امنیت صدایی شخص و سلامت شنوایی او کاهش می‌یابد به همین دلیل افراد به دنبال کنترل این صداها بوده‌اند. چنانچه آن‌ها نتوانند آلودگی‌های صوتی محیط را کاهش دهند بایستی گوش هایشان را بپوشانند تا صداهای مزاحم را نشنوند. استفاده از ضبط صوت اتومبیل و وسایل صوتی قابل حمل معمول بوده و بسیار رایج شده‌اند؛ مثلا گوشی‌های Apple iPod و سایر وسایل از این قبیل، به راهی برای فرار از این آلودگی‌ها تبدیل شده‌اند و نیاز مردم به آن‌ها برای فرار از این آلودگی‌ها زیاد شده است. متاسفانه از آنجایی که مغز، تفاوتی بین صداهای خواسته و ناخواسته قائل نیست، گوش هم نمی‌تواند آنها را از یکدیگر تمییز دهد در نتیجه گیرنده‌های شنوایی که در گوش داخلی مستقر هستند، خسته می‌شوند و پس از مدتی می‌میرند و در

نتیجه توانایی شنوایی به طور ناگهانی کاهش می یابد و افراد در سنین جوانی با کاهش توانایی شنوایی صداهای ضعیف روبه‌رو می‌شوند.

Music Consumption

تمرکز این کتاب روی موسیقی (افرادی که با موسیقی سروکار دارند) به عنوان شکلی از نویز کاری است. در معرض موسیقی بودن تنها محدود به اجرا و تمرین نیست . نوازندگان ممکن است یک استفاده کننده مقاوم باشند. بنابراین این شغل به عنوان یک فاکتور خطر برای کاهش سطح شنوایی است. بیش‌تر مطالعات منتشر شده از مدت زمان استفاده از هدفون گزارش می دهند که استفاده ی هفتگی، تنها چند ساعت با ضبط صوت وجود دارد در حالی که استفاده‌ی هفتگی بیشتری از وسایل دیجیتال ثبت شده است. گرچه در هر مطالعه اشخاصی وجود دارد که از هدفون برای مدت طولانی تری استفاده می کنند، به طوری‌که در سال ۱۹۹۸ گزارش شده است که ۱۰% از استفاده‌کنندگان از هدفون در مطالعه آن‌ها، بیش از ۱۰ ساعت در هفته از هدفون استفاده می‌کنند و گزارش داده شده در سال ۲۰۰۷ نشان می‌دهد که ۵% از افراد استفاده کننده از وسایل قابل حمل، در هر بار استفاده به مدت ۴ تا ۸ ساعت در هر ۷ روز هفته از این وسایل استفا ده می‌کنند. موسیقی یکی از مواردی است که بیشتر مواقع از آن استفاده می شود و بسیاری از افرادی که معتاد به موسیقی هستند از بسیاری از موسیقی ها تعریف و تمجید می کنند (وابستگی این افراد به موسیقی در حد وابستگی افراد معتاد به الکل و یا نیکوتین می‌باشد).

Florentine،Hunter،Robinson،Ballon و Buns، ۳۲ آیتم را که تجهیزات پشت صحنه بودند و باعث وفق دادن برگزار کننده موسیقی می شدند، تست کردند. گرچه معتادان به موسیقی مشکلات کمتری را نسبت به معتادان الکل ایجاد می‌کنند، اما مطالعه Florentin در سال ۱۹۹۸ نشان می‌دهد که افرادی که رفتاری شبیه به معتادان، مثل کناره گیری از جمع را دارند، زمانی که از موسیقی بی بهره و

محروم شوند، باز نیاز دارند به صدای بلندی گوش دهند؛ گرچه می‌دانند این موسیقی‌ها باعث کاهش سطح شنوایی آن‌ها می‌شود.

آیا استفاده از هدفون برای گوش دادن به موسیقی، به شکل قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش سطح شنوایی می‌شود؟

تکنولوژی‌های قدیمی : Cassette player، CD-Players:

چه بخواهیم و چه نخواهیم به طور ناخودآگاه با کاهش سطح شنوایی با هدفون روبه رو هستیم استفاده از هدفون یکی از مواردی است که سلامت جامعه را به خطر می‌اندازد و باید به عنوان یک نگرانی تلقی شود. برخی از نویسندگان تخمین زده اند که ۵ تا ۱۰ درصد از افرادی که از هدفون استفاده می‌کنند در معرض خطر کاهش شنوایی قرار دارند. در حالی که برخی دیگر اینگونه می‌اندیشند که تعداد بسیار کمی در معرض این ریسک فاکتور هستند. گرچه این مطلب که هر نسلی از وسایل بخش موسیقی مانند Cassetteplayer، Hard disc و یا فلش استفاده می کنند و این موزیک پلیرها باعث ایجاد سطح صوتی در حد ۱۰۰dBو یا حتی بیشتر می‌شوند، غیر قابل انکار است، مطالعات اخیر نشان می‌دهد که کاهش شنوایی به دلیل Cassette player بیشترین حد را به خود اختصاص داده است. خروجی این وسایل در حد ۱۲۴dBA و در تحقیقات Wood (۱۹۷۲) از ۱۱۰ به ۱۲۰ دسی بل می رسد. نتایج گزارش شده از کاست در تحقیقات Katz در سال ۱۹۸۲ نشان می‌دهد که شدت از۸۵dBA در ۳۰% حجم کنترل تجاوز می کند . دغدغه ها و نگرانی های افرادی که به شناسایی روش ها می پردازند در ۲ مطالعه اخیر نشان می دهد که نباید در معرض مستقیم این فاکتورهای خطرآمیز باشیم، به دلیل اینکه آنها صدای میدان صوتی را گزارش نکرده اند و یا تفاوتی در معادل سازی سطح فشار صدا نداشته اند. با این وجود سطح صدای ارائه شده گزارش شده، بسیار قابل توجه است. در تحقیقات Turunen-Rise در

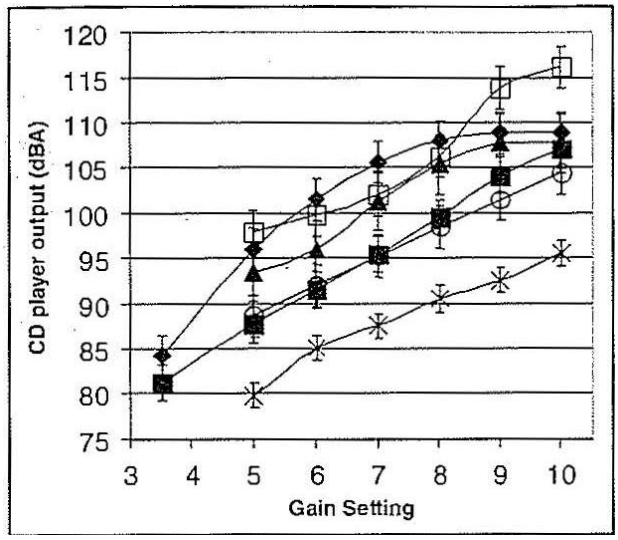
سال ۱۹۹۱ اینگونه گزارش شد که سطح صدای حاصل از کاست ۹۸-۱۱۸dBA و CD player، ۹۸-۱۱۰dBA است و این میزان مربوط به بالاترین حد صدای آن هاست. در این مطالعه گزارش شده بود که شش نفر دارای TTS بودند که پس از ۱ ساعت گوش دادن به موسیقی با صدای ۸۰% که بیشترین حد صدای کاست می باشد، به وجود آمده بود. Turnnen(۱۹۹۱) اینگونه یافته ها را تفسیر کرد که خطر کمی برای کاهش شنوایی دائمی وجود دارد زیرا میانگین TTS به اندازه ۱۲dB بوده است و برای ۶ نفری که در محیط ساکت آزمایشگاه قرار داشتند ۸۰% حجم بالاتر از آنچه ترجیح داده بودند ، گزارش شده بود. از هدفون ها می توان در سطوح شدتی خاصی برای مدت زمان مشخصی استفاده کرد در حالی که به عنوان یکی از ریسک فاکتورهای کاهش سطح شنوایی دائمی می باشند. گرچه بیشتر کسانی که از هدفون استفاده می‌کنند در معرض کاهش سطح شنوایی جدی نیستند، با این وجود درصد بسیار کم اما حائز اهمیتی از استفاده کنندگان ممکن است با کاهش سطح شنوایی روبه رو شوند.

نکات کلیدی

از هدفون ها می توان در سطوح شدتی خاصی برای مدت زمان مشخصی استفاده کرد در حالی که به عنوان یکی از ریسک فاکتورهای کاهش سطح شنوایی به طور دائمی است . گرچه بیشتر کسانی که از هدفون استفاده می‌کنند در معرض کاهش سطح شنوایی جدی نیستند، با این وجود درصد بسیار کم اما حائز اهمیتی از استفاده کنندگان ممکن است که سطح شنوایشان کاهش یابد.

Cox و Fligor(۲۰۰۴) نتایجی از شدت خروجی CD player های تجاری در دسترس وهدفون را گزارش کردند. شکل ۱-۵ نشان دهنده شدت خروجی معادل میانگین میدان صوتی برای یک صدای کنترل شده می باشد ، برای مثال بهره ی ۵ معادل ۵۰% ماکزیمم صدای کنترل شده می باشد. با ترکیب

هدفون ها و CD player های تجاری مشاهده شد که تعداد کمی از آنها به سطح صدای ۱۲۰dBA (معادل)Free Field دست یافته اند. ماکزیمم سطح فشار صدا بالای ۱۳۰dBA بوده است که وابسته به Music generation می باشد. در صورت استفاده ازفاکتورهای محافظه کارانه که توسط نویسنده پیشنهاد شده است از جمله کاهش سطح شدت مورد استفاده به میزان ۶۰% ماکزیمم سطح کنترل شده به گونه ای که مدت زمان گوش دادن به موسیقی به ۱ ساعت و یا حتی کمتر از ۱ ساعت در روز بوسد، استفاده کنندگان از هدفون که CD playerها را خریداری می کنند کمتر در معرض کاهش شنوایی قرار می‌گیرند.



شکل ۱-۵ : سطح خروجی معادل میانگین میدان صوتی برای شش CD-Player تجاری رایج

تکنولوژی جدید:موزیک پلیرهای دیجیتالی قابل حمل

Williams در سال ۲۰۰۵، شدت مورد استفاده برای گوش دادن به موسیقی را در خیابان های شلوغ مناطق شهری استرالیا مورد بررسی قرا ر داد، اگرچه تمرکز این مطالعه روی تعیین شدت موسیقی از وسایل قابل حمل دیجیتال نبوده است، ا ما این مطالعه می‌تواند نتیجه‌ای از سطح شدت صوتی این وسایل

نوین به دست دهد که میزان آن بیش از ۱۰۰dBA بوده است. Ahmed در سال ۲۰۰۷ سطح شنوایی را برای Apple iPod گزارش داد که این گوشی ها وابسته به نسل موسیقی، گرافیک آن ها و تنظیمات گرافیکی آن ها بوده است اما حد ماکزیمم صدای این وسایل در حد ۱۰۰dBA بوده است. قوانین فرانسه حکم می کند که ماکزیمم سطح استریو سیستم ها به هم‌راه هدفون در حد حداکثر، نباید بیش از ۱۵۰mV باشد (Legifrance،۲۰۰۵). در مطالعات مداوم، سطوح خروجی موزیک پلیر های دیجیتال قابل حمل در مجامع بین المللی موجود است (Portnuff & Fligor، ۲۰۰۶). امروزه یافته های ما با نظر Williams و Ahmed و همکارانش هماهنگی دارد، حدود سرعت آکوستیکی برای استفاده از هدفون در حالی که ریسک کاهش شنوایی ناشی از موسیقی را کاهش دهد، زمانی است که ایرفون هایی که با دستگاه موزیک پلیر قابل حمل دیجیتال به میزان ۹۰ دقیقه یا کمتر در هر روز استفاده می شوند ، حجم کنترلی حدود ۸۰% حالت حداکثر خود داشته باشد.

Fligorو cox در سال (۲۰۰۴) و portnuffو fligor در سال (۲۰۰۶) مشاهده کودند هدفون هایی که در داخل کانال قرار می گیرند نسبت به آنهایی که روی لاله قرار می گیرند سطح شدت بیشتری تولید می کنند. شواهدی موجود است که رفتار شنیداری به وسیله حداکثر شدت خروجی متاثر می‌شود.

نکات کلیدی
نوع هدفون روی محدوده شدتی اثر می‌گذارد(از کمترین تا بیشترین) اما هیچ مدرکی وجود ندارد که این محدوده ی پویایی روی سطح شنیدن انتخابی فرد تأثیر می‌گذارد.

تأثیر محیط شنیداری روی سطح شنیداری انتخابی

در حالت های معمول اگر یک سیگنال مطلوب توسط یک سیگنال نامطلوب پوشیده شود، باید شدت سیگنال مطلوب افزایش یابد یا شدت سیگنال نامطلوب کاهش یابد . بسیاری از مردم این موضوع را تجربه کرده اند، در مورد صدای یکنواخت اتومبیل زمانی که آن ها سرعتشان را در یک بزرگراه کاهش می‌دهند در نتیجه صدای موسیقی بر نویز جاده غالب می شود. همانطور که در این فصل بیان شد جهان یک مکان پر صدا و نویزی است. اغلب نویز محیط به آسانی توسط فرد قابل کنترل نیست و اگر فرد از طریق هدفون در حال گوش دادن به موسیقی باشد، سطوح بالای نویز باعث می شود که فرد ولوم را افزایش دهد. Airo و همکارانش در سال ۱۹۹۶ سطوح شنیداری انتخابی برای هدفون را در محیط های ساکت و نویزی بررسی کردند. میانگین سطح صدای انتخاب شده برای شنیدن در محیط میدان صوتی در حالت سکوت ۶۹dBA است. زمانی که نویز زمینه به ۷۲dBA می رسد میانگین سطح انتخاب شده به ۸۵dBA افزایش می یابد. در محیط های ساکت، سطح انتخابی اکثریت افراد(نه همه) برای شنیدن مطلوب زیر ۸۵dBA است. زمانی که در یک محیط نویز با شنیدن موسیقی تداخل می کند، افراد ولوم را افزایش می دهند و میانگین نسبت سیگنال به نویز ۱۳dB را جستجو می کنند. Wiliam در سال ۲۰۰۵ سطح شنیدن ۵۵ عابر را در مراکز پررفت وآمد عمومی شلوغ در ملبورن و سیدنی در استرالیا، بررسی کرد و مشاهده کرد میانگین سطح نویز ۷۳.۲dBA و میانگین سطح شنیداری ۸۶.۱dBA بود. بنابراین همانند مطالعه Airo و همکارانش (۱۹۹۶) میانگین SNR ۱۳dB مشاهده شد. یک رنج گسترده در گروه آن ها دیده می شد که سطوح انتخابی از ۷۳.۷dBA تا ۱۱۰.۲dBA بود. تخمین های رایج از آسیب زایی استفاده از هدفون ها بعدا در این فصل مورد بحث قرار خواهد گرفت. یافته های اولیه از نسخه اخیر، اثر نویز زمینه ی محدود همانند نوع هدفون را روی سطح شنیداری انتخابی بررسی می کند(Fligor & Ives،۲۰۰۶). در مطالعه ی انجام شد ه افراد در سطوح مختلفی از نویز زمینه با استفاده از هدفون به موسیقی گوش می‌دادند که مقدار مختلفی از عایق سازی غیرفعال صدا را

فراهم می‌کند. میانگین سطح صدای انتخاب شده برای شنیدن در حالت سکوت برای همه ی انواع هدفون ها ۶۱dBA بود. زمانی که سطح نویز زمینه افزایش می‌یابد، سطح شنیداری انتخاب شده به مقدار قابل پیش بینی افزایش می‌یابد. افرادی که در سکوت سطوح متوسط را انتخاب می کردند، زمانی که در یک کابین که صدای هواپیما در آن شبیه سازی شده بود (نویز زمینه ۸۵dBA بود) قرار می گرفتند، اکثر افراد در شرایطی که از هدفون ه ای بدون هیچ عایق صوتی استفاده می کردند، سطوح ۸۵dBA یا بیشتر را انتخاب می‌کردند. در صورت استفاده از یک هدفون که عایق صوتی غیر فعال قابل توجهی ایجاد می کند، مثل یک ER-۶i در داخل کانال ، تعداد افرادی که سطوح شنیداری ۸۵ dBA یا بیشتر را انتخاب کرده بودند به طور قابل توجهی کاهش یافت.

نکات کلیدی

در سکوت نوع هدفون تأثیر اندکی روی سطح شنیداری انتخابی دارد . همانطور که سطح نویز در محیط شنیداری افزایش می‌یابد، افراد صدای موسیقی را افزایش می دهند. مقدار افزایش صدا بستگی به مقدار عایق صوتی ایجاد شده بوسیله ی هدفون دارد. هرچه مقدار عایق صوتی بیشتر باشد نویز تأثیر کمتری روی سطح شنیداری انتخاب شده دارد.

شواهدی مبنی بر خطر کم شنوایی ناشی از هدفون

شواهدی که نشان می‌دهد گوش دادن به موسیقی از طریق هدفون خطر آسیب شنوایی را مطرح می کند، نادر می‌باشند. خطر یک اصطلاح نسبی است و سطوح حداکثر در معرض قرار گیری مجاز، بسته به

اهداف کاربرد خطر متفاوت است . برای مثال استاندارد OSHA سال ۱۹۸۳ قوانین قرارگیری در معرض نویز را اعلام می کند که بیان می کند حداکثر سطح قابل قبول ۹۰dBA و به مدت ۸ ساعت زمان میانگین وزنی (TWA) در یک روز می باشد و از میزان تبادل ۵dB استفاده می کند. به دنبال این حداکثر قرارگیری در معرض نویز (۹۰dBA TWA) ۲۲% از افرادی که در معرض نویز هستند بعد از ۴۰ سال زندگی کاری کم شنوایی ناشی از نویز را تجربه می‌کنند (prince et al ۱۹۹۷).

گزارش آسیب شنوایی ناشی از استفاده از هدفون

موارد واقعی کم شنوایی ناشی از استفاده از هدفون کم هستند. Meyer-Bisc در سال ۱۹۹۶ مطالعه ای شامل انجام ادیومتری تون خالص در جمعیت بزرگی انجام داد که افراد را به ۲ دسته طبقه بندی کرد:

۱.آنهایی که از(personal cassette players) PCP بیش از ۷ ساعت در هفته استفاده می کردند و۲. آنهایی که از PCP به مدت ۲ تا ۷ ساعت در هفته استفاده می کردند. هیچ تلاشی برای ارزیابی سطوح شنیداری آنها انجام نشد، اما افزایش آستانه های تون خالص در گروهی که حداقل ۷ ساعت از PCP استفاده می‌کردند در مقایسه با افرادی که به مدت کوتاهتری از آن استفاده می کردند از نظر آماری معنی دار بود .Murray و LePage در سال ۱۹۹۸، TEOAE را در ۱۷۲۴ بیمار اندازه گیری کردند و افراد را به ۴ دسته طبقه بندی کردند: ۱. افرادی که در معرض نویز نبودند ۲. افرادی که فقط در معرض نویز صنعتی بودند ۳. افرادی که از سیستم های استریو استفاده می کردند بدون نویزهای صنعتی ۴. افرادی که هم در معرض سیستم های استریو و هم در معرض نویز صنعتی بودند . پاسخ TEOAE ثبت شده در دو گروه، افراد با استفاده از سیستم های استریو و گروه با قرارگیری در معرض نویز صنعتی به تنهایی، نسبت به گروه بدون قراگیری در معرض نویز ، کاهش یافته بود و یک اثر افزایشی روی کاهش پاسخ TEOAE در آنهایی که هم در معرض نویز صنعتی و هم در معرض سیستم

های استریو هستند، مشاهده شد (یعنی TEOAE آنها بیش از دو گروه قبل کاهش یافته بود).مدل چندگانه پسرفت خطی نشان می‌دهد که استفاده از سیستم های استریوی شخصی اثر قابل توجه و بزرگی روی پاسخ TEOAE نسبت به قرارگیری در معرض نویزهای صنعتی دارد.

تخمین های میانگین وزنی زمانی (TWA)

اگرچه معیارهای خطر برای در معرض موسیقی بودن باید مانند شرای‌ط صداهای صنعتی به کار برده شوند اما مطالعات کمی این میزان را تخمین زده است که بر پایه‌ی اندازه‌گیری انتخاب شدت سطح گوش دادن، بوده است و گزارش اینگونه بوده است که مدت زمان گوش دادن به آهنگ و فرکانس و تکرار آن مهم است. Felchlin درسال ۱۹۹۸گزارش کرد که مدت زمان گوش داد ن به آهنگ برای مدت ۴ ساعت در هفته (در رنج ۱ تا ۲۱ ساعته) در ۳۵۰ استفاده کننده از کاست پلیر های شخصی وجود داشت. میانگین گوش دادن و شدت آن ۸۳dBA بوده است و ۰.۲ شدت انتخاب شده بیش از ۸۵dBA بوده است. هیچ گونه ارتباطی بین مدت زمان گوش دادن و سطح شدت گوش دادن انتخاب شده، وجود نداشت. میانگین تخمین زده شده برای صدای در معرض noise exposure در حد ۷۲dBATWA بوده است که با ۱۰% تخمین زده شده از۸۵dBATWA تجاوز می‌کند و ۵% از ۸۷dBATWA تجاوز نموده است.

Rice و هم‌کارانش در سال ۱۹۸۷ مطالعه ای روی مدت زمان گوش دادن به موسیقی با هدفون، در ۵۰۰ دانش‌آموز مدرسه ای با میانگین سنی ۱۵.۷ سال انجام داد و نتیجه ی آن اندازه گیری سطح شدت گوش دادن بود که آن ها اینگونه آمار داده اند که ۵% از این افراد در مطالعه آن ها، در معرض ۹۰dBATWA بوده‌اند و به طور قابل ملاحظه‌ای شاهد این بوده‌اند که چه بخواهند و یا نخواهند، ممکن

است در معرض مشکلات شنوایی قرار گیرند، Rice در سال ۱۹۸۷ این آمار را با noise exposure مدل‌های پیش بینی شده ای که به سمت ایجاد تغییر دائمی می رود، مقایسه کرد. ناتوانی شنوایی به میزان کم شنوایی >۳۰dBHL در میانگین بین ۱۰۰۰-۲۰۰۰-۳۰۰۰ تعریف می‌شود؛ که طبق این تعریف تنها ۰.۰۶۵% ناتوانی شنوایی داشتند. این تخمین که میزان بسیار کمی از درصد جمعیت در معرض خطر را نشان می دهد بسیار گمراه کننده است. تعریف آنان برای ناتوانی شنوایی بسیار آزاد و متفاوت است. OSHA در سال ۱۹۸۳ حد ومرز مواردی که باعث آسیب شنوایی می‌شود را برای بیش از ۲۲% از جمعیت در معرض خطر بیان کرد. میانگین وزنی برای۱۰۰۰ یا ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز برابر ۲۵dBHL است. چنان‌چه Rice از قوانین OSHA برای تعریف ناتوانی شنوایی استفاده می‌کرد، درصد به دست آمده خیلی بیشتر می‌شد. موضوع مطالعه‌ی Williams در سال ۲۰۰۵ استفاده‌کنندگان موزیک پلیرهای دیجیتال قابل حمل بود. او اینگونه پیشنهاد کرد که گوش دادن طولانی مدت به این دستگاه‌ها قابل قیاس با کاست پلیرها می‌باشد. Williams از مطالعه‌اش نتیجه گرفت بدترین حالت زمانی است که فرد سطح شدت انتخابی را متنا سب با سطح نویز زمینه تنظیم می کند (نویز زمینه در حد میانگین ۷۳.۲dBA بوده است). Williams در سال ۲۰۰۵ این میانگین را حدود ۷۹.۸dBATWA تخمین زد که این عدد در استفاده کنندگان از هدفون بوده است. به طور قابل ملاحظه‌ای این در معرض بودن در حد ۸۵dBA در استرالیا بو ده است. Williams گزارش داد که میانگین استفاده کنندگان هدفون در معرض ریسک برای کاهش سطح شنوایی نیستند. اگرچه TWA تخمین زده شده‌ی او بالای ۷۵dBATWA بوده است. اما باید توجه شود که ماکزیمم سطح برای صدای آن نادیده گرفته شده است که نشان دهنده ریسک فاکتورهای کاهش سطح شنوایی بوده است. ۲۴% این موارد ۸۵dBA و یا حتی بیشتر و در ۳% از موارد ۱۰۰dBATWA و یا بیشتر بوده است.

نکات کلیدی

شنیده شدن صدای موسیقی از هدفون روی گوش فرد توسط دیگران به معنای در معرض خطر بودن شنوایی فرد نمی باشد و ناتوانی در شنیدن موسیقی‌ها از هدفون فرد هم به معنای سطح شدت امن برای فرد استفاده کننده نمی‌باشد.

نکات کلیدی

به منظور کاهش ریسک کم شنوایی در استفاده کنندگان موسیقی، آموزش مستقیم و قابل قبول در ملاحظات تکنولوژی مفید خواهد بود.

خلاصه

اطلاعات موجود بیانگر این مطلب هستند که همه ی موزیک پلیرهای قابل حمل سطوح شدتی تولید می کنند که باعث کم شنوایی می شوند بخصوص زمانی که در سطوح بالا به مدت طولانی مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین ضروری است که هدفون ها در مواقع لزوم، سطوح شدتی متوسط به بالا تولید کنند. مطالعات نشان می دهد که رفتار شنوایی افراد اینگونه است که درصد کم اما قابل توجهی از مردم سطوح شدتی برای شنیدن انتخاب می کنند که آنها را در معرض خطر کم شنوایی دایمی قرار می دهد . کم شنوایی ناشی از قرار گرفتن در معرض سطوح بـالای موسیقی قبل از تأثیر روی فرکانس های پایین از فرکانس های بالا شروع می شود و کم شنوایی واضحی ایجاد می کنند . کم شنوایی ناشی از سطوح

شدتی بالا محدود به یک دوره ی زمانی است بنابراین مقدار کم شنوایی بستگی به منبع آن دارد (مثلا استفاده از هدفون). در نتیجه اثبات اینکه هدفون ها باعث کم شنوایی درصد زیادی از مردم می شود کار دشواری است.

فصل ششم

محافظ های شنوایی یکنواخت برای موسیقی دان ها

معرفی

استفاده از محافظ های شنوایی توسط موسیقی دانان و صنایع حرفه ای موسیقی، خطر شنوایی را به طور قابل ملاحظه ای کاهش می دهد. اگر چه محافظ های شنوایی استاندارد به طور کلی قابل قبول نیستند زیرا آنها کاهش خیلی زیادی ایجاد می کنند و پاسخ فرکانسی را تغییر می دهند و صدای موسیقی را مبهم می کنند.

Ear plug هایی با کاهش متوسط و پاسخ هموار در محافظ های custom وNon custom متداول هستند و انتخاب ارجح برای موسیقی دانان مبتدی و حرفه ای می باشند . این فصل درباره طراحی و اساس این محافظ ها (محافظ های گوش با کاهش هموار) بحث می کند و تکنیک هایی برای تنظیم و مشکلات آنها فراهم می سازد.

حوضه های مربوط به مشکلات

اطلاعات حاصل از ده ها سال نشان می دهد که قرار گیری در معرض صداهای بلند به مدت طولانی باعث کم شنوایی ناشی از نویز (NIHL) می شود و قرار گرفتن در معرض موسیقی بلند نیز استثنا نیست. Chasin (۱۹۹۶) گزارش کرد که بیشتر موسیقی دانان حرفه ای سرانجام دچار کم شنوایی ناشی از موسیقی خواهند شد و Royster و همکارانش در سال ۱۹۹۱ دریافتند که بیش از نیمی از موسیقی های ارکستراسمفونی همراه با علامت های شنوایی مانند کم شنوایی ناشی از نویز هستند. قرارگیری بیش از حد در معرض صدا علاوه بر کم شنوایی باعث وزوز، دیپلاکوزی (دریافت غیر طبیعی زیروبمی) و هایپراکوزیس می شود که هر یک از اینها می تواند تهدیدی برای شغل فرد باشد. مهندسین صدا، مهندسین ضبط، کارکنان هواپیما، معلمان و فارغ التحصیلان موسیقی مانند دانشجویان

موسیقی، همگی در معرض صداهای بلند هستند و همگی با خطر آسیب شنوایی دائمی روبرو هستند . سطوح صوتی معمول که موسیقی دانان در معرض آن قرار می گیرند در فصل یک بیان شده است.

نکات کلیدی

قرار گرفتن در معرض صداهای بلند علاوه بر کم شنوایی باعث وزوز، دیپلاکوزی و هایپراکوزیس می شود که هریک از این ها یک عامل تهدید کننده برای شغل افرادی است که در صنایع موسیقی مشغول به کار هستند.

معیارهای خطر(Damage Risk Criteria)

DRC بر اساس نویزهای صنعتی می باشد و با وجود اینکه طیف موسیقی کاملا متفاوت است اما DRC به عنوان بهترین راهنما برای تعیین خطرات شنوایی و نیاز به محافظ شنوایی برای افراد در معرض موسیقی می باشد. دو استانداردی که در ایالت متحده وجود دارد شامل OSHA وNIOSH می باشد.

OSHA

زمانی که تصمیم گرفته می شود کدام استاندارد استفاده شود مهم است که به خاطر داشته باشیم که تفاوت های بین استانداردها تاثیر مهمی روی خطر شنوایی و فاکتورهای شنوایی دارد. استاندارد OSHA حدود در معرض قرارگیری مجاز را ۹۰dBA به مدت ۸ ساعت درهرروز و ۵ روز در هفته برای یک کلوگر ۴۰ ساله تعیین می کند. OSHA ازتغییرات ۵dB زمان – شدت استفاده می کند یعنی به ازای هر ۵dB افزایش سطح نویز، مدت زمان قرارگرفتن در معرض نویز به نصف کاهش می یابد

(جدول۱-۶). استاندارد OSHA یک توافق بین کاهش خطر و هزینه ی انجام و اجرای آن برای یک کارگر صنعتی می باشد و قرارگیری بیش از حد مجاز باعث می شود شمار بیشتری از افراد به کم شنوایی قابل توجهی دچار شوند.

نکاتکلیدی
استاندارد OSHA ازتغییرات ۵dB استفاده می کند و یک توافق بین کاهش خطر و هزینه اجرا برای کارگر می باشد.

NIOSH

در مقابل NIOSH معیارهایش را اینگونه تعیین کرده است که PEL،۸۵dBA برای ۸ ساعت در روز باشد (۵dB کمتر از استاندارد OSAH) و با افزایش ۳dB ، زمان کار مجاز نصف می شود. استاندارد NIOSH بر پایه اطلاعات علمی است که با تأکید بر جلوگیری از کاهش سطح شنوایی است. این استاندارد میزان ریسک موادی که باعث آسیب شنوایی می شوند را برای کارگر ۴۰ ساله ای که در طول زمان کاری درمعرض صدا هستند، نشان می دهد. استاندارد OSHA منجر به افزایش ریسک ۲۵% برای پیشرفت مواد خطرناک شنوایی است. درحالی که معیارهای NIOSH افزایش ریسک را در حد ۸% می داند. همانطور که Suter گزارش داده است، بیشترین کشورها از PEL، ۸ ساعت در روز به میزان ۸۵ dB با تغییرات ۳dB استفاده می کنند ودرسال۲۰۰۷ ،PEL، ISEAP(obHA) ۸۵ dB با تغییرات ۳ dB را پذیرفت. این یادآوری می کند که OSHA شروع به فرآیندهای طولانی برای تغییر استانداردهای صدا کرده است.

نکاتکلیدی

استاندارد NIOSH ازتغییرات ۳dB استفاده می کند که این بر اساس اطلاعات علمی است که همراه با تاکید بر جلوگیری از کاهش سطح شنوایی می باشند.

جدول ۱-۶ :درمعرض قرارگیری مجاز روزانه (OSHA و NIOSH)

	Noise level dBA							
	85	88	90	92	94	95	97	100
OSHA	16		8	6		4	3	2
NIOSH	8	4			1	3/4	1/2	1/4

دوز نویز

شدت موسیقی بسیار گسترده و متفاوت است به همین دلیل بسیار مشکل است که در معرض بودن واقعی

را به طور دقیق در طول زمان پیش بینی کرد. دوزصدا (شدت صدا در طول زمان) یک میزان صحیحی را برای ریسک فاکتورها تخمین می زند هر دو استانداردهای OSHA و NIOSH براساس دوز صدایی که احساس می شود به عنوان درصدی از ماکزیمم دوز روزانه، معیارها را تعیین می کنند. بر اساس استاندارد NIOSH، دوز ۱۰۰% معادل ۸۵dB براساس میانگین وزنی زمانی آن می باشد. (۸۸dBA برای ۴ ساعت و ۹۱dBA برای ۲ ساعت است).

جدول۲-۶: سطوح در معرض قرار گیری و مدت زمان معادل ۱۰۰% دوز نویز بر اساس استاندارد NIOSH

Level (dBA)	*Duration*	*Dose %*
79	24	75
82	16	100
85	8	100
88	4	100
91	2	100
94	1	100
97	30 min	100
100	15 min	100
103	7.5 min	100
106	3.75 min	100

محدودیت Ear Plugهای رایج :

با وجود اینکه موسیقی دانها نیاز به حفاظت در برابر صداهای آسیب زننده دارند اما در عین حال آنها زمانی که در حال ساختن ونواختن آهنگ ها هستند نیاز به خوب شنیدن نیز دارند. Ear Plugهای قدیمی و سنتی دارای سه مشکل کلی هستند: تضعیف غیرمتعادل، تضعیف کلی بیش از حد و اثرانسداد بیش از حد.

تضعیف غیر متعادل :

قراردادن یک EarPlug در درون گوش باعث از بین رفتن قله رزونانس طبیعی در گوش می شود که تقریبا در حدود ۱۷dB در ۲۷۰۰Hz است. زمانی که با خصوصیات کاهشی EarPlug ترکیب شود منجربه کاهش سه برابری شبکه درحد ۱۵-۲۰dB می شود که در نتیجه آهنگ و صدا در هم می پیچد و صدا خفه می شود. بیشترابزارآلات موسیقی یک میزان مشخص و قابل توجهی انرژی در حد ۱۰۰۰Hz دارند. Ear Plug با فرکانس تضعیف بسیار زیاد باعث آسیب به تعادل تونال می شود که می تواند باعث مشکل در شنیدن شود که جبران این مشکل با افزایش فرکانس هایی است که از طریق Ear Plug کاهش یافته اند که این باعث آسیب هایی که مربوط به موسیقی است، می شود.

تضعیف کلی بیش ازحد

حفاظت های شنوایی استاندارد که مهیا شده است باعث تضعیف بیش از حد صدا و موسیقی شده است. قراردهی عمیق فوم های Ear Plug باعث کاهش ۳۰-۴۰dB شدت صدا می شود و ممکن است فرد نیاز کمتری به حفاظت داشته باشد. تضعیف بیش از حد می تواند عوارضی از قبیل اشتباه شنیدن، نشنیدن و یا Over playing داشته باشد که این در مواردی است که افراد موسیقی دان اغلب به سمت استفاده

از وسایل حفاظت شنیداری پیش می رود که برای شنیدن صدا بهتر باشد.

اثرانسداد

اثرانسداد یک افزایش شدت صدا در سطح پرده است هنگامی که کانال گوش بسته باشد در مقایسه با زمانی که کانال گوش باز باشد. زمانی که یک فرد می خواند و یا از یک آهنگ و موزیک دهنی استفاده می کند صدا به سمت فک و آرواره از طریق استخوان هایی که ۱/۳ کانال گوش داخلی را احاطه کرده است هدایت می شود. زمانی که Ear Plug یک انسداد سطحی را ایجاد می کند (دوسوم کانال گوش خارجی) باعث افزایش سطح فشار صدایی که درپشت Ear Plug است، می شود که این ممکن است فرد را درمعرضOver Exposur قراردهد.

نکات کلیدی
Ear Plug های قدیمی مشکلاتی را برای موسیقی دانها به وجود می آورند که شامل عدم تعادل در کاهش صدا، تضعیف کلی بیش ازحد و اثر انسداد بیش از حد می باشد.

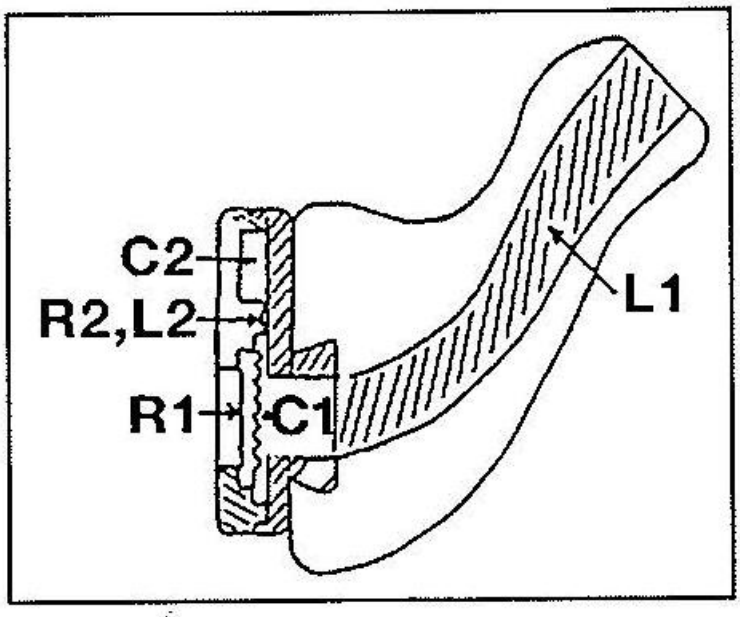
طراحی Ear Plugه ایی با کیفیت مطلوب

Ear Plug های با کیفیت بالا باعث تولید دوباره صدا به عنوان یک صدای نرمال می شود اما شدت آن زمانی که این عمل با کاهش سطح صدا انجام می شود کمتراست که باعث حفظ تعادل در تون موسیقی می شود. Ear Plug نوازندگان ازموارد با کیفیت بالا بوده اند که این Ear Plug های موسیقی دان ها شامل یک قالب سفارشی با جایگذاری عمیق به همراه یک کاهنده ی عمقی می باشد. همانطور که

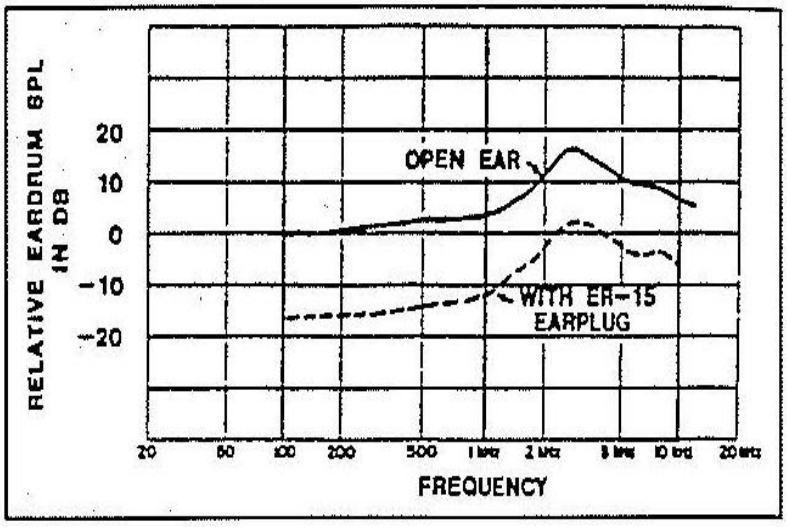
درشکل ۱-۶ نشان داده شده است حجم هوای کانال قالب به عنوان یک جرم اکوستیکی عمل م ی کند. در حالی که دیافراگم کاهنده ی عمقی به عنوان یک مقاومت اکوستیکی عمل می کند . ترکیب این دو فرایند ایجاد یک تضعیف آرام و صاف است. یک مزیت دیگر Music Ear Plug این است که تعادل تونال موزیک را حفظ می کند و به طوری که در شکل ۳-۶ دیده می شود این سطح کلی که کاهش یافته است معادل رنج فرکانسی است بنابراین برای حفظ شکل موسیقی مهم است.

نکات کلیدی

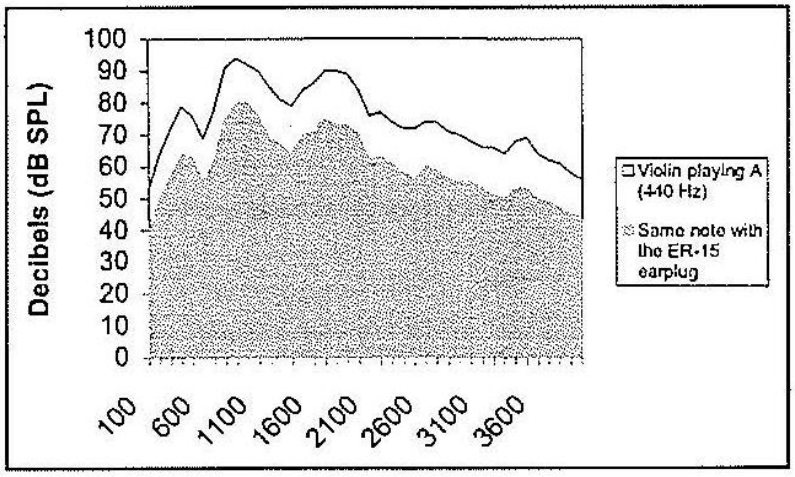
کیفیت بالا در Ear Plug مانند ER-۱۵ باعث باز تولید صوت طبیعی می شود اما این در شدت های کمتر باعث بالانس تونال صدا می شود درحالی که سطح صدا در گوش کاهش می یابد.



شکل ۱-۶ : دیاگرام خطی ER-۱۵C :کامپلیانس ،R :رزیستانس ،L :ایندوکتانس



شکل ۲-۶ : نشان دهنده ی حفظ رزونانس طبیعی گوش با محافظ های موسیقی دان ها مانند ER - ۱۵



شکل ۳-۶ :حفظ تعادل تونال موسیقی از طریق Earplug موسیقی دان ها

یک راهنمایی برای انتخاب کاهنده

میزان کاهش این Ear Plug ها به سه دسته تقسیم می شود : ۲۵ ، ۱۵ و ۹ دسی بل و Ear Plug نوازندگان استفاده زیادی از تضعیف کننده های ER-۹ و ER-۱۵ و ER-۲۵ می کنند. یک تضعیف کننده بهینه، یعنی حداقل میزان کاهش‌ی که باعث کاهش در معرض قرارگیری صدا تا حد سطح ایمن شود. همانطور که قبلا ذکر شد کاهش بیش از حد، مشکلاتی را برای موسیقی دانها ایجاد می کند به طور کلی مقدار کاهش واقعی مورد نیاز اغلب کمتر از آن مقداری است که انتظار داریم (جدول ۳-۶).

جدول ۳-۶:حدود مجاز در معرض قرارگیری بر اساس استاندارد NIOSH

Level (dBA)	% Dose per Hour	% Dose 8 Hours	Time (Hours) to Reach 100% Dose				
			No EP	ER-9	ER-15	ER-25	ER-20
85	<25 (12.5)	100	8	24	24	24	24
88	25	200	4	24	24	24	24
91	50	400	2	16	24	24	24
94	100	800	1	8	24	24	24
97	200	1600	30 min	4	16	24	24
100	400	3200	15 min	2	8	24	22 (est.)
103	800	6400	7.5 min	1	4	24	14 (est.)
106	1600	12,800	3.8 min	30 min	2	20 (est.)	7 (est.)
109	3200	25,600	1.9 min	15 min	1	10 (est.)	3.5 (est.)

ER -۱۵ مسطح ترین پاسخ فرکانسی را دارا می باشد و برای بسیاری از کاربردهای موسیقی مفید است در حالی که ER-۲۵ فقط برای قرار گرفتن در معرض صداهای بلندتر توصیه می شود (مانند طبل، باند پیشرونده Drum lines، گروههای راک، موسیقی تقویت شده و آنهایی که درمقابل brass قرار می گیرند).

ER-۹، ۹dB کاهش در فرکانس های پایین وdB ۱۴-۱۵ کاهش در فرکانس های بالا فراهم می کند و اغلب برای تمرینات تکنوازی مناسب است و همچنین در مواردی که به کاهش کمترازdB۱۵ نیاز است مناسب می باشد (مانند نوازنده ی ویولون). موسیقی دانها اغلب، حداقل به ۲ مجموعه کاهنده نیازدارند (مانند ER-۱۵ و ER-۲۵) که جایگزینی و تبادل آنها با یکدیگر بستگی به سطح قرارگیری در معرض موسیقی دارد گاهی اوقات این بدان معنی است که درهرگوش از کاهنده متفاوتی استفاده شود. جدول ۴-۶ دستورالعمل را برای ابزارهای مختلف موسیقی به طورخلاصه طبقه بندی کرده است. قراردهی عمیق محافظ های گوش برای کاهش اثر انسداد ضروری است. بنابراین محافظ های گوش موسیقی دانها باید به اندازه ی کافی بلند باشد تا به شکل عمیق در بخش استخوانی کانال گوش قرار داده شود (Killoin، ۲۰۰۳ و Killion وهمکارانش ۱۹۹۸). گاهی اوقات مقدارکمی انسداد مطلوب است(مثلا به خواننده در مانیتور صدای خودش کمک می کند) و اگر این نیاز باشد بایدEar Plug را مقدار کمتری به صورت عمقی جاسازی کنیم.

جدول ۴-۶: محافظ های سفارشی توصیه شده برای انواع طبقه بندی های مختلف ابزارهای موسیقی . در بعضی موارد بیش از یک تنظیم وجود دارد.

Instrument Category	*ER-9*	*ER-15*	*ER-25*	*Potential Harmful Sounds*
Small strings	✓	✓		Own/other instruments
Large strings	✓	✓		Brass
Woodwinds		✓		Brass, percussion
Brass		✓	✓	Other brass
Flutes		✓		Percussion
Percussion			✓	Own/other percussion
Vocalists	✓	✓		Speakers/monitors
Acoustic guitar	✓	✓		Percussion/speakers
Amplified instruments		✓	✓	Speakers/monitors
Marching bands		✓		Multiple sources
Music teachers		✓		Multiple sources
Recording engineers		✓		Speakers/monitors
Sound crews		✓		Speakers/monitors

اهداف تکنیک قالبگیری

به دلیل اینکه محافظ های گوش موسیقی دانها به صورت محصولات سفارشی هستند در نهایت بسته به فردی که آنها را تنظیم می کند و لابراتوری که قالب آنها را می سازند، اغلب خوب و مناسب هستند. قالب های بلند (ازخم دوم کانال گوش عبور می کنند) مناسب تر هستند بنابراین لابراتورقالب سازی، قالب هایی می سازند که در بخش استخوانی کانال گوش سیل می شوند. تا حد امکان موسیقی دانان باید ابزارهایشان را در حالی که قالب ها در حال استفاده هستند بنوازند، در حالی که همه ی حرکات دهان، فک و بدن(که روی شکل کانال اثر می گذارند) در قالب گیری نهایی مد نظر قرارگرفته شود(. ۲۰۰۷,santucci,february۱۶). قالب ها نباید هیچ گونه فاصله ای داشته باشند و باید تا بعد از خم دوم کانال گوش ادامه یابند. حتی افراد با تجربه نیز دو باره قالب گیری می کنند زیرا فیت مناسب محافظ های گوش موسیقی دانان در صورت قالب ناقص امکان پذیرنیست. مشکلات سیل کردن را اغلب می توان با استفاده از مواد با ویسکوزیته بالا در قالب گیری برطرف نمود (Pizanski ، ۲۰۰۶). موسیقی دان باید در هنگام تزریق مواد سیلیکونی دهانش را باز نگه دارد و در حالی که قالب ها در حال استفاده است حرکات نرمال در حین نواختن ابزار موسیقی را انجام دهد.

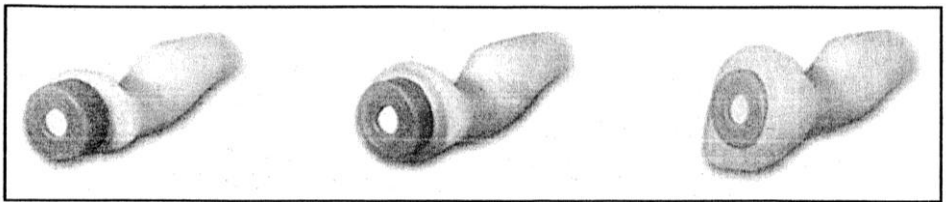
ساخت قالب

تنها سازنده ی کاهنده های محافظ های گوش موسیقی دانها (Etymotic Research Inc (ERI می باشد. لابراتورهای قالب سازی در بردارنده ی استانداردهای سخت و شدیدی برای ساخت قالب هستند بنابراین محافظ های گوشی که در سراسر جهان ساخته می شوند باید کاهش هموار و مشابهی در گوش ایجاد کنند. Etymotic Research Inc و زیر ساخت های وابسته اروپایی آن، به طور منظم سایت خود را برای اطمینان از شیوه های تولید یکنواخت و یکسان بازدید می کنند و از قوانین تعیین ابعاد

sound bore و طول کانال استفاده می کنند، که کاهش همواری تولید می کنند زمانی که تکمه ها به قالب های سفارشی متصل می شوند، این کار از طریق اندازه گیری حجم هوا در قالب نهایی از طریق اندازه گیری جرم اکوستیکی در یک بخش انجام می شود. صدور گواهینامه به یک لابراتوار زمانی که همه ی معیارها در آن مشاهده شود، صورت می گیرد.

گزینه های سفارشی

قالب های محافظ های گوش موسیقی دانها از جنس سیلیکون و وینیل می باشد و قالب سیلیکونی دارای این مزیت است که در طی زمان کمتر دچار چروکیدگی می شود (Dillon,۲۰۰۱). به طور معمول اولین مجموعه ی کاهنده ی دکمه ای در قالب ها به کاربرده شد اما کاهنده های اضافی را می توان به لابراتور سازنده ی قالب همراه با سفارش اصلی و یا بعدا سفارش داد. کاهنده ی دکمه ای متداول به رنگ های قهوه ای، قرمز یا آبی هستند و می توانند به شکل جزئی یا کامل در قالب ها قرارمی گیرند وساخته می شوند (شکل۴-۶).



شکل ۴-۶: Ear plug های رایج موسیقی دان ها همراه با جایگذاری کاهنده. استاندارد، به شکل جزئی یا کامل در قالب ها

فیتینگ و تنظیم محافظ های گوش موسیقی دان ها

تنظیم محافظ های گوش موسیقی دان ها باید به عنوان بخشی از برنامه پیشگیری کم شنوایی باشد که شامل قسمت های پایه ای و جامع ادیومتریک و مانیتورینگ مداوم می باشد. محافظ های گوش فقط زمانی سطح صوت را در گوش کاهش می دهند که به خوبی سیل شده باشند و به طورمداوم استفاده شوند. پایش ادیولوژیک شواهدی فراهم می کند مبنی بر اینکه آیا برنامه حفاظت کم شنوایی انجام شده است یا نه ؟ محافظ های شنوایی موسیقی دانان به یک تنظیم و فیت حرفه ای نیاز دارند و همچنین به یک برنامه کاری نیاز دارند که شامل تأیید فیت قالب و آموزش نحوه استفاده ی آن و مراقبت از پلاگ های گوشی می باشد. محافظ های گوش نباید باعث ناراحتی یا جراحت شوند با این حال در ابتدا ممکن است یک جای گذاری اصلاح شده برای پلاگ ها نیاز باشد و به مرور زمان به شکل عمقی سیل شوند. محافظ های موسیقی دان ها مانند بیشتر قالب ها با آب و صابون، بعد از برداشتن کاهنده ی دکمه ای، قابل شستشوهستند. قالب های وینیل در طی زمان چروکیده و سخت می شوند در حالی که قالب های سیلیکونی پایدارترمی مانند(Dillon,۲۰۰۱).

تأیید و تصدیق عملکرد

میزان کاهش محافظ های موسیقی دانان از طریق پروتکل اندازه گیری گوش واقعی قابل اندازه گیری می باشند (اندازه گیری کاهش الحاقی به جای بهره ی الحاقی) اندازه گیری های گوش واقعی برای ارزیابی میزان اثر انسداد و نتایج فعالیت ها و عمل های اصلاحی قابل استفاده هستند. تکنیک های این اندازه گیری ها توسط chasin(۱۹۹۸-۱۹۹۶) توصیف شده است. رایج ترین مشکل فیتینگ که با آن روبروهستیم کاهش تضعیف فرکانس های پائین می باشد (کاهش غیرمتعادل) که به دلیل وجود سوراخ و leak در قالب گوش می باشد زمانی که این اتفاق می افتد قالب باید دوباره از مواد جدید ساخته شود . اثرانسداد به میزان ۲۰dB مهم و قابل توجه می باشد و نشان دهنده ی این است که قالب باید مجددا

ساخته شود .مشکلات فیت کردن اغلب به طور موفقیت آمیزی از طریق استفاده از مواد سیلیکونی با ویسکوزیته ی بالا و تکنیک قالب گیری با دهان باز برطرف می شوند (Pirzanski، ۲۰۰۶). هر گوش منحصر به فرد است و در بعضی موارد شکل و وضعیت کانال گوش فرد محصول نهایی را تحت تاثیر قرار می دهد. کانال گوش باریک به طور خاص مشکل آفرین می باشد. اگر قالب گوش به اندازه کافی بلند باشد، برای سیل شدن در بخش استخوانی کانال گوش، قطر سوراخ به اندازه کافی وسیع نیست که باعث افزایش و بالا بردن فرکانس های بالا شود تا بر کاهش الحاقی(Insertion Loss) غلبه کند. کوتاه کردن قالب های گوش باعث می شود که قطر سوراخ(Sound bore) بیشتر و وسیع تر شود و پاسخ فرکانس های بالا بهتر شود اما اثر انسداد را افزایش می دهد (که در صورتی که فرد، موسیقی دان، خواننده یا نوازنده شیپور(Horn) نباشد، ممکن است به عنوان یک مشکل مطرح نباشد). نیازهای هر یک از استفاده کنندگان در این شرایط باید بررسی شود.

Ear Plug های غیرسفارشی موسیقی دانها

مدت کوتاهی بعد از معرفی محافظ های موسیقی دانها، تحقیقات Etymotic و Aearo Corporationjointly توسعه یافتند و ER-۲۰ را معرفی و ثبت کردند که هزینه و قیمت کمتر و فیت آسان تر با راحتی بالایی فراهم می کرد . ER-۲۰ از یک تقویت کننده صوتی و مقاوت اکوستیکی استفاده می کند (شکل ۵-۶). کاهش تقریبا ۲۰dB در تمام فرکانس ها فراهم می کند، پاسخ مطلوب ER-۲۰ همانند Ear Plug های سفارشی (کاهش هموار و مقدار کمی انسداد) زمانی ایجاد می شود که به صورت عمقی در کانال گوش سیل شود. سایز ER-۲۰ از میانگین سایز گوش ها طول بیشتری داشت و برای بسیاری از بزرگسالان و بچه ها بزرگتر از گوششان بود این مدل یک سیل سطحی را فراهم می کند و مهم تر از این ها، استفاده کنندگان گزارش کردند که این وسیله ناراحت کننده است و

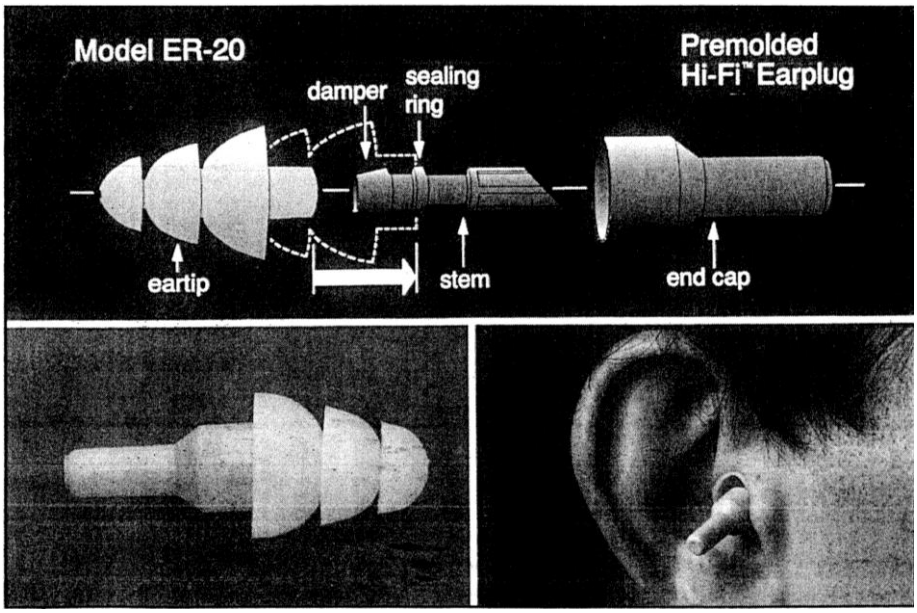
بنابراین به طور مداوم استفاده نمی شود. درسال ۲۰۰۶ تحقیقات Etymotic مدل Baby blues را تولید کرد که همان کاهش هموار ۲۰dB مربوط به ER-۲۰ را فراهم می کند اما Ear tip کوچکتری دارد برای اینکه نسبت به میانگین سایز گوش افراد کوچکتر باشد. محافظ گوش مدل Baby blues یک سیل عمقی را فراهم می کند و همان استفاده کنندگان گزارش کرده اند که این مدل برای مدت زمانی طولانی راحت می باشد.

نکات کلیدی

مدل غیر سفارشی ER-۲۰ از یک تشدیدکننده صوتی و مقاومت اکوستیکی برای ایجاد کاهش هموار۲۰dB در طول فرکانس ها استفاده می کند.

ER-۲۰ و Baby blues گزینه های کیفیت بالا و قیمت پائین هستند که با استفاده از آنها هر کسی می تواند از حفاظت شنوایی با کاهش هموار بهره مند شود.

این محافظ ها توسط هزاران نفراز فارغ التحصیلان و دانشجویان موسیقی در ایالات متحده استفاده می شوند. برنامه های با موفقیت بیشتر استفاده از حفاظت شنوایی را برای دانش آموزانی که در معرض صداهای با سطح آسیب رسان هستند، لازم می داند (Palmer۲۰۰۷,). این محافظ ها همچنین به عنوان یک پشتیبان (back up) برای کسانی که از محافظ های شنوایی استفاده می کنند، مفید هستند.



شکل ۵-۶ : ساختار ۱۵ - earplug ER

ریت کاهش نویز(NRR)

EPA U.S همه سازندگان را ملزم می کند تا ریت کاهش نویز NRR را روی همه ی محافظ های غیرسفارشی چاپ کنند. فرمول مورد استفاده برای تعیین NRR در بر دارنده ی تعدیلاتی برای تفاوت های فردی و برای افرادی که از محافظ گوش به گونه ی آموزش داده شده، استفاده نمی کنند. بسیاری از محققان هیچ ارتباطی بین NRR واقعی و NRR برچسب زده شده پیدا نکردند (۱۹۹۹ ،Berger). NRR بر اساس اطلاعات آزمایشگاهی محاسبه می شود که نمایشگر اطلاعات بدست آمده از مصرف کنندگان واقعی در دنیای واقعی نیستند. مقدار NRR برای ۲۰-ER، ۱۲dB است اما اندازه گیری های کلینیکی بعد از جای گذاری مناسب ۲۰-ER نشان می دهد که آنها تقریبا همان کاهش صوت(۲۰dB) را در همه ی فرکانس ها فراهم می کنند (۱۹۹۲ ،E-A –RCAL).

خلاصه

موسیقی دانها و افراد شاغل در صنایع موسیقی به دلیل قرارگیری در معرض سطوح بالای صوت در معرض خطر قابل توجه آسیب شنوایی دائمی هستند. حدود در معرض قرارگیری مجاز پیشنهاد شده در ایالات متحده بر اساس ۲ استاندارد OSHA وNIOSH می باشد. استاندارد OSHA از تغییرات ۵dB برای پیش بینی پتانسیل خطرزایی قرار گیری در معرض نویز استفاده می کند و استاندارد NIOSH ازتغییرات ۳dB ، تغییرات ۳dB بر اساس مطالعات علمی سختگیرانه انتخاب شده است. هر دو استاندارد OSHA و NIOSH براساس دوز نویز هستند که حداکثر در معرض قرارگیری مجاز روزانه را به شکل درصد مطرح می کند. محافظ های مرسوم در افراد شاغل در صنایع موسیقی به دلیل کاهش نامتعادل، کاهش زیاد سطح کلی و اثرانسداد بیش از حد مشکل آفرین هستند. محافظ های شنوایی موسیقی دانها (ER-۹ و ER-۱۵ و ER-۲۵) کاهش یکنواخت فراهم می کنند و به طور مناسب خطر کم شنوایی را به حداقل می رسانند در حالی که اجازه می دهند که موسیقی دانها به خوبی موسیقی را شنیده و مانیتور کنند. مدل های غیر سفارشی (baby blues وER-۲۰) با داشتن قیمت کمتر و فیت راحت تر، قابل استفاده برای همه ی علاقه مندان به موسیقی می باشد.

فصل هفتم

پایش داخل گوشی شخصی :

وظیفه ادیولوژیست

در طی اجراهای زنده، نوازنده نیاز دارد که صدای خودش را روی صحنه بلندتر از سایر منابع صوتی بشنود. درسیستم PA، نویز جمعیت و سطوح بالای صدای روی صحنه که مربوط به اعضای دیگر گروه اجرا می باشند ، باعث می‌شوند فرد تلاش زیادی برای شنیدن صدای خود انجام دهد (تا صدای دستگاه خود و یا صدای خود روی اجرای زنده را بشنود). در نتیجه تعدیل سطوح صدای روی صحنه یک مشکل همیشگی برای موسیقی دان‌ها، مهندسین صدای آن ها و هم چنین کارکنان به علاوه تماشاچیان موسیقی می‌باشد (Morlet, Santucci & Morlet, ۲۰۰۷). پایش‌های داخل گوشی (IEM) که پایش-های شخصی نیز نامیده می‌شوند، در جهت حذف نیاز به بلندگوهای سطحی (نصب شده روی کف صحنه) طراحی می‌شوند. سیستم‌های IEM راه طولانی در جهت کسب کیفیت و راحتی صدا از زمان آغازشان از سال ۱۹۸۰ دارند. این فصل پایش بلندگوها به روش سنتی را با سیستم‌های IEM امروزه مقایسه می‌کند و مهم تر اینکه در مورد نقش ادیولوژیست در کمک به انتخاب محافظ گوش مناسب و راهنمایی موسیقی‌دان در استفاده صحیح از آن بحث می‌کند.

پایش مرسوم روی صحنه: شرح مختصر

به دلیل اینکه سیستم‌های تعدیل، صدای عمومی حاضران را از جریا ن حذف می کند، صدا قبل از بازگشت روی صحنه دچار تاخیر می شود که همین امر، همزمان و به موقع عمل کردن موسیقی دان (نوازنده) را دچار مشکل می کند. راه حل این موضوع قرار دادن بلندگوهای اضافی روی صحنه و روشن کردن آن ها روبه‌روی نوازنده ها می باشد . این بلندگوهای جهت دار اغلب به خاطر شکل شان، Wedges نامیده می‌شوند و عموماً روی صحنه روبه‌روی نوازنده قرار می‌گیرند، بلندگوهای اضافی که Side-fills هم نامیده می‌شوند، اغلب به هر دو طرف صحنه اضافه می شوند تا تقویت صدای مناسبی برای اجراکنندگان داشته باشند. در اصل فناوری دوم، سیستم صدا را برای نوازنده‌ها جدا می‌کند که

سیستم پایش نامیده می شود. کنسرت‌های با این بزرگی نیاز به دو مهندس صدا دارد . مهندس مقابل جایگاه، (FOH) سیستم صوتی عمومی تماشاچیان را ترکیب می کند، که معمولاً در یک موقعیت استراتژیک نزدیک به مرکز به طرف سطح اصلی عقبی کار می کنند. در مقابل مهندس پایش (ME) بیرون از منظره ی صحنه کار می‌کند که به این ترتیب ، ترکیب های جداگانه‌ای برای هر نوازنده ایجاد می‌شود و اساسا این ترکیب ها در موقعیت اجرای آن ها از هم جدا می شوند. این مورد به هر نوازنده اجازه می‌دهد که ترکیب فردی و مناسب مربوط به خود را بشنود . کنترل‌کننده‌های (سیستم‌های) پایش و کنترل بلندگو باعث ایجاد مشکلات گوناگون برای مجری ها، تماشاچیان و مهندسین می شوند. نزدیکی اینها به میکروفون‌ها احتمال فیدبک را افزایش می‌دهد، در این هنگلم اجرا کنندگان تمایل به بلندتر شدن صدای خودشان نسبت به دیگر منابع صوتی رقابتی دارند (منابع دیگر مثل سیستم FOH). که این باعث تشدید سطوح صدا روی صحنه می شود بنابراین مهندس پایش با یک عمل بالانس دائم مواجه است و تلاش می‌کند تا نوازنده‌ها را از این فیدبک آکوستیکی ناشی از ترکیب‌ها در امان نگه دارد. در این هنگام مهندس FOH چاره‌ای جز افزایش صدای بلندگوها برای از بین بردن سیستم پایش صحنه که به سمت شنوندگان می‌باشد و باعث اختلال در کیفیت ترکیب FOH اصلی می‌شود، ندارد که در این صورت شنوندگان از سطوح اضافی صدا و همچنین از کیفیت ترکیب FOH اصلی اذیت می‌شوند.

نکات کلیدی

در هنگام کار کردن با نوازندگان، مهم است که به خاطر داشته باشیم که تمرکز اولیه آن‌ها روی اجرایشان و در وهله‌ی دوم حفاظت شنوایی می‌باشد.

پایش شخصی

در پاسخ به این وضعیت، اولین سیستم‌های پایش داخل گوشی در اواخر دهه ۱۹۸۰ ایجاد شدند. در اکثر موارد که Sony Walkman جعبه ارتجاعی (Boom Box)(استریوی پرتابل(قابل حمل)) جایگزین می‌شد، IEMs برای انتقال تجربه‌ی شنیداری به نوازندگان روی صحنه به صورت داخل گوشی طراحی می‌شد. این روش، رقابت بین منابع صوتی موجود در سیستم اشیا را از بین برده و به نوازندگان اجازه می‌دهد صدای خود را دقیق‌تر بشنوند که این کار با حذف بزرگترین منبع فیدبک روی صحنه انجام می‌شود. سیستم IEM شامل یک تقویت‌کننده کمری که می‌تواند با سیستم و یا بدون سیستم باشد و مجموعه‌ای از گوشی‌های کوچک می‌باشد. سیستم‌های بدون سیم از یک ارتباط رادیویی UHF برای ارسال ترکیبات صدا به اجرا کنندگان استفاده می‌کنند که همیشه در هر جای صحنه یک ترکیب مشابه از صدا شنیده می‌شود. اجراکنندگان ایستا مثل درامرها (طبل زنان) و نوازندگان کیبورد کمی بیشتر از استفاده کنندگان هدفون از سیستم‌های دارای سیم استفاده می‌کنند. گوشی‌های امروزی وسیله‌های شنیداری پیچیده‌ای هستند که به منظور ایزولاسیون نسبت به منابع صوتی رقابتی طراحی می شوند که سیگنالی با کیفیت بالا ارائه می‌کنند. سازندگان مختلف، تنظیم کلی یا تنظیم از پیش انجام شده را پیشنهاد می‌کنند، به دلیل اینکه قالب‌های اولیه گوشی اساس ساخت قالب‌های نهایی می باشند، خدمات ادیولوژیکی مورد نیاز می‌باشد. برای اجرا کنندگان سیستم IEM مزایای بسیار بیشتری نسبت به روش مرسوم وجود دارد که با ارائه مستقیم ترکیب صوتی به گوش، میزان بهره ای که به نوازندگان می رسد، درک و زمان‌بندی موسیقی را بهبود می‌بخشد و با ایجاد ایزولاسیون نسبت به صدا بوسیله‌ی گوشی‌ها، می‌توان به صورت دقیقتری در سطوح شدتی پایین‌تر پایش صدا را انجام داد . در نتیجه اجرا بهبود می یابد و اجرا کنندگان نیاز کمتری به ایستادن مقابل ابزار خودشان دارند، علاوه بر اینها، دقت شنوایی هم وجود دارد. مزیت MES، بهبود

توانایی ارائه‌ی مونیتورینگ در شب های متوالی می باشد. سطوح صدا بوسیله ی جعبه های روی بدن نوازندگان کنترل می‌شود که باعث خروج ME می‌شوند و تمرکز نوازنده روی صدای خودش را افزایش می‌دهد. بواسطه‌ی حذف پایش اشیا روی صحنه ، احتمال فیدبک به شدت کاهش می یابد. به این دلیل، مهندسین FOH می‌توانند ترکیب بهتری ایجاد کرده و می‌توانند سطوح ایمن تری از صدا را ارائه دهند و در پایان حتی تماشاگران نیز از مزایای این روش استفاده می کنند. از آنجایی که هدف از سیستم‌های پایش قادر کردن اجراکنندگان برای شنیدن صدای خودشان می‌باشد و مانع رسیدن صدای اشیا به او می شود، مفهوم پایش شخصی در صنعت صدای زنده بسیار جالب بوده است و استفاده از آن حتی در مکان-های کوچکتر نیز رو به افزایش می‌باشد.

گوشی‌های پایش شخصی

تقاضا برای این تکنولوژی بسیار افزایش یافته است، ادیولوژیست ها با افزایش تعداد نوازندگانی که درخواست قالب اولیه گوشی برای قالب های کاستوم مدل IEMs را دارند، مواجه هستند. به دلیل اینکه استراتژی های تقویت صدای کنسرت برای اکثر ما ناشناخته می باشد، برای ادیولوژیست مهم است که چگونگی ایجاد کیفیت مناسب برای اینگونه مراجعین را یاد بگیرد. قبل از ارائه راهنمایی جهت انتخاب و استفاده صحیح از گوشی ها برای سیستم‌های IEM، مهم است که فهم پایه‌ای از تکنولوژی گوشی‌ها داشته باشیم، مثل سمعک‌ها. جنبه‌ی مهم در موفقیت پایش شخصی، کیفیت و تنظیم گوشی (قطعه محافظ) می-باشد. گوشی‌های IEM به ۳ شکل عرضه می‌شوند که شامل گوشی‌های ساخته شده از سایز گوش شخص، گوشی های فیت عمومی و گوشی های با قالب کاستوم می باشند. هدف این تکنو لوژی، ایجاد ترکیب استریوی پهن باند برای اجرا کنند ه روی صحنه ، از طریق حذف فرآیند های آکوستیکی سایر منابع صوتی رقابتی، می باشد. طراحی مناسب گوشی‌ها به اجرا کننده این امکان را می دهد که نسبت به

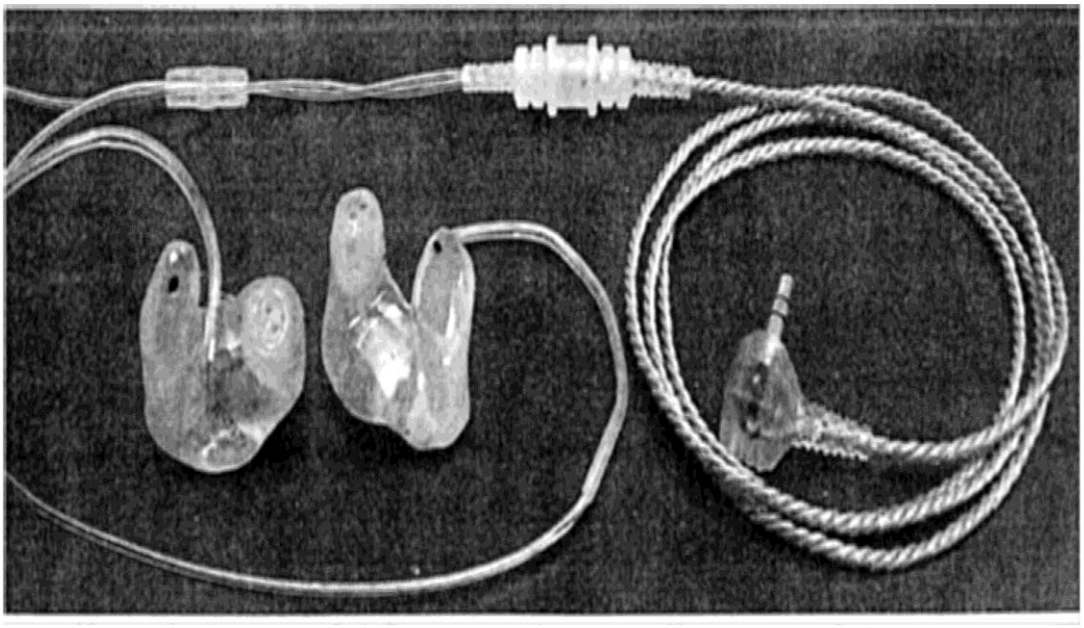
مانیتورهای سطحی جزئیات بیشتری بشنود و سطوح صدا رسیده به گوش را کاهش دهد . گوشی‌های نوع EarBud مانند گوشی‌هایی که برای پخش‌کننده‌های MP۳ پرتابل قابل استفاده‌اند برای کاربردهای روی صحنه مناسب و دلخواه نمی‌باشند، زیرا طراحی روی گوشی آن‌ها درجه ایزولاسیون لازم را فراهم نمی‌آورد؛ به همین دلیل طراحی های IEM در بازار فروش غالب شده اند . اکثر سیستم‌های IEM به همراه یک جفت قالب فیت عمومی (Universal-fit) و سیستم صوتی با سیم و یا بی سیم (وایرلس) فروخته می‌شوند، که این مورد برای نوازندگان ترجیح داده می‌شود. این گوشی‌ها با تنوعی از کوپلرهای نوک دار عمومی که شامل محدوده ای از سیلندرهای فوم تا پلاستیک یا کلاهک های قارچی سیلیکونی و اشکال پیچی هستند، به گونه ای گزینه‌های انتخابی زیادی در جهت راحت‌ترین و مناسب‌ترین و ایزوله-ترین شرایط در اختیاراستفاده کنندگان قرار می دهد . برخی از این مدل ها برای ایزولاسیون و راحتی بهتر بوسیله‌ی قالب های سفارشی ارتقا داده شده اند که این نوع برای اجراکنندگان پر جنب و جوش و یا افراد با کانال گوش کوچک و یا با خمیدگی زیاد ترجیح داده می شود. این مدل‌های سفارشی از مواد نرم مانند قالب پشت گوشی (BTE)، ساخته می‌شوند (شکل ۱-۷ و ۲-۷). بهترین تنظیم، راحتی و کیفیت بالای صدا مربوط به مدل های گوشی با قالب سفارشی می باشد که بوسیله ی تمامی اجراکنندگان استفاده می‌شود که رضایت آن ها را نیز در پی دارد . مشابه سمعک‌های داخل گوشی، گوشی‌های سفارشی از بلندگوهای میکرو که در داخل یک قالب منحصر به فرد استفاده می کنند که مناسب‌تر، راحت‌تر و زیباتر از گوشی های تنظیم عمومی Universal-fit می‌باشد. این قالب های شخصی سفارشی در تنوعی از مواد شامل نرم (سیلیکون)، سخت (اکریلیک)، اکریلیک سخت همراه با کانال (مجرای) اکریلیک نرم عرضه شده‌اند. به دلیل اینکه هنرمندان هنگام اجرا حرکات صورت زیادی انجام می دهند، مواد نرم به نظر می‌رسد که بهترین ایزولاسیون و راحتی را در طی استفاده‌ی زیاد و گسترده عرضه می‌کنند.

شکل ۱-۷: نمونه ای از مانیتور داخل گوشی به همراه سیستم انتقال دهنده و گیرنده Wireless

میکرواسپیکرها (ریز بلندگوها) هم به صورت دینامیک و هم به صورت آرمیچرهای بالانسی استفاده می‌شوند. دیافراگرام‌های دینامیک (مانند دیافراگم های موجود در دستگاه های MP۳) برای کانال باز گوش طراحی می‌شوند و انتقال هوا به بیرون بدنه در آنها الزامی می باشد تا حرکت کامل دیافراگم را موجب شود. در نتیجه، نمایشگرهای معمولی با بلندگوهای نوع دینامیک دارای ایزولاسیون اندک و یا بدون ایزولاسیون هستند زیرا برای افزایش کیفیت صدا نیاز به تهویه (مجرای باز) دارند. بلندگوهای آرمیچر بالانسی نوع مشابهی از بلندگوهای موجود در فن آوری سمعک هستند. البته چون آهنگسازان به تولید پهنای باند کامل نیاز دارند، درایورهای هیبریدی خاص و اخیرا فن‌آوری بلندگو فعال بکار گرفته شده است . این مبدل‌ها ممکن است به عنوان درایور (راه‌انداز) تک باند عریض (WBS) یا ترکیبی از دو یا سه عدد از آن ها، برای قانع کردن انتظار آهنگ‌ساز برای یک نتیجه کاملاً Bass استفاده گردد. آهنگسازها باید در مورد سطوح بالا مراقب باشند، زیرا آسیب زننده اند و باید یک ادیولوژیست سطح خروجی را چک کند . طراحی آرمیچرهای بالانسی بیشتر از انواع دینامیک در دسترس هستند، زیرا کیفیت صدای آن‌ها بهبود یافته است و گوش را از صدای محیط ایزوله نگه می‌دارد و بنابراین نسبت

سیگنال به نویز (SNR) در کانال گوش افزایش می‌یابد. وسوسه انگیز است که، نتیجه بگیریم نسبت S/N بالاتر به منظور کاهش سطح صدای مطلوب مورد نیاز برای شنیدن، واضح می‌باشد. البته این فقط به صورت موردی پس از مشاوره مناسب استفاده می گردد. به طور خلاصه، طراحی سفارشی از مواد نرم استفاده می‌کند و بیشترین مقدار ایزولاسیون را فراهم می‌کند و کیفیت صدای به دست آمده از مبدل - های آرمیچر بالانسی بهتر است، در نتیجه، احتمال اینکه کاربر بتواند در سطوح مطمئن تر به طور صحیح بشنود، بالا می رود. احتمالا به طور اجتناب ناپذیری ایزولا سیون نیز یک مشکل جدید برای آهنگساز (موسیقی‌دان) ایجاد می‌کند. برخی از آهنگسازان از احساس جدایی از حضار شکایت می‌کنند و اغلب یکی از گوشی ها را به منظورحضور دوباره در اتاق یا ارتباط با افراد ، باندها و حضار و شنیدن صدای دیگران برمی دارند. مهندسین طراحی پایش ها، ترکیب‌های مانیتور را با استفا ده از ابزارهای پیشرفته به حداکثر می رسانند و اغلب با صدای حضار میکس و ترکیب می شود. اگرچه این تکنیک ها شکایت‌های آهنگسازان را در پایش های ایزوله شده در پی دارند ولی آن ها نمی‌توانند از خصوصیات بازتابی سر و لاله گوش که برای مکان یابی مورد نیاز است، ا ستفاده کنند. این رایج ترین شکایت در استفاده از داخل گوشی ها می باشد . برای حل این محدودیت، چند تولیدکننده IEM، میکووفون‌هایی که در ترکیب با سیم مانیتور کار می‌کنند، ایجاد کرده‌اند. این میکروفون‌های ترکیبی و ریز برای گرفتن قله- های SPL بالا بدون Over loading در گوش‌ها تعبیه می‌شوند، ولی می‌توانند با پاسخ میانگین یک کانال گوش باز تعدیل و تنظیم شوند. صدای محیط کاملاً طبیعی است، درحالی که نشانه های جهتی حفظ می‌شوند. صدا از این میکروفون های محیطی به یک جعبه روی بدن body pack فرستاده می‌شود، جایی‌که یک مدار فعال، صوت را از میکروفون‌ها با ورودی از سیستم مانیتور در سطوح نسبی دلخواه ترکیب می‌کند و این ترکیب کامل از موسیقی و صدای محیط در گوش فراهم می کند. به عنوان نتیجه،

هنرمند می‌تواند با افراد دیگر صحبت کند و به صدای حضار گوش کند و در همان حین به موسیقی نیز گوش کند.



شکل ۲-۷ : تصویر یک مانیتور داخل گوشی (IEM)

نقش ادیولوژیست

زمانی که با آهنگسازان کار می‌کنیم مهم است که بخاطر داشته باشیم که تأکید اصلی آن ها بر اجرا می باشد. تمام ملاحظات دیگر برای آنها در مرحله ثانویه قرار می گیرند. اهرم تقویت صدا فقط برای این است که نمایش موفقی ایجاد کند . انتظار این است که سیستم پایش (مانیتور) با ایجاد این توانایی در هنرمندان که آنچه را که می نوازند به درستی بشنوند، قدرت اجرای آنها را افزایش دهد. برای برخی از آهنگسازان حفاظت شنوایی یک ملاحظه ی ثانویه است گرچه برای بقیه افراد، مهم تر است . به طور واضح ، آهنگسازها با دیگر مراجعه کنندگان به ادیولوژیست ها متفاوت هستند. به همین دلیل ضروری

است که ادیولوژیست یاد بگی رد که چگونه به صورت درست از IEMها استفاده کند . مانیتورهای شخصی برخلاف پلاگ‌های گوش، از نظر طراحی دستگاه‌های ایمنی نیستند. در حقیقت IEMها سیستم-های صوتی مینیاتوری هستند که قابلیت تولید سطوح صوتی خیلی بالا را دارند. این نگرانی وجود دارد که چگونه آهنگساز به صورت ایمن و مطمئن از این وسایل استفاده کند. مهم‌تر اینکه وی چگونه متوجه شود که سطح مطمئن و ایمن برای مانیتور چه سطحی است؟ یک روش برای اندازه‌گیری سطح صدا از IEM در حال استفاده در طی بررسی صدا، استفاده از تجهیزات میکروفن پروب تیپ می باشد . این ابزار کلینیکی در دسترس و قابل حمل می‌تواند اندازه‌گیری روی پرده گوش را با گوشی در آن محل انجام دهد. فاکتورهای تصحیح باید برای جبران رزو نانس کانال گوش و برای تبدیل به فرمت A-Weighted استفاده شود. از این می‌توان فهمید که آهنگسازان می‌توانند به صورت مستقیم با سطوح ایمن با استفاده از میانگین های وزنی - زمانی هدایت و راهنمایی شوند. اطلاعات بیشتر درباره‌ی آسیب سطوح صوتی در فصل ۶ ارائه شده است.

استفاده‌ایمن از مانیتورهای شخصی

باید توجه داشت که آهنگسازان کلوب، به طور میانگین سه ساعت در شب و در اکثر شب‌ها در هفته می-نوازند در نتیجه محدودیت های ایمنی باید مطابق با زمان، کاهش یابد. اکثر تجهیزات میکروفن پروب تیوب قابل حمل نیستند و یا برای اندازه گیری‌ه‌ای وزنی طراحی نشده اند. در نتیجه اکثر آهنگسازان قضاوت در مورد اینکه چقدر سطح صدا بالا است را رها می کنند. یک مطالعه از کاربرد مانیتورهای شخصی نشان می‌دهد که نوازندگان تمایل دارند سطوح مورد استفاده در حین استفاده از مانیتورهای کف را تطابق دهند. در این مطالعه از یک گروه متشکل از ۱۵ نوازنده‌ی حرفه‌ای به صورت تصادفی خواسته شد تا دو وظیفه را انجام دهند: آ) ولوم را به سطحی که اجرا می‌کنند تغییر دهند و ب) ولوم را

کاهش دهند و کمترین سطحی که آنها هنوز می‌توانند بنوازند را برای نواختن بیابند. هدف مطالعه، تعیین تفاوت‌های PLL و MALL بین مانیتورهای کفی (floor) و شخصی بود. نتایج نشان داد که همه ۱۵ نوازنده به طور مشابه PLL شان در یک محدوده ی ۱dB بین روزهای مختلف تغییر کرده است. در مجموعه دیگر از تست، از افراد خواسته شد تا کارهای یکسان ی را در حین استفاده از مانیتورهای شخصی انجام دهند، که همانطور که انتظار می رفت افراد نشان دادند که سازگاری دارند. علاوه بر این PLLهای در حال استفاده از IEMها به اندازه آنهایی که برای اندازه گیری گوش باز استفاده می‌شود، بالا است که باز هم در محدوده ای کمتراز ۱dB ، برخلاف ایزولاسیون بالا وصحت سیستم‌ها قرار می گیرد. به عبارت دیگر PLL برای همه ۱۵ نوازنده چه در حال استفاده از IEM ها وچه درصورت عدم استفاده از آنها، یکسان بود . خبر خوب از دیدگاه حفاظت شنوایی این است که زمان استفاده از مانیتورهای شخصی، MALL۶dB پایین‌تر از PLL بود. در مقابل تفاوت بین PLL و MALL زمان استفاده از مانیتورهای کفی مرسوم فقط ۱dB بود. این نشان می‌دهد که سطوح صدا می‌تواند، استفاده از IEMها در محل ابزار کف را کاهش ده د اما فقط با مهیا کردن سفارشات و توصیه های اودیولوژیست، این اتفاق رخ می دهد . در مورد اینکه آیا وسایل مانیتور کفی همراه با حفاظت شنوایی بهتر هستند یا IEMها در PLL، تحقیقات بیشتری مورد نیاز است.

نکات کلیدی
سطوح صدا با استفاده از مانیتورهای شخصی در محل وسایل کفی، فقط با استفاده صحیح کاهش می یابد.

برخی اطلاعات مفید

در زیر برخی اطلاعات مفید برای ارائه به فرد آهنگساز وجود دارد :

۱ -آزمون و آزمون مج دد شنوایی. اگر چه این مورد (در بسیاری از صنایع) اجباری نیست اما آزمون اساسی برای بررسی هر تلاش موفقی در حفاظت شنوایی می باشد. آهنگسازها باید به طور قوی به این عمل تشویق شوند. چک سالانه باید معمول شود. تشخیص تغییرات کوچک در یک زمان کوتاه باید مورد توجه قرار گیرد چرا که بعد از مدت طولانی تری منجربه پیدایش تغییرات بزرگتو خواهد شد.

۲ - پیشنهاد و ارائه ی گوشی های سفارشی ایزوله . مواد نرم تر به هنگام حرکات زیاد درجه‌ی ایزولاسیون بالاتری را فراهم می کنند.

۳ -استفاده از هر دو گوشی، همیشه بیرون آوردن یک مانیتور موجب می‌شود که شنونده صدا را در گوشی که به وسیله ی مانیتور پوشیده شده برای جبران کاهش تجمع دو گوشی افزایش ده د. در این هنگام گوشی که باز و بدون حفاظت است در معرض سطوح صدای بالاتری قرار می‌گیرد. به‌علاوه صدای وارد شده به گوش ممکن است باعث پوشش مرکزی شود، در نتیجه آهنگ‌ساز سیگنال را برای درک صدا نسبت به مانیتور دو گوشی بالاتر می‌برد. استفاده از میکروفون‌های وضعیتی و یا قطعات گوشی دارای میکروفون های همسان به عنوان روشی ایمن برای حل مشکلات مرتبط با ایزولاسیون توصیه می‌شود. در برخی موارد استفاده از حفاظت شنوایی می - تواند باعث بهبود وضعیت شود.

۴ -استفاده از محدود کننده های قله یا فشرده‌سازها توصیه می‌شود. اکثر سیستم های پایش (مانیتور) شخصی شامل محدود کننده ی قله در محفظه‌ی کمری تق‌ویت کننده اولویت می‌باشند. برخی مهندسین صدا استفاده از محدودکننده های وسیع تررا ترجیح می دهند. هر دو روش، استفاده

۵ـ کننده را در حفاظت از صدای بلند و انفجارهای ناخواسته صدا کمک می کنند و یک رابط مهم در زنجیره ی حفاظت می باشند. البته این مورد از اینکه اجرا کننده صدا را به سطوح غیر ایمن برساند جلوگیری نمی کند.

۶ـ از قرار دادن ونت در مانیتور دوری کنید. قرار دادن ونت در گوشی (در تلاش برای بهره گیری دوباره از صدای از دست رفته) نه فقط در کاهش پاسخ Bass با مبدل های نوع آرمیچری تاثیر می گذارد بلکه همچنین باعث می شود که به طور غیر قابل کنترل صدای صحنه به گوش وارد می شود که این مسئله مزایای ایزولاسیون را حذف می کند.

۷ـ از نشانه های هشدار دهنده ای از قبیل وزوز و تغییر آستانه موقت (TTS) پس از اجرا و کاهش سطوح صدا و زمان های در معرض قرار گرفتن مداوم، آگاه باشید.

خلاصه

ناتوانی آهنگسازان در شنیدن صدای خودشان به شکل واضح روی صحنه، حتی در کلوب های کوچک موجب می شود که آنها سیستم مانیتور شخصی شان را روشن کنند و تقویت کننده های روی صحنه را به منظور تلاش برای شنیدن صدای خود نسبت به دیگر منابع رقابتی مانند اعضای دیگر باند، بلندگوهای عمومی و یا نویز جمعیت، به سطوح غیر ایمن صدا برسانند. IEM ها یا مانیتورهای شخصی می توانند تجربه شنیدن روی صحنه را بهبود بخشند . سیستم های IEM علی رغم توانایی شان در افزایش کیفیت صدا به هنگام ایزوله کردن گوش، به صورت معمول به عنوان روشی برای حفاظت شنوایی استفاده نمی شوند. هر چند با دستورالعمل صحیح (شامل مشاوره، آموزش و اندازه گیری بوسیله ابزار اندازه گیری گوشی واقعی) این سیستم ها پتانسیل بالایی در حفاظت از شنوایی در آهنگ سازهای درمعرض خطر

دارند. آزمون ادیومتری پایه و پیگیری منظم می تواند تغییرات احتمالی در شنوایی را (که از استفاده‌ی نادرست از IEM می‌باشد) آشکار می سازد. این مورد بخصوص زمانی که ابزار اندازه‌گیری سطوح خروجی IEM در دسترس نباشد، مهم است. توصیه‌ی تخصصی در اهمیت استفاده از قطعات گوشی ، قابلیت های ایزولاسیون و محدود کننده یا متراکم کننده های قله، می‌تواند به حفاظت قابل اعتمادی از شنوایی جمعیت رو به رشد موسیقی دانها منجر شود ، بنابراین باعث می شود که اجرا کنندگان به مدت طولانی به حرفه‌ی خود ادامه دهند و به ما هم فرصت استفاده بیشتری از موسیقی را می‌دهد.

فصل هشتم

اکوستیک اتاق ها و صحنه ها در جهت

شرایط شنیداری و اجرای ایده آل

به طور معمول ، تمرکز روی تسهیل اجراهای هنری، برای دستیابی به تجربه اکوستیکی مناسب برای تماشگران می باشد . به نظر می رسد ملاحظاتی از قبیل انتشار صدا، کیفیت صدا، طنین، حتی پوشش تماشگران، نویز زمینه پایین، صدای مستقیم کافی و انرژی بازتابی به موقع وکافی احتیاجاتی مبنی بر تقدم و الویت برای نوازنده می باشند. در این فصل، ما با جنبه های طراحی اکوستیکی اجرا و فضاهای تمرینی مورد انتظار برای بهبود اجرای هنرمندان (تجربه شنیداری خوب تماشاگران) مواجه هستیم. اتاق های کار حرفه ای وجود دارد که بایـد تا حد ممکن با در نظر گرفتن ملاحظات مربوطه و سلامت کار طراحی شوند. نوازندگان نیاز دارند که در محیط های اکوستیکی راحت کار کنند تا اجرای خود را بهبود بخشند، به صورت واضح صدای خودشان و دیگران را بشنوند ، به عنوان یک بخش هماهنگ کار کنند و صدای تماشاگران را بجزدر موارد خاص بشنوند و از صداهای با شدت بالا دوری کنند تا خطر آسیب شنوایی به حداقل برسد.

سالن های کنسرت و تالار های کنفرانس

بهترین مکان کار برای همه، سالن اجرا با طراحی مناسب می باشد . از زمان Wallace Sabine که به عنوان پدر اکوستیک مدرن شناخته شده است، اکثر تحقیقات به تاثیر فاکتورهایی که در طراحی شرایط اکوستیکی خوب سالن های کنسرت دخالت می کنند ، اختصاص داده شده است . دکتر Leo Beranek اخیراً بازبینی وسیعی روی ۱۰۰ سالن موسیقی در سراسر جهان انجام داد و چکیده ای از بازبینی ها و اندازه گیری ها را ارائه داد که اکثر نوازندگان و دوست داران موسیقی با آن موافق هستند که تجر به شنیداری ایده آل را ایجاد می کند . سالن باید ساکت باشد به قدری که پیام های بسیار آرام (PP) قابل شنیدن باشند، بازآوایی کافی برای تعدیل ترکیبات صدا های خیلی بلند (FF) داشته باشد، ایجاد وضوح کافی برای حمایت از تغییرسریع صداهای ساز (ویولن)، ایجاد وسعت به اندازه ای که سایز معمولی

دستگاها را افزایش دهد، ایجاد و ارائه ترکیبی خوشایند از موسیقی، قدرت تفکیک کافی صدای بم برای حمایت کافی از ارکستر و رهایی از اکوها و تغییرهای منابع را فراهم کند . کار مشابهی در اتحادیه Soviet سابق انجام شده است این تحقیقات و بس یاری دیگر از اصطلاح شناسی وسیع، تعداد زیادی اندازه گیری های کمی در این مورد ارائه دادند. این پارامترها (در متن به صورت ایتالیایی استفاده شده) را می توان در ۴ مقوله ی ضروری که در پایین بحث می شود جمع آوری کرد.

این ۴ مقوله عبارتند از : آ) سطح صدای اجرا با شدت کا فی و سطوح زمینه ی پایین ب) بازآوایی مناسب صداهای اولیه ج) صدا در سراسر سالن پخش شود د) مشخصات و ویژگی های بازآوایی که در جهت شروع اجرای موسیقی مناسب هستند . ایجاد تعادل میان همه ی این پارامترها با کوشش طراحان بدست می آید، که مزیت آن نه تنها برای شنوندگان اس ت بلکه برای نوازندگان و اجراکنندگان نیز می باشد.

سطح صدای اجرای با شدت کافی و سطوح پایین صدای زمینه

در قدیم آمفی تئاترهای رومی ویونانی در فضای باز با داشتن ا کوستیک خوب برای نوازندگان درام و ابزارهای تک نوازی برای گروه های کوچک شناخته شده بودند ، گرچه آنها در فواصل طولانی از اجرا سطوح صدای اجرای نسبت پایینی داشتند که به این دلیل بود که صدا به صورت طبیعی با مسافت کاهش پیدا می کند. حضور اجراکنندگان روی یک صحنه برای رودررویی با تماشاگران درک صدا را ایده آل می کند. تجمع حضار منظره مناسبی ایجاد می کرد و کاهش ناشی از تماشاگران اضافی را به حداقل می رساند. گروه ارکستر روی یک سطح انعکاسی صاف قرار می گرفتند و برآمدگی ها یا حفاظ هایی جهت بازتاب صدای اضافی به طرف تماشاگران استفاده می شد. سطوح صدای زمینه به صورت قابل ملاحظه ای کمتر از سطوح موجود در دنیای مدرن امروزه ب ود. وقتی که اجراها به داخل سالن ها منتقل شد،

فرصتی برای افزایش سطوح صدای اجرا از طریق استفاده از بازتاب های ناشی از دیوارها و سقف ها بدست آمد. بلندی کافی یا قدرت صدا در برخی تجربه های موسیقی بسیار مهم می باشد که گواهی بر اهمیت پیام های با صداهای بسیار بلند در یک بخش بسته و نزدیک می باشد . حضار زیاد، فاصله طولانی از صحنه و مساحت زیاد سالن، بلندی صدا را کاهش می دهند که نشان می دهد که دسترسی به صدای بسیار بلند (fortissimo) در سالن های بسیار بزرگ غیرممکن می باشد. در مقابل در سالن های کوچک برای مثال یک باند کامل اجرا در سالن ورزشی کوچک یک م درسه، در صورتی که سنگفرش باشند، جایگاه حضار به صورت مبلمان باشد، دستگاه ها و ابزارهای جاذب صدا به حداقل برسند و برخی فعالیت هایی که سراسر سالن را می پوشاند، دسترسی به صدای بسیار بلند قابل انتظار می باشد . در تئاترهای دارای صحنه بزرگ ، بدنه های صحنه به گونه ای ساخته شده اند که انتشار صدا از صحنه به سوی حضار همراه با بهبود توانایی نوازندگان در شنیدن صدای یکدیگر بدون بلندی اضافی بهبود پیدا کند. صفحه های بازتابی آویزان که گاهی اوقات ابرها یا بافل ها نامیده می شوند، جهت بازتاب انرژی صوتی اضافی به سمت ناحیه تماشاگران استفاده می شود. این پنل های بزرگ و سخت (حداقل ۲۰ کیلو گرم در هر متر مربع) جهت بازتاب صدای با فرکانس پائین ، نسبت بمی صدا (فرکانس پایین) و قدرت بمی استفاده می شوند. دیواره یا ساختمان نازک صحنه با وزن پایین نسبی مثل دیوار خشک یا پنل های چوبی (ضخامت کمتر از یک اینچ) مقدار قابل توجهی از انرژی بم را جذب کرده و در فضاهای اجرا استفاده از آن توصیه نمی شود. توجه به اهمیت بالای این پارامترها اجازه می دهد که بدون از حد گذشتن صدا، صدایی مناسب به حضار برسد . برای اینکه حضار تجربه ای از تمام محدوده ی پویای اجرای موسیقی داشته باشند، سطوح صدای زمینه باید به شدت کم باشد . این مورد هم چنین به نوازندگان اجازه می دهد که در سطح راحتی اجرا کنند در حالی که هم چنان می شنوند. ساختمان تئاتر برای حذف همه منابع صدای بیرونی طراحی شده است گاهی اوقات اتاق های فرمان، اتاق های با ایزولاسیون اکوستیکی

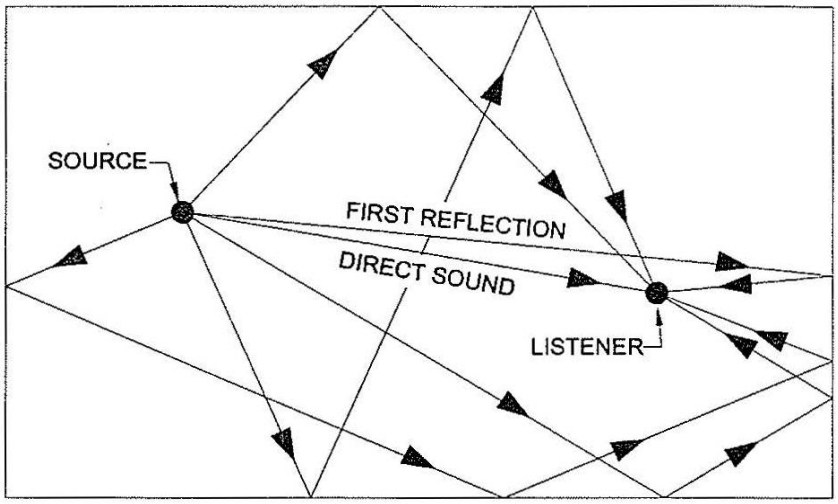
با سطوح بسیار بالا می باشند . ابداع سیستم های تهویه هوا نگرانی قدیمی راجع به تنوع اکوستیک ها ی مربوط به رطوبت و دما را حل کرده اند اما منبع جدیدی از نویز را به وجود آورده اند . انواع مدرن این تهویه ها به سیستم های HVAC با صدای خیلی کم مجهز می باشند و سطوح صدای زمینه را می توان برای تائید این نتایج اندازه گیری کرد . سطوح صدا در NCB-۱۵ به اندازه ی ۲۰dBA پایین است (جدول۱-۸) که برای فضاهای حیاتی مورد احتیاج است که تقریبا به اندازه ی آستانه ی شنوایی آرام است. شرح خوبی ازسیستم درجه NCB در Beranek (۱۹۸۸) آمده است. Russel Johnson، یکی از طراحان بزرگترین سالن کنسرت جهان است که در نقل قولی از او پس از وفاتش آمده است که " تو باید بسیار با دقت کار کنی تا به راستی به‌سکوت برسی."

جدول ۱-۸: سطوح صدای زمینه ی ایده آل و سیستم درجه بندی NCB (بدون دربرگرفتن نویز ساکن)

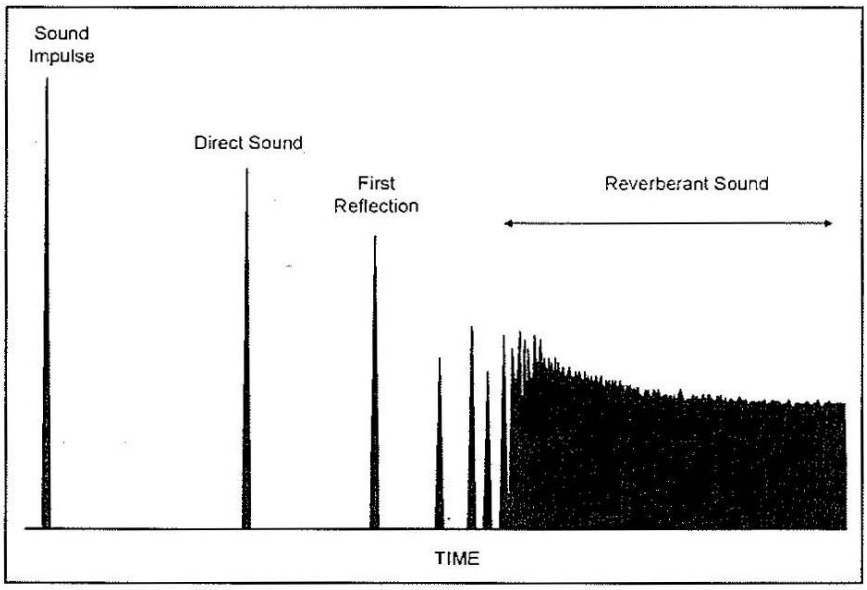
مکان	صدای زمینه و NCB و dBA
سالن های کنسرت، سالن های اپرا، سالن های تک نوازی برای وضعیت های شنیداری عالی	۱۰-۱۵(۱۸-۲۳)
تالارهای کنفرانس بزرگ، تئاترهای نمایش بزرگ و کلیساهای برای وضعیت های شنیداری بسیار خوب	(۲۸) کمتر از۲۰
تالارهای کنفرانس کوچک، کلیساهای کوچک و اتاق های کنفرانس بزرگ	(۳۸) کمتر از۳۰
دفترهای شخصی یا نیمه شخصی و اتاق های کنفرانس کوچک	۳۰-۴۰ (۳۸-۴۸)

بازآوایی صداهای اولیه زودرس

گوش انسان توانایی ذاتی در ترجیح صدای زودرسی که از منبع می رسد (صدای مستقیم بعلاوه ی اولین بازتاب ها) و هم چنین آنالیز آن برای بهره بردن مفید از اطلاعات رسیده از منبع را دارد . گوش تمایل به نادیده گرفتن صدای دریافتی بعدی که شامل بازتاب های بالاتر یا بازتاب هایی از مسافت های بیشتر می باشد که در الگوی انعکاس اتاق ترکیب می شود، دارد. این چنین بازتاب صدا در شکل های ۸-۱a و۸-۱b نشان داده شده اند.



شکل ۸-۱a : بازتاب شکل های متعدد از دیواره های اتاق با یک ایمپالس تولیدی از منبع صوتی



B

شکل b۱-۸ : بازتاب های متعدد از ایمپالس های صوتی شنیده شده توسط شنونده

دریک مطالعه ی قدیمی از Beranek (۱۹۶۲)، Ando و Gottlob (۱۹۷۹) نشان داده شد که اگر بازتاب اولیه کمتر از ۲۲-۲۰ میلی ثانیه پس از صوت مستقیم آغازین باشد فاصله زمانی تاخیر اولیه به عنوان احساسی به م وقع وجود دارد. در سالن های م ستطیلی اخیر، به سادگی می توان از طریق نقشه های معماری این مورد را محاسبه کرد و به طور دقیق از طریق اکوگرام های رسم شده روی مدل های مقیاسی یا مدل سازی کامپیوتری قابل تعیین می باشد. در صورتی که یک بازتاب قوی در بیش از ۸۰ میلی ثانیه پس از صدای مستقیم رخ دهد یک Ecbo دریافت می شود. تحقیق بعدی Beranekss نشان می دهد اگر تعداد زیادی از بازتاب های فضایی نسبتاً برابر ، قبل از این زمان وجود داشته باشد ترکیب صدا بهبود می یابد.

نکات کلیدی

فضای اجرای کار با طراحی خوب همراه با بازتاب های صدای اولیه ی کافی ، به همراه توزیع و تکثیر و انتشار مناسب مزایای فراوانی برای اجراکنندگان در شنیدن و دریافت مناسب صدای شنوندگان فراهم می کند.

بازتاب های طرفی نیز بسیار مهم می باشند. نسبت بازتاب های طرفی به داخلی (عمودی) تحت عنوان کسر طرفی (LF) شناخته می شود که بستگی به پهنای منبع دارد، که به این دلیل است که گوش های ما در یک صفحه ی افقی واقع شده اند و ما از ترکیب دو گوش برای تعیین مکان و پهنای منابع استفاده می کنیم. دیگر پارامتر مرتبط ، شاخص کیفیت دو گوش می باشد که یکی از موثرترین شاخص ها در کیفیت اکوستیکی سالن های کنسرت می باشد . هر دوی اینها میزان انرژی صوتی بازتابی طرفی اولیه رسیده (کمتر از ۸۰ میلی ثانیه) را اندازه گیری می کنند . به دلیل اینکه صوت مسافت تقریباً ۷ متر را در ۲۰ میلی ثانیه طی می کند، شنوندگانی که در فاصله ی بیش از ۷ متر از دیوار نشسته اند شدت صوت را نسبت به آنهایی که نزدیک دیوار نشسته اند با شدت کمتری احساس می کنند. این موضوع در تئاتر های بزرگ برجسته می شود همانطور که بسیاری از موسیقی های اجرا شده در سالن های بزرگتر (به عنوان مثال کارهای سمفونیک) نسبت به اجرا در سالن های کوچکتر (موسیقی چمبر و اپرا) کمتر از ماهیت اصلی، قابل فهم هستند . در برخی موارد عناصر مختلفی از قبیل عناصر جداره ای (محافظتی) قابل جابه جایی صحنه، سایبان ها، بنرهای جذبی یا دیواره ها و حتی جایگاه ویژه نشستن می توانن د در صورت نیاز در جهت بازتاب های زودرس ایده آل و فراهم کردن کنترل انتشار (تکثیر) اضافی، به کار

برده شوند. به طور واضح، جهت سود بردن از نشانه های بین گوشی در رابطه با شنوایی سایر نوازنده ها و صدای ارکستردر تمام قسمت های سالن، برای نوازنده مهم است که شنوایی متعادل در هر دو گوش داشته باشد.

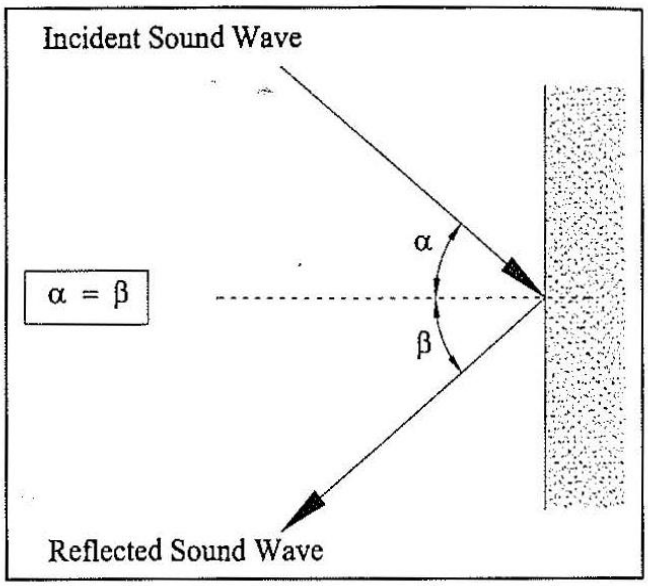
توزیع صدا به صورت هموار (یکسان)

شماری از پدیده های اکوستیکی تحت عنوان کاستی های (عیوب) اکوستیکی، ممکن است در جهت تداخل با انتشارصدا در اطراف محوطه ی شنوندگان اتفاق بیفتد. در اتاق های کوچکتر، سطوح موازی بزرگ می توانند به عنوان نقص اکوستیکی عمل کنند زیرا توانایی ایجاد امواج ایستا، از طریق مداخلات ساختمانی و مخرب، روی امواج بازتابی و وابسته دارا می باشند. دیگر نقص مرتبط، اکو تجمعی می باشد که مجموعه ای از اکوهای فضاهای محصور هستند که زمانی که ایمپالس اول یه به صورت تکرار پذیر از طریق شنونده انتقال داده می شوند، اتفاق می افتد. در حقیقت وجود یک سطح صاف و بزرگ می تواند موجب نقص های کوچکتر اما بیشتری از قبیل درخشندگی (تابش) و تغییر (انتقال) منبع شود. در نهایت، برخی مکان ها در سالن اجرا می تواند به طور قابل توجهی صدای بلند تر و یا آرامتر از سایر مناطق داشته باشد که درفاصله ی کمی دورتر به دلیل جهت گیری نامناسب سطوح بازتابی یا تجمع و تمرکز صدا در سطوح بازتابی محدب شود. این کاستی ها را می توان در طی طراحی اولیه و از طریق به کاربردن سطوح جذبی یا انتشاری یا تغییر جهت سطوح و سایه بان ها به گونه ای که در پایین بحث شده شناسایی کرد. استفاده بیش ازحد از مواد جذبی از قبیل پرده های چین دار در جهت اصلاح این کلستی ها خود می تواند مشکلاتی از قبیل از بین بردن انعکاس طبیعی را موجب شود وباید به درستی از آنها استفاده شود به صورتی که در بخش های بعدی مورد بحث قرار می گیرد.

نکات کلیدی

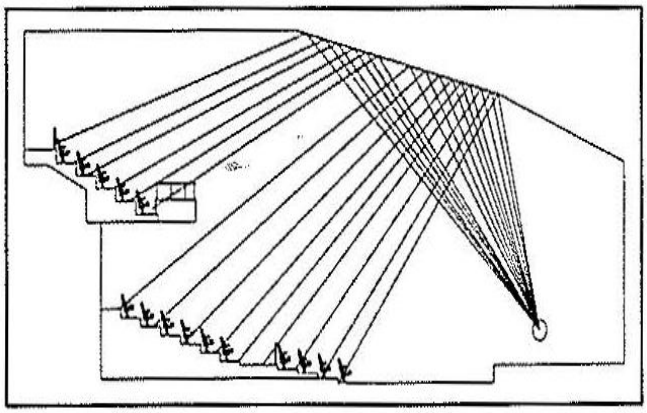
از نقایص اکوستیکی از قبیل امواج ایستا، تجمع صدا، اکوهای لرزشی، تشعشع اکوستیکی و تغییر منبع باید اجتناب ورزید .

تکنیک های کمکی طراحی کامپیوتری از قبیل ترسیم اشعه، مدل سازی اکوستیکی و اورالیزیشن اجازه ی ساختار سازی مصنوعی تجهیزات را می دهد و در نتیجه طراحی های بهتری در مداخله در تمرین و دوری از مشکلات هزینه به ما می دهد . جهت گیری سطوح بازتابی می تواند از طریق به کار بردن اکوستیک اشعه و اکوستیک هندسی در مواردی مانند صوت فرکانس بالا که به وسیله ی سطوح شیشه ای (آینه ها وچراغ ها) اتفاق می افتد ، بهتر انجام شود. (شکل ۲a-۸) نشان می دهد که چگونه برای سطوح صاف و بزرگ، شیب هر کدام از سطوح می تواند در جهت مهیا کردن پوشش جایگاه تماشاگران در هر دو صفحه ی عمودی و افقی انتخاب شود. مدل سازی مقیاسی می تواند در طراحی سالن کنسرت به واسطه ی استفاده از یک تولیدکننده (ژنراتور) جرقه، که در صحنه ی مدل سازی شده تعبیه می شود، مورد استفاده قرار گیرد . Marnenko(۱۹۹۴) با استفاده گسترده از این روش نتایج خوب ی را در شوروی سابق به دست آورد. مواد سازنده ی سطوح با ویژگی های بازتابی، ترسیم زمانی ایمپالس اولیه، فاصله ی تاخیر زمانی و بازتاب های بعدی جهت تعیین میزان انرژی بازتابی ایجاد شده توسط سطوح مختلف، باید به دقت انتخاب و آنالیز شود مثل شکل های ۱-۸ .



A

شکل a۲-۸ : قانون بازتاب



B

شکل b۲-۸ : مسیر انتشار صدا از صحنه

حتی محیط های با طراحی مناسب هم ممکن است عدم یکپارچگی میدان صوتی را در نتیجه ی محتوا و شکل هندسی اتاق داشته باشند، به عنوان مثال تأثیر شیب نشستن ناشی از روکش متراکم جذبی مبل می

تواند موجب کاهش انرژی در منطقه ی فرکانس های پایین تا میانه (۱۰۰-۴۰۰Hz) شود. عوامل دیگر طراحی از قبیل سطوح بازتابی زاویه دار مناسب یا معادل سازی الکترونیکی از طریق استفاده از سیستم تقویت صدای طراحی شده در زمان مناسب و به موقع می تواند در جبران این اثر مفید باشد . آخرین ملاحظه در اکوستیک سالن موسیقی که بسیار حائز اهمیت می باشد، استفاده از میدان صوتی منتشر مناسب می باشد. صفحات نا منظم از قبیل پخش کننده ی تزئینی به محض بازتاب، بازتاب را به صورت همزمان در جهت های مختلف انجام می دهد و هم چنین تشعشع اکوستیکی را کاهش می دهند و به دلایلی از قبیل بهبود شاخص انتشار سطوح وایجاد حس بلندی گسترده و پوشش شنونده مورد استفاده قر ار می گیرند. این امر موجب ترکیب موثرتر صدای تجهیزات و به طور کلی ایجاد وضعیت های شنیداری بهتر برای اجراکنندگان وتماشاگران می شود.

زمان بازآوایی

ساختار سالن سمفونی بوستون در سال ۱۹۰۰ محل تحقیقات اولیه Wallacesabine در اندازه گیری زمان انعکاس (RT) بود. در حال حاضر سالن سمفونی بوستون به همراه Grosser Musikvere inssaal در Vienna و Teatrocolon در بونیس آیری از بهترین نمونه های موجود هستند (Beranek, ۲۰۰۴).

RT مدت زمان زوال صوت ۶۰dB بر حسب ثانیه می باشد و به طور ویژه متناسب با حجم سالن می باشد وبا جذب کلی سالن رابطه ی عکس دارد. به طور کلی در یک فضا با طراحی مناسب، تماشاگران بیشترین جذب را دارند و به راهکارهای اکوستیکی اضافی نیاز دارند به جز در مورد اکوستیک های

متغیر که بسیار کم می باشند . جایگاه نشستن باید مبله باشد اما نه خیلی متراکم که سبب جلب توجه شنوندگان شود. در فضای با ظرفیت زیاد همراه با حداقل جذب صدا مثل ورزشگاه، RT طولانی می باشد در مقابل در کتابخانه یا استودیو ضبط که سطح بالایی از جذب صدا به دلیل پوشش داخلی از جمله سنگفرش یا فرش، دیوارها و قفسه های کتاب دارند، RT کوتاه می باشد. RT یکی از توصیف گرهای مهم می باشد که روشی استاندارد برای استفاده بین المللی است (ISO ۳۳۸۲،۱۹۹۷). جالب است که به رابطه ی بین انواع مختلف موسیقی و سالن های اجرای آنها توجه شو د. (۲۰۰۴) Beranek اشاره کرد که موسیقی (۱۶۰۰-۱۷۵۰)Secularbaroque، گرایش به اجرا دراتاق ه ای موسیقی کاخ مانند و تئاترهای کوچک که مثلثی شکل و پر از عناصر غیر جذبی هستند ، دارد. RT معمولا کمتر از ۱.۵ ثانیه می باشد (به عنوان اکوستیک خشک در نظر گرفته می شود) چنین سالن هایی با سطوح بازتاب صدای بسیار بالا, برای این موسیقی وضوح بالایی ایجاد می کند. موسیقی Baroque sacred محدوده های گوناگون بیشتری را پوشش می دهد اما اغلب در کلیساهای کوچک یا کلیساهای تازه ساخت همراه با گالری های سرگرمی برگزار می شود که نتیجه اش RT بالاتر ازمتوسط (۱.۶-۲s) کلیساهای جامع و بزرگ می باشد و اجازه ی حرکت و جنب وجوش بیشتری در مراسم می دهد . در دوره ی کلاسیک (۱۷۵۰-۱۸۲۰) ارکسترهای کامل و در نتیجه انبوه تماشاگران آنها در سالن های بزرگتر، RT بالاتری (۱.۶-۱.۸) داشتند وتاکید بیشتری روی کافی بودن تون صدا داشتند ، این شیوه در طول دوره ی رمانتیک ،اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم ، با سالن های بزرگتر و حتی RT های طولانی تر (محدوده ۲ ثانیه) و ترکیب های موسیقی که کمتر به وضوح وکافی بودن تون صدا مربوط بودند ،ادامه پیدا کرد. مقادیر ترجیح داده شده ی انعکاسی در جدول ۲-۸ آمده است که از چند منبع شامل Beranek (۲۰۰۴) و(۱۹۹۶) Egan گرفته شده است. این مقادیر به علت تغییرات زیاد در حجم مکانی مرتبط با

تسهیلات تخمینی می باشد اما این موضوع انعکاس دهنده ی سلیقه ی گروه استفاده کننده است. محدوده ی گسترده ای از موسیقی های اجرا شده در سالن های کنسرت مدرن به محیط های متنوع تری نیاز دارد به همین دلیل می توان سالن های مدرن با خصوصیات اکوستیکی متنوع را برای رخدادهای متفاوت طراحی نمود. این موضوع شامل قفسه های طبقه ای متحرک ،سایبان ها وپنل های سقفی بازتاب دهنده برای بهینه سازی بازتاب های اولیه می باشد. این مورد کاربردی بسیار مفید از طراحی مناسب و قرار دادن عناصر جذبی متنوع مانند بنرها، پرده های چین دار و پنل های قابل تعویض می باشد . به طور معمول شنوندگان و جایگاه نشستن مبله شده ی آنها می تواند جذب کافی جهت کنترل انعکاس در محدوده های قابل قبول فراهم کند. این اصلاحات اضافی می تواند انعکاس را در سطوح ایده آل برای اج راهای موسیقی مختلف بهبود بخشد . در واقع سالن های چندمنظوره با خصوصیات فراوان فوق الذکر تنوع گسترده ای از سرگرمی ها را در یک مکان فراهم می کنند.

نکات کلیدی

انعکاس نا مناسب می تواند موجب تلاش و تقلای اضافی نوازندگان برای هماهنگی با یکدیگر شود.

جدول ۸-۲: زمان انعکاس های ایده آل (RTs)

RT بر حسب ثانیه	نوع اجرا
۰.۵-۲.۵	موسیقی با سازهای سنتی
۱.۸-۲.۱	اجراهای سمفونیک
۱.۸ – ۱.۶	موسیقی چمبر
۱.۶ – ۱.۳	اپرا
۱.۷ – ۱.۱	موسیقی مدرن
۱.۴ – ۰.۹	نمایش و اجرای زنده
۱.۱ – ۰.۶	کنفرانس یا سخنرانی
۰.۷ – ۰.۳	استودیوی ضبط ، پخش رادیویی

ارزش و اهمیت این ویژگی ها نباید در مواردی مانند راحتی محل کار، سلامتی و ایمنی ، کمتر تخمین زده شود . Beranek (p.۵,۲۰۰۴) شامل مواردی است که نشان می دهد اگر محل نمایش میزان کمتری از درجه ی دلخواه انعکاس داشته باشد جذب و یا حتی انسداد صدا اتفاق می افتد که امپدانس به آهستگی و به صورت موقت ایجاد و ترازهای بالاروی طولانی ایجاد می کند. در مقابل هدایت کننده های ارکستر باید بازوهایشان را به سمت اجرا کنندگان خم کرده و آنها را برای اجرا و تاکید روی نوت هایی که آواز را می سازد، راهنمایی کنند.

اندازه گیری های پیچیده تر انعکاس

جدول ۳-۸ سالن های کنسرت عالی ، خوب و نسبتاً خوب را که RT مشابهی دارند بدون توجه به تفاوت های سلیقه ی شخصی افراد نشان داده است. واضح است که اندازه گیری مجرد RT نمی تواند به خودی خود سلیقه ی شخصی را در کیفیت سالن اجرا نشان دهد. در پایین اندازه گیری های دیگر ی که شاخص های مفیدی در آنها پیدا شده است ، مورد بحث قرار گرفته اند . زمان زوال اولیه (EDT) بر پایه ی زوال اولیه (۱۰dB) است که بخشی از پروسه ی زوال می باشد که بین نوت های سریع اجرا شده قابل شنیدن باقی می ماند . این مورد برای موسیقی سمفونیک همبستگی بهتری با کیفیت اکوستیکی نسبت به RT دارد.

جدول ۳-۸: کیفیت مختلف سالن های کنسرت اما RT های مشابه

سالن کنسرت	کیفیت	RT
تالار سمفونی ، بستون	عالی	۱.۸۵
تالار داویس ،سان فرانسیسکو	خوب	۱.۸۵
تالار بزرگ باربیکان ،لندن	نسبتا خوب	۱.۷

C۸۰ نسبت انرژی صوتی زودرس به دیرس می باشد که به وسیله ی مجموع انرژی در ۸۰ میلی ثانیه اول نسبت به انرژی باقی بانده از صدای انعکاسی تعیین می شود (Bradley , ۱۹۹۱). این نسبت نیز همبستگی بالایی با وضوح و تشخیص دارد. یک دلیل مفید بودن سالن های موسیقی مثلثی شکل این است که بازتاب های قوی زودرس از دیواره های کناری و سقف، وضوح را بهبود می بخشند . ضریب هم بستگی بین دو گوشی (IACC) میزان اختلاف بین دو گوش شنونده در حالی که روبروی منبع قرار

دارد، می باشد (Hidaka , Beranek , Okano , ۱۹۹۵). این مورد هم بستگی خوبی با گستردگی (همه گیری) صدا دارد زیرا احساس گستردگی وابستگی قوی به بازتاب های طرفی (افقی) زودرس دارد. استفاده از سیستم های تقویت صدا برای افزایش بلند ی اکثر کنسرت های موسیقی سمفونیک و کلاسیک که در آ نها سالن کنسرت و شرایط اکوستیکی خاص بخش مهمی از اجرا می باشد، به این منظور می باشد. سیستم های تقویت صدا در واقع بخشی از تولیدات موسیقی مدرن و نمایشی را تشکیل می دهند که محل نمایش ایده آل این نوع موسیقی ها محل با اکوستیک نسبتا خشک می باشد . در این مورد سیستم صوتی بخشی از اجرا می باشد که انعکاس تاثیرات خاص را که مورد نیاز است، اضافه می کند و سالن به سادگی تبدیل به یک وسیله ی شفاف برای انتقال صوت با حداقل مداخله ممکن می شود.

فضاهای تمرینی موسیقی

هدف اکوستیکی اولیه از فضای تمرینی موسیقی این است که به نوازندگان و مدرس (استاد) اجازه ی شنیدن صدای یکدیگر را بدون اینکه بلندی اضافی ایجاد شود ، دهد .دومین هدف جلوگیری از شنیدن صدای دیگران توسط فراهم نمودن یک ایزولاسیون مناسب صدا می باشد. معمول ترین نقص در طراحی فضاهای تمرینی موسیقی ناکافی بودن حجم فیزیکی یا ارتفاع سقف می باشد. سطوح صدا به وسیله ی هر دو عامل، افزایش حجم اتاق و اضافه کردن سطوح جذب اکوستیکی، کاهش می یابد که راه حل های قبلی بهتر است. اتاق های با سقف های کوتاه و سطوح موازنه ی بازتابی فضاهای تمرینی را ضعیف می کنند زیرا سطوح صدا وانعکاس در آنها بالاست. این مورد در توانایی نوازندگان برای شنیدن صدای یکدیگر مداخله ایجاد می کند و ممکن است استفا ده از پلاگ های گوشی را ضروری نماید. نصب پنل های دیواری و سقفی جاذب سطوح صدا را کاهش می دهد اما هنوزهم گروه بزرگتر و بیشتری از نوازندگان قادر به شنیدن صدای یکدیگر به خوبی نیستند زیرا بازتاب های زودرس مفیدی از سقف و سطوح دیواره

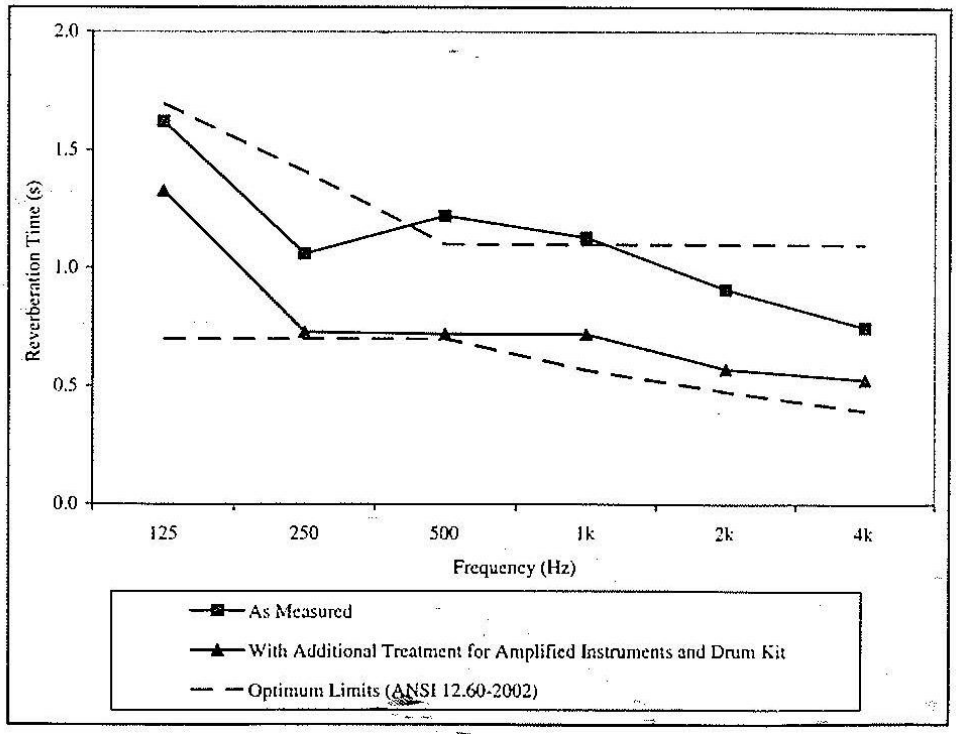
ی بالایی وجود ندارد. در طراحی ایده آل باید حجم فیزیکی به اندازه ی حداقل ۱۷ متر مکعب برای هر فرد در نظر گرفته شود . به صورت معمول ارتفاع سقف حداقل ۷ متر، برای دستیابی به حجم کافی و مناسب جهت اینکه شدت صدا در سطوح قابل قبول قرار گیرد، نیاز می باشد. حجم و ارتفاع کافی سقف اجازه می دهد تا حد امکان ترکیب متعادل شده ای از اصلاحات انتشاری بازتابی در سطوح بالایی اتاق جهت پخش و گسترش صدای کافی در اطراف فضا ایجاد شود و سطح من اسبی از انعکاس در جهت کیفیت مطلوب صدا و بازتاب های زودرس عبوری کافی جهت بهبود شرایط شنوایی و اجرایی گروه ایجاد شود. چندین کاربرد از اصلاحات اکوستیکی به خصوص در اتاق های موسیقی، فلسفه ی این طراحی را قبول دارند و از آن حمایت می کنند . (ANSI , ۲۰۰۲) معیار عملکرد اکوستیکی برای مدارس و یک ناحیه ی اصلی آموزشی را در باند میانی (۵۰۰HZ)، با RT (s ۷.۷-۰.۷) پیشنهاد می کند که این مورد درک گفتار مطلوب بین استاد و شاگردان را تضمین می کند. Beranek(۲۰۰۴) نشان داد که فضاهای تمرین موسیقی باید ترجیحا RT های ۰.۴-۰.۳ ثانیه کمتر از میزان در نظر گرفته شده برای فضای اجرا را داشته باشند که برای بهبود ترکیب و قابلیت شنیداری بین نوازنده ها مناسب باشند. این RT های اشاره شده در محدوده ی ۱.۷-۱.۲ ثانیه معمولا برای تجهیزات اکوستیکی می باشند . این موضوع زمانی جالب تر می شود که آموزش موسیقی مدرن به فعالیت ها اضافه می شود . تجربه ی اخیر من نشان می دهد که زمان های انعکاس (RTS) در این محدوده می توانند توسط آموزش دهنده ها جهت فعالیت هایی شامل باس الکتریکی؛ کیبوردها و طبل ها بسیار بالاتر در نظر گرفته شوند و RTS در این موارد نزدیک به S ۶۰ – ۱۲(ANSI، ۲۰۰۲) در نظر گرفته شود، که احتمالا مناسب تر می باشند. RT کمی طولانی تر در فرکانس های بم برای دستگاه های اکوستیکی کمی حرارت زا می باشد اما انعکاس اضافی فرکانس پایین می تواند مشکل آفرین باشد. RT کوتاه تر در بالاترین فرکانس های

زیر (باندهای ۸KHz و ۴KHz) به کاهش ناملایم بودن صدای سنج بدون تأثیر بیش از حد روی تجهیزات بم یا ویولون ها در این اتاق های نسبتاً کوچک کمک می کند و به طور مو ثری جذب اضافی که آهنگ در محیط کنسرت نیاز دارد، ایجاد می کند.

نکات کلیدی

تمرین موسیقی و فضاهای آموزشی آن، به حجم فیزیکی مناسب جهت دوری از حجم اکوستیکی اضافی و پتانسیل (مستعد بودن در) افت شنوایی نیاز دارند. اصلاحات جذبی اضافه می تواند کمک کننده باشد ولی سطوح صدا اضافه ممکن است، باقی بماند اما اکوستیک خشک نتیجه مطلوب تری می دهد.

طیف انعکاس برای یک اتاق موسیقی تقریباً کوچک (۴۷۰متر مکعب) قبل و بعد از اصلاحات جذبی اضافی جهت کنترل انعکاس و کاهش سطوح صدای کلی در شکل ۳-۸ نشان داده شده است . به دلیل اینکه ممکن است جذب اضافی زیادی مورد نیاز باشد باید صفحات جذبی تا حد ممکن جهت بهبود انتشار و بهبود شنوایی بین اجراکنندگان اطراف دیوارها و سقف قرار داده شوند.



شکل ۳-۸ : طیف بازآوایی برای اتاق موسیقی

پیت های ارکستر

فاکتورهای مشابهی روی طراحی پیت های (Pit) ارکستر موثر هستند. حجم بزرگتر این پیت ها بهتر است البته نه به بزرگی حجم مورد نیاز فضای تمرینی زیرا پیت ارکستر به طور معمول از طریق جلوی صفحه ی اجرا به حجم تالار وصل می شود . واضح است که یک سقف انعکاسی برای Inter musician برای انتشار صدا به بیرون از گودال (Pit) ترجیح داده شده است اما باید راهکار اکوستیکی مؤثری برای مجاز کردن کنترل صدا بکار برد و راهکار باید متغیر و وابسته به تعداد و انواع نوازندگان باشد که این می تواند به واسطه ی استفاده از مناطق بزرگی از مرحله ی متحرک و راه

حل های حاشیه ای اطراف طبل (به طور مثال)اجرا شود. میزان صدای انتشار یافته به داخل سالن می تواند به وسیله ی فراهم نمودن پنل های قابل حمل در برخی از من اطق خروجی کنترل شود. اگر گودال خیلی کوچک باشد انعطاف پذیری محدود شده و راهی برای کنترل مو ثر سطوح اکوستیکی صدا وجود نخواهد داشت.

اتاق های آموزش و تمرین فردی

داشتن فضاهای اکوستیکی بزرگ برای استفاده آموزشی و تمرین فردی دور از انتظار است و بیشترین فضاهای آموزشی عملا کوچک هستند زیرا معلم و دانش آموز نزدیک به هم هستند و آنها می توانند صدای یکدیگر را بدون انعکاس های شدید سقف به خوبی بشنوند و یک سقف کاشی اکوستیکی معلق با ضریب کاهش نویز بالا مناسب است. پنل های دیواری و جاذب در اتاق های فاقد سا یر تجهیزات مفیدند اما در بسیاری از اتاق های تمرین، بیشترین سطوح دیوار با قفسه ی کتاب و تجهیزات دیگر پوشیده شده اند که دارای همان اثر می باشند . Interroom شخصی نیز مهم است و درهای اکوستیکی ، دیوارها، سقف های عایق صدا و ductwork باید به خوبی در طراحی در نظر گرفته شود.

نکات کلیدی
عناصر اکوستیکی متغیر برای سالن های چند منظوره مورد نیاز می باشد.

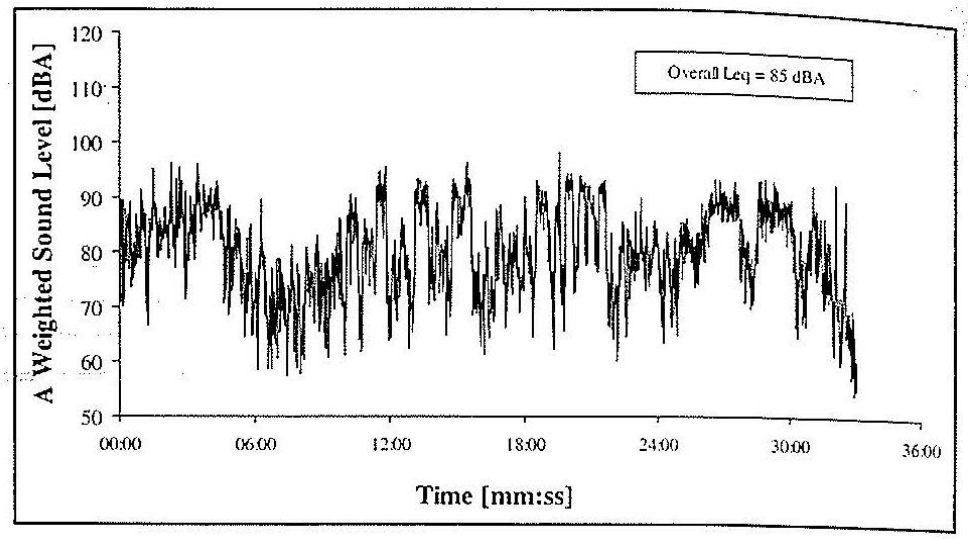
سطوح صدای محل کار

تحلیل و مرور کامل سطح صدای صحنه ی اجرا، سالن تمرین و کلاس های درس جسمانی فراتر از حوزه ی این فصل بیان شده ، اما برخی از اطلاعات برای من به عنوان یک نوازنده ی گیتار و مهندس

مشاور در طول سال ها از طریق یکپارچه سازی اندازه ی سطح صدا قابل دسترس می باشد. در تجربه ی من رایج نیست که میانگین سطح صدا (Leq) در اتاق های موسیقی دبیرستان بسته به اندازه ی کلاس و اثرات اتاق بالای ۸۵dBA پیش رود همانطور که میانگین زمانی سطوح صدا به طور معمول تا ۹۰dBA به طور معنادار پیش نمی رود (Gastneier , Pernu & Chasin , ۱۹۹۴). سطوح صدای رایج در اتاق اکوستیکی موسیقی درشکل ۴-۸ نشان داده شده است . سطوح صدا در یک اتاق موسیقی پر انعکاس یا در یک باند م وسیقی راک می تواند به طور قابل ملاحظ ه ای بیشتر باشد همانطور که در گودال های ارکستر یا اتاق های تمرین زیرزمینی می تواند اینگونه باشد . به طور مثال در گذشته اثبات در معرض خطر بودن معلمان مشکل بود زیرا معیار ۹۰dBA به خوبی توسعه نیافته بود . برای تمرین نوازندگان زمان های در معرض قرار گیری محدود ومطمئن دیگری فراهم شده است . قوانین جدید به تازگی بوسیله ی انجمن سلامت وایمنی حرفه ای (OHSA) درانتاریو پذیرفته شده که این قوانین جدید در جدول ۴-۸ نشان داده شده است و تغییرات معنادار بودند. اثر ترکیبی معیار کاهنده وسرعت تبادل، به شکل قابل ملاحظه ای منجر به کاهش مقبولیت سطح صدا ی مورد نظر یک نوازنده، برای دوره های کوتاه تری از در معرض قرارگیری رایج، در یک کلوپ (به طور مثال) می باشد. یک بی میلی از طرف تنظیم گرها، بردهای جبرانی، اپراتورهای اجرایی و بردهای مدرسه برای طبقه بندی کلاس های موسیقی و کلاس های درس به عنوان کار صنعتی ، وجود دارد اما حداقل این تنظیم گرها باید افرادی باشند که کار نوازندگانی که سلامت شنوایی آن ها در خطر است را یادآوری کنند. موسیقی دان ها باید جهت یافتن ابزارهای شخصی برای شناسایی مشکلات و یادگیری درباره ی آنها تشویق شوند تا بتوانند زمانی که مشکلی رخ می دهد با درایت درمورد آن و راه حل آن صحبت کنند.

جدول ۴-۸: خلاصه ای از محدوده ی مجاز در معرض قرارگیری صدا طبق OHSA

Previous Regulation		Revised Regulation	
Sound Level (Leq, dBA)	Allowable Exposure (hrs.)	Sound Level (Leq, dBA)	Allowable Exposure (hrs.)
90	8	85	8
95	4	88	4
100	2	91	2
105	1	94	1



شکل ۴-۸ : سطوح صدا اندازه گیری شده در کلاس موسیقی دبیرستان

خلاصه

فضاهای تمرین واجرا مکان های حرفه ای هستند که باید بر اساس سلامت شنوایی و ایمنی طراحی شده باشند. یک فضای تمرینی با طراحی مناسب، انعکاس کافی، انتشار صوت و بازآوایی مناسب فواید زیادی برای اجراکنندگان و شنوندگان دارد. از معایب اکوستیکی مثل امواج ایستا، تجمع صوت، اکوهای لرزشی، تشعشع اکوستیکی و تغییر منبع باید اجتناب شود. عوامل اکوستیکی متغیر برای موفقیت در اجرا به سالن های چند منظوره نیاز دارند. بازآوایی ناکافی باعث فشار فراوان روی موسیقی دان ها و کاهش هماهنگی گروه ارکستر می شود. فضاهای تمرینی وآموزشی موسیقی برای جلوگیری از شدت اکوستیکی غیر مجاز و ایجاد کم شنوایی به فضای فیزیکی کافی نیاز دارند. یکی از راه حل ها، اصلاحات جذبی اضافه هستند اما نتیجه ی آنها ایجاد اکوستیک خشک و سطوح با حجم گسترده می باشد.

فصل نهم

اصلاحات محیطی ارزان

یادداشت نویسنده

این فصل بیشتر برای موسیقی‌دانها نوشته شده است نه متخصصان حفاظت شنوایی. البته پیشنهادات و اصلاحات مورد بحث در این فصل به آسانی توسط هر فردی، ازجمله موسیقی دانان، استادان یا والدین نگران قابل اجرا می باشد. علاوه بر حفاظت شنوایی که در فصل ۶ بیان شد استراتژی‌های دیگری جهت کاهش و به حداقل رساندن اثرات زیان بار و مخرب موسیقی بلند روی شنوایی وجود دارد، که این استراتژی ها به ۲ گروه تقسیم می شوند : **آ)** تغییر ورودی بر اساس درک بلندی و بهبود مانیتورینگ **ب)**اصلاح محیط شنیداری یا سیستم بلندگو.

درک بلندی و مانیتورینگ بهبود یافته

سیستم شنوایی انسان همانطور که در فصل ۲ بحث شد به شکل باور نکردنی هم از نظر آناتومی و هم فیزیولوژی پیچیده می باشد. فهم کامل نحوه عملکرد آن زمینه های مطالعات فراوانی را در بر می گیرد از جمله اکوستیک، سایکولوژی، بیولوژی، فیزیک، هیدرودینامیک، الکترونیک و هر مکانیسم دیگری که شبیه به ذخیره سازی کامپیوتری دیجیتال باشد. ارتباط جنبه های فیزیکی و در یافتی درک صدا در بردارنده برخی از جنبه های سایکواکوستیکی شامل ارتباط بین شدت موسیقی ورودی و چگونگی درک و دریافت آنها می باشد. اثر متقابل بین شدت (مقیاس فیزیکی) و بلندی (مقیاس درکی) در تعیین اینکه یک فرد چگونه سطح راحت شنیداری را انتخاب می کند، ضروری است.

بلندی و شدت

شدت (که به طور معمول بر حسب dB اندازه گیری می‌شود)، یک اندازه گیری خالص از مقدار انرژی صوتی منتقل شده می‌باشد. SLM های موجود، شدت خوانده شده را به طور مختصر و مفید به ما

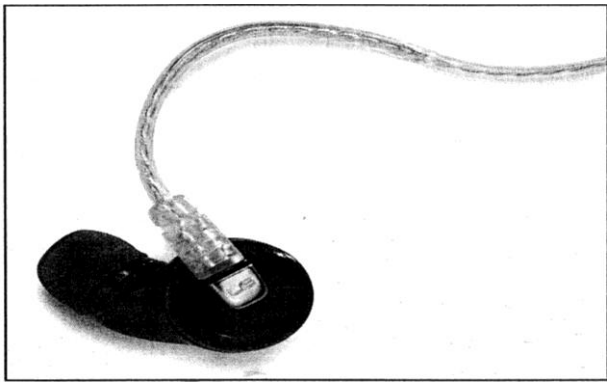
می‌دهند (خواندن را راحت تر میکنند). در مقابل بلندی، درک فرد از شدت است و دارای توصیفات پیوسته بین (خیلی آرام) تا (خیلی بلند) می‌باشد و تحت عنوان اصطلاح سطوح راحتی تعریف می شود . ابزاری برای اندازه گیری بلندی وجود ندارد . معمولاً همبستگی خوبی بین اندازه گیری فیزیکی شدت و احساس فرد از بلندی وجود دارد، اما با این وجود برخی تفاوت های مهم بین آنها وجود دارد. استراتژی مقدماتی برای جلوگیری از کم شنوایی در میان هنرمندان منوط به تمایز بین شدت وبلندی می باشد. یک نمونه از تفاوت های بین شدت و بلندی زمانی است که ما در حال رانندگی به رادیو گوش می دهیم . زمانی که با سرعت کم رانندگی می‌کنیم صدای رادیو را فقط در یک سطح راحت بلندی تنظیم می‌کنیم که شدت آن ۶۵dB می‌باشد (اگر ما یک SLM داشته باشیم وقادر باشیم به درستی صدا را اندازه گیری کنیم در حالی که شدت ترافیک هم مدنظر است). اگر سرعت افزایش داد ه شود به دلیل افزایش صدای موتور و باد و برای اینکه سطح راحتی شنیداری رادیو را حفظ کنیم، شدت صدای رادیو را به ه مان مقدار افزایش می دهیم. بنابراین اندازه‌گیری مجدد SLM یک افزایش تا حدود ۸۵dB را نشان می دهد، در حالی که ارزیابی فردی ما از بلندی تغییری نکرده است و راحت باقی می ماند . با وجود این حقیقت که سیستم شنیداری ما خارق العاده است و ما قادر به تمایز تغییرات فرکانسی در یک جفت فرکانس هستیم اما با این حال درک ما از شدت صوت نسبتاً ضعیف است و بسته به سطح شنیداری و محیط شنیداری ما، یک تغییر در حدود ۲-۳dB ممکن است قابل توجه نباشد در حالی که فقط یک افزایش ۳dB شدت برابر با دو برابر شدن مواجهه می باشد . برای مثال اگر ما ولوم رادیو را (در بالاتر از۸۵dB) ۳dB افزایش دهیم ممکن است فقط یک افزایش مختصر و کم در بلندی احساس کنیم (یا شاید هیچ تغییری) اما در واقع پتانسیل و احتمال آسیب به سیستم شنوایی ما دو برابر می‌شود. در مقابل کاهش ۳dB شدت (مثلاً از ۱۰۰dB به ۹۷dB) خطر آسیب را به ۱/۲ کاهش می دهد. یک رابطه ی مستقیم

بین شدت صوت و مدت زمان آن در تعیین حداکثر دوز مجاز صداهای بلند وجود دارد . هر افزایش یا کاهش ۳dB در سطوح شدتی خطرزا، آسیب به سیستم شنوایی را دو برابر یا نصف خواهد کرد . به طورگسترده تر هر کاهش ۳dB در شدت دو برابر شدن مدت زمان قرار گیری در معرض نویز را برای ایجاد همان دوز به همراه دارد در نتیجه یک کاهش ۱۵dB (که در محافظ موسیقی دان ها از جمله ER-۱۵ یافت شده است که در فصل ۶ توضیح داده شد) به این معنی است که موسیقی دان یا شنونده می‌تواند ۳۲ ساعت بیشتر از قبل در معرض موسیقی باشد که در اینصورت همان مقدار آسیب شنوایی رخ می دهد.

مانیتورینگ بهبود یافته

انتخاب تنظیمات ولوم هر سیستم آمپلی فایر مانند MP۳ و حتی وسیله های کمک شنوایی به فاکتور های اکوستیکی زیادی از جمله شدت، شکل و پهنای باند، پاسخ فرکانسی و ایزوله بودن(عایق بودن) در مقابل نویز زمینه بستگی دارد . مثال ماشین ذکر شده یک نمونه از مواردی است که نویز باد، موسیقی رادیو را می‌پوشاند که در نتیجه آن باید شدت را افزایش دهیم. به حداقل رساندن نویز های محیطی (مثل ترافیک) برای بهبود پایش مفید می باشد که در نتیجه ی آن شدت مورد نیاز برای درک بلندی راحت کمتر می‌باشد. یکی از راهکارهایی که بر اساس مانیتورینگ می باشد و به کاهش خطر سطوح نویز آسیب رسان کمک می کند افزایش مقدار فرکانس های پایین و صداهای بم ی که فرد می شنود، می باشد. افزایش صداهای بم یک آمپلی فایر منجر به افزایش احساس بلندی خواهد شد و در عوض باعث کاهش شدت، برای راحت ماندن (راحت باقی ماندن صدا) می‌شود. برای مثال در باشگاه های ورزشی پرسروصدا یا استادیوم های رقص که افراد هر روز ۱۰-۸ ساعت در معرض صدا هستند ، افزایش صداهای بم (base) (بلندی) در حالی که ولوم را کم می کنند (شدت) باعث می‌شود محیط شنیداری ایمن

تر باشد. بنابراین با یک تغییر ساده در پهنای باند موسیقی، شدت کلی به مقدار ۶-۹dB کاهش می‌یابد که همین به نوبه خود باعث می شود مدت زمان مجاز در معرض قرار گیری ۴ تا ۸ ساعت افزایش یابد بدون اینکه آسیبی رخ دهد . یکی از تکنیک هایی که اخیراً ابداع شده است این است که موسیقی دانان شیوه ی قدیمی مانیتور روی صفحه را با روش های جدید مانیتور و محافظ های سفارشی جایگزین کنند. فایده ی آن این است که موسیقی دان را از محیط های غیر منتظره و آنی تا حدودی حفظ می‌کنند. تصویر یک گوش مانیتورگر (ear monitor) در شکل ۱-۹ نشان داده شده است. شدت کلی این مانیتور کننده ۶dB کمتر می باشد(در مقایسه با سطح شدت بلندگو های پایش کننده قدیمی). در این صورت موسیقی دان ها خیلی نیاز ندارند با دیگر اصوات در محیط اجرا رقابت کنند، این بدان معنی است که موسیقی دان ها با این مانیتورینگ ها در مقایسه با زمانی که از مانیتور کننده های wedge روی صحنه استفاده می کنند، می توانند به مدت ۴ ساعت بیشتر (شدت ۶dB کمتر است) در معرض صدا قرار بگیرند.



شکل ۱-۹ :تصویر یک مانیتورکننده گوش

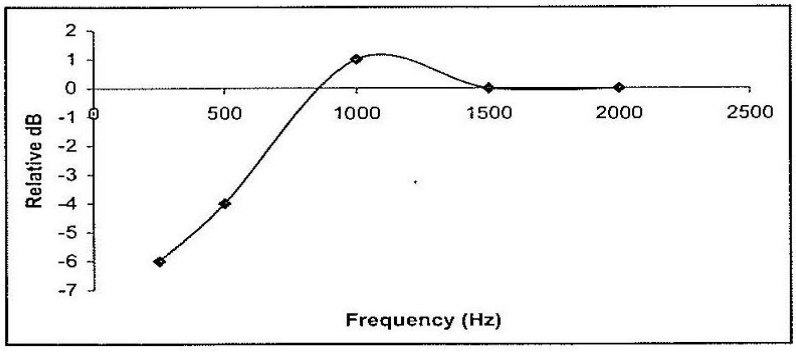
شش استراتژی محیطی

شش تکنیک محیطی ارزان و ضروری برای کاهش قرار گیری در معرض موسیقی در زیر نام برده شده است. مناسب بودن آنها بستگی به خصوصیات ویژه‌ی مکان مورد نظر دارد اما اینها به طور یکسان توسط افراد حرفه ای و آماتور استفاده می‌شود.

مجموع بلند گو / آمپلی فایر باید بالا برده شوند

بلند گوها که بعضی در داخل آمپلی فایر قرار دارند و جز ساختمان آن هستند و برخی روی صحنه قرار داده می شوند، هر دو به عنوان پایش کننده قابل استفاده هستند (زمانی که موسیقی دان در مسیر باد قرار بگیرد). آمپلی فایرها قابلیت شنوایی را برای شنوندگان بهبود می ب خشد. نوت های فرکانس پایین (bass) مشخص و بارز هستند زیرا آنها همیشه مسیر با کمترین مقاومت و رزیستانس را انتخاب می‌کنند، برای مثال بلندگوی روی صحنه که در تماس با کف می باشد فقط انرژی فرکانس میانی و بالا را بدون هیچ تقلا و اجباری تولید می کند زیرا انرژی فرکانس پایین از طریق کف منتقل می شود (به دلیل مقاومت کم) در نتیجه انرژی اکوستیکی فرکانس پایین به طور عمده برای شنوندگان از دست می رود این پدیده در شکل ۲-۹ با مثال نشان داده شده است . بسیاری از مهندسین صوت به عنوان یک راه حل برای جبران انرژی فرکانس پایین از دست ر فته، سطح کلی صوت را به منظور ایجاد احساس مناسبی از بلندی افزایش می دهند.

شکل۲-۹: از بین رفتن فرکانس های پایین به دلیل مقاومت کم آنها

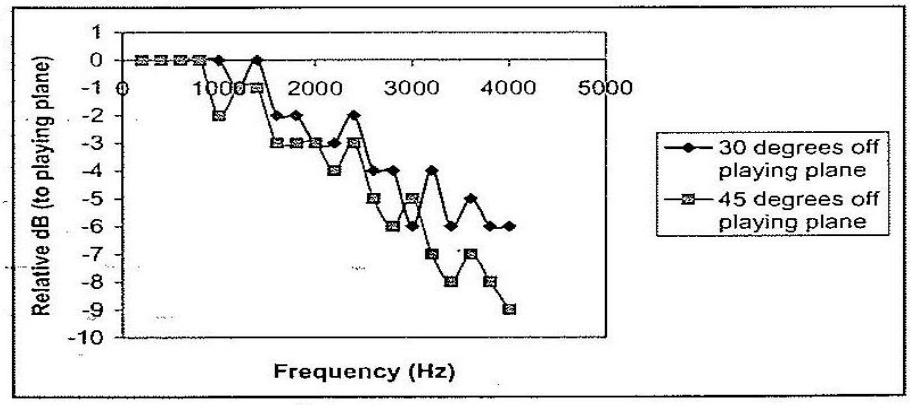


یک مهندس زیرک به سادگی از یک اکولایزر (یکسان کننده) ولوم برای صداهای فرکانس پایین از دست رفته به منظور ایجاد یک پاسخ Flat و هموار استفاده می کنند . متاسفانه برای بیشتر مهندسین افزایش کلی شدت باعث افزایش خطر کم شنوایی ناشی از موسیقی می شود. یک راه حل ساده این است که بلندگوها را از سطح بالاتر برده که فاصله از سطح (کف) را افزایش خواهد داد و بنابراین رزیستانس و مقاومت فرکانس پایین را افزایش می‌دهد که این نهایتا مزایای دوگانه ی پاسخ خروجیFlatter و سطح شدت کلی کمتر را به دنبال خواهد داشت.

ابزارهای فلزی (برنجی) تریبل باید در ارتفاع قرار داده شوند (یا حداقل در صحنه اجرا، در مسیرصدای دیگر موسیقی دان ها نباشند)

اگرچه به نظر می رسد که همه صداهای یک ترومپت از ز نگوله ی آن ناشی می شود اما در واقع فقط نوت‌های فرکانس بالا از آن منشا می‌گیرند. نوت های فرکانس میانی و پایین تمایل دارند از تمام مناطق و حواشی ترومپت خارج شوند. نه‌تنها نوت های با هارمونیک های فرکانس بالا در طیف ترومپت بیشترین شدت را دارند بلکه آنها از طریق خط مستقیم منتقل می شوند (مانند اشعه لیزر) و از سطح تراز ابراز موسیقی سرچشمه می‌گیرند که این مانند مسیر صوتی انسان است. بالا بردن سطح نواختن ترومپت اجازه

می دهد که نوت های فرکانس بالا از بالای سر نوازندگانی که در مسیر صدا قرار گرفته اند عبور کند. الگوی مستقیم ناشی از صداهای فرکانس بالای زنگ ترومپت در مقایسه با الگوی نسبتاً غیر مستقیم صداهای فرکانس پایین در شکل ۳-۹ نشان داده شده است . قرار دادن ترومپت ها (شیپورها) در سطح بالاتر، قرار گیری در معرض موسیقی را به میزان ۸dB کاهش می دهد.



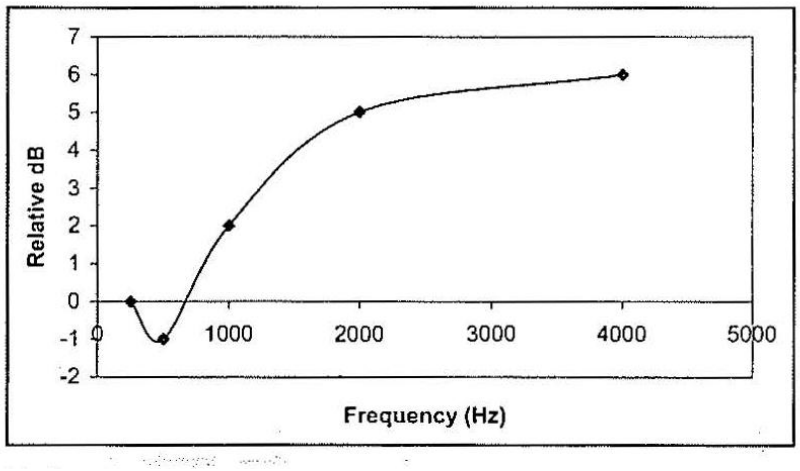
شکل ۳-۹ : تفاوت اندازه گیری صدای ترومپت در دو زاویه ی ۳۰ و۴۵ درجه را بر حسب dB نشان می دهد.

این استراتژی ارتباط تنگاتنگی با بالا بردن بلند گو ها دارد که قبلاً مورد بحث قرار گرفت . بلند گو ها برای اصوات فرکانس بالاتر دایرکشنال و مستقیم هستند بنابراین قرار دادن آنها نزدیک گوش با وجود سطح شدت پایین تر باعث ایجاد صداهای بهتر برای موسیقی دان خواهد شود زیرا نیازی نیست که ولوم را افزایش دهیم.

گروه ارکست و باندها باید عقب تر از لبه های سن (صفحه) قرار بگیرند

قرار گرفتن باند ها دور از لبه های stage باعث می‌شود که هر دو، هم صداهای ضمنی (incident)

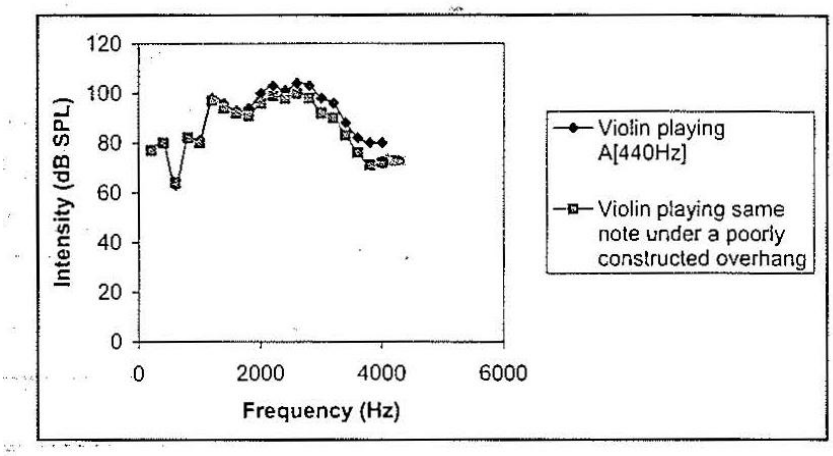
ابزارآلات موسیقی و هم صداهای فرکانس بالا که از کف صفحه نمایش منعکس می شود بهتر به گوش شنوندگان برسند. مهندسین صدا به طور معمول چالش های قابل توجهی با اتاقک های اکوستیکی دارند زیرا آنها انرژی فرکانس پایین بسیار زیادی در مقا یسه با انرژی فرکانس بالای موجود در تالارهای کنسرت دارند. تنظیم باندها عقب تر از لبه های سن باعث افزایش انرژی فرکانس بالا (حداکثر۶dB) می شود و به حل این مشکل کمک می کند . این اهمیت فرکانس های بالا به دلیل وجود فضاهای خالی کف صحنه نمایش، به عنوان یک بازتاب اکوستیکی عمل می کند و روی صداهای فرکانس بالا تاکید می کنند که در شکل ۴-۹ نشان داده شده است و سطح شدت کلی کمتر خواهد شد و کیفیت موسیقی بهتر می شود این به این معنی است که خطر آسیب شنوایی برای شنوندگان و فشار بازو و مچ برای نوازندگان روی صحنه کمتر می‌شود.



شکل ۴-۹ : نشان دهنده افزایش فرکانس های بالا به دنبال قرار دادن ارکستر و باند ها به اندازه ۲m دورتر از لبه های سن

ابزارآلات زهی (فرکانس زیر) باید به دور از تاق نما و برآمدگی ها باشند

این تعدیل و اصلاحیه محیطی بر اساس این حقیقت است که ص داهای فرکانس بالا، به دلیل طول موج کوتاهشان، به راحتی از طریق سطوح اکوستیکی جذب می شوند (همچنان که در فصل ۸ می‌بینید). فرکانس های بالا به فضاهای کوچک تمایلی ندارند و به راحتی در نتیجه تضعیف و میرایی یا کمبود انرژی جذب می شوند این موضوع می تواند تبعات ارگونومیک مهمی برای نوازندگان ویولون به همراه داشته باشد. این نوازندگان اگر زیر تاق نما و برآمدگی قرار گیرند (مانند گودال موسیقی music Tip) باید برای جبران انرژی فرکانس بالای جذب شده تلاش و تقلای بیشتری کنند . شکل ۵-۹ اثر مخرب قرار گرفتن نوازندگان ویولون تحت شر ایط ضعیف ارکستر را نشا ن می دهد، در این شرایط نه تنها سطح شدت کلی این تکه ی موسیقی افزایش می یابد و بیشتر می‌شود بلکه خطر قابل توجه آسیب بازو و مچ برای این نوازندگان وجود دارد . دور کردن ویولون و نوازندگان آن از یک تاق نما هم سطح شدت کلی مورد نیاز ابزار آلات و هم خطر آسیب ناشی از فشار فیزیکی را کاهش می دهد.

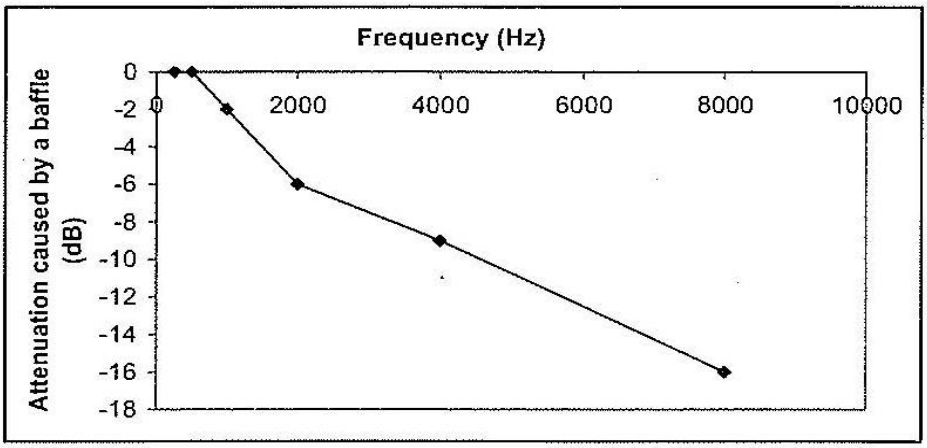


شکل ۵-۹:اثر مخرب قرار گرفتن نوازندگان ویولون تحت شرایط ضعیف ارکستر که اجزای فرکانس بالا را جذب می کند

استفاده از بافل ها

Camp و Horstman در سال ۱۹۹۲ نشان دادند که اثر بافل ها محدود به مسافت تقریبا ۷ اینچی می باشد. روشی که در آن صداهای ناشی از دیوار ها، سقف، کف و دیگر ساختارها ایجاد می‌شوند، اثر بافل ها را کاهش می دادند. صدا های فرکانس پایین به دلیل طول موج بلندتر به راحتی مسدود نمی شوند و در مقابل، فرکانس های بالا به دلیل طول موج کوتاهتربه طور موثری توسط بافل ها کاهش می یابند در حقیقت دستیابی به کاهش فرکانس بالا تا ۱۷dB بدون هیچ کاهشی در فرکانس های کمتر از ۱KHz توسط بافل ها امکان پذیر است. به دلیل فواید محدود بافل ه ا و مشکلات آنها از جمله ایجاد کاهش ناکافی (عدم کاهش کافی و مناسب)، تحمیل فشار روی موسیقی دان ها و ایجاد محدودی ت، استفاده از آنها گسترده نمی باشد. شکل ۶-۹ مربوط به Camp و Horstman (۱۹۹۲) می باشد و یک نمونه کاهنده ی بافل Ludte را نشان داده است. گرچه کاهنده هایی با مقدار کاهش ۸-۱۰dB جایگزین آنها هستند و با وجود اینکه بافل ها نتایج موثری در کاهش صدا نسبت به دیگر روش ه ا به دست نداده‌اند اما نباید آنها کنار گذاشته شوند. بافل ها در ترکیب با دیگر تکنیک ها (مثل محافظ شنوایی) یک ابزار مهم و ارزان در جعبه ابزار می باشند. به یاد دارید که یک کاهش ۳dB احتمال آسیب را به نصف تقلیل می دهد، یک کاهش ۶dB احتمال خطر را به یک چهارم کاهش می دهد و یک کاهش ۹dB آسیب را یک هشتم کاهش می دهند. ویژگی کاهندگی بافل ها به جرم ، سختی فیزیکی و ساختمان (ساختار) آنها مرتبط می باشد، برای مثال بافل های Lucite، ۳/۴ اینچی چوبی کمتر از ۲ اینچ کاهش ایجاد خواهند کرد. زاویه ی بافل ها مقدار انرژی بازتابی و منعکس شده به موسیقی دان را تغییر می دهد . یک جهت گیری (یابی) افقی مقدار انرژی منعکس شد ه به گوش موسیقی دان ها را به حد اکثر خواهد رساند در حالی که یک چرخش ۳۰° به دور از موسیقی دان انعکاس مضر را کمتر می کند (با وجود اینکه کاهش برای موسیقی دان

هایی که در جهت صدا هستند هنوز باقی مانده است).



شکل ۶-۹ : نشان دهنده ی کاهش کمتر فرکانس های پایین در نتیجه ی ساختار کاهشی بافل Lucite

تغییر مکان ابزارهای ویژه

در بسیاری از موارد هیچ دلیلی برای اینکه چرا نباید مکان و موقعیت ابزارهای خاص را تغییر داد (خارج از پروتکل های تاریخی) وجود ندارد. این موضوع در انواع موسیقی های کلاسیک، راک و پاپ صدق می کند برای مثال در بسیاری از اجراهای جدید و مدرن غیر متداول نیست که گروه طبل زنی در یک اتاق جداگانه قرار بگیرند و از طریق مانیتورهای ویدئویی و هدفون با بقیه در ارتباط باشند. ترومپت ها (شیپورها) به طور معمول یکی از ابزارهای با شدت فراوان هستند، در هر موسیقی دسته جمعی و گروهی در بسیاری از اجراها نسبتا تقویت شده اند. قرار دادن شیپور ها در جلوی سایر ابزارها، معمولاً موسیقی شنیده شده توسط حضار را تغییر نمی دهد اما باعث کاهش قابل توجه کم شنو ایی ناشی از موسیقی در موسیقی دان هایی که در مسیر صدا هستند، می‌شود. بنابراین مزایای آشکاری از قرار ندادن گروه شیپور در موقعیت ارکستر قبلی شان وجود دارد. تغییر جهت گیری سنج های مخصوص در بخش

ابزارهای ضربی ممکن است مفید باشد . بسته به موقعیت سنج ها، صوت ناشی از آنها ممکن است به شیوه مستقیم تولید شود که این اشاره به این دارد که یک تغییر کوچک در جهت گیری سنج ها ویا موقعیت آنها، به طور قابل توجهی سطح کلی صوت و همه سطوح آزار دهنده موسیقی دان های مجاور را کاهش می دهد.

خلاصه

استراتژی هایی برای کاهش اثرات مخرب ناشی از موسیقی بلند روی شنوایی وجود دارد، استراتژی ها و تعدیلات و اصلاحات محیطی بحث شده در این فصل ارزان هستند و قابل استفاده و اجرا در یک رنج وسیع هم در اجرا ها و هم مکان‌های آموزشی می باشند. تغییرات یا اصلاحات محیطی در اتاق ها، مکان و موقعیت گروه ارکستر یا باندها و سیستم بلند گوها همگی آسودگی خاطر را ایجاد می کنند در حالی که کیفیت مطلوب و قابل قبول موسیقی، هم برای اجراکنندگان (نوازندگان) و هم شنوندگان آنها حفظ می‌شود.

فصل دهم

سمعک و موسيقي :

مقدمه :

موسیقی به عنوان یک محرک شنیداری باعث ایجاد مشکلاتي براي مهندسان ساخت سمعک ومتخصصان حفاظت شنوايي شده است. اين موضوع همچنين باعث ايجاد مشکلاتی در زمينه ی فيتينگ سمعک براي موسيقي دانها شده است.در بسياري از افراد همچنان که ديديم موفقيت در تنظيم سمعک منوط به مجموعه ايده آل از پارامترهاي الکترو آکوستيک نيست و بيشتر به کارخانه ي سازنده سمعک که قادر به ايجاد تغييرات ظريف بر پايه ي خصوصيات فردي است ، بستگي دارد. به منظور فهم تغييرات لازم براي ورودي موسيقي به سمعک يا کاشت حلزون ،چهار تفاوت فيزيکی اوليه بين گفتار و موسيقي بايد در نظر گرفته شود : ۱) طيف طولاني مدت موسيقي در برابر گفتار ۲) تفاوت شدت کلی ۳) فنوتيک در برابر فونوم در موسيقي دانهاي مختلف ۴) فاکتور کرست

طيف طولاني مدت موسيقي در برابر گفتار:

گفتار از تعامل پيچيده ي بين تنفس ، فونوتاري و ساختار هاي توليدي حاصل شده است وشامل طيف طولاني مدت مستقل از زبان مي باشد . موسيقی علاوه برمشارکت راههاي صوتی ، از بسياري خصوصيات رزونانس خاص تشکيل شده است: ابزار ضربه ای (مثل طبل) و سازهاي بادي بر پايه ي رزونانس يک چهارم موج عمل مي کنند (مثل ساکسوفون) و ابزار سيمي (مثل ويولون و گيتار) بر پايه ي رزونانس نصف طول موج عمل مي کنند.تمام اين ابزارالات موسيقي ميتوانند تقويت شوند يا نشوند اما حتي در موارد تقويت نشده نيز ميتوانند صوت هاي با شدت بالاتر توليد کنند و بعضي ابزارها مي توانند هر دو طيف فرکانسي پايين و بالا را توليد کنند. موسيقی ، برخلاف گفتار، بسيار متغيير است و مفهوم موسيقي(طولاني مدت) به صورت ضعيف تعريف شده است.در فصل ۱۲ بسياري از اين مفاهيم پوشش داده شده است.

تفاوت شدت کلی :

ميانگين شدت گفتارSpl ۶۵dB و با قله و دره ي حدود ۱۵ - ۱۲دسی بل مي باشد. اگرچه تغييرات بين فردی ، محدوده ي وسيعي ازکيفيت ها و خصوصيات صوتي مختلف را فراهم کرده است اما شباهت هاي فيزيکي مربوط به طول ريه و راهها ي صوتی انسان ها ، منجر به طيف طولاني مدت باريک تري در حدود ۳۵ - ۳۰ دسي بل مي شود.در مقابل ، بسته به موزيک مورد نظر، ابزار الات موسيقي مي توانند صداهاي خيلي کم شدت (۲۰ الي ۳۰دسي بل از نواختن طبل جاز) تا صدا هاي خطرناک بلند (بيش از ۱۲۰ dB از نواختن سازهايwagner ring) را ، توليد کنند .در سطح شدت ۱۰۰dB، محدوده ي پويايي موسيقي در ورود به سمعک ، بيشتر از گفتار است.

فاکتور کرست:

تفاوت بين شدت قله موج (اجزاي شدت بالا) و ميانگين شدت يا Rms است.مقدار فاکتور کرست متناسب با درک بلندي است . براي گفتار ، Rms در حدود۶۵ دسي بل و فاکتور کرست حدود ۱۲ دسي بل می باشد ،که اين در صنعت سمعک سازي و بررسي خصوصيات گفتار در ساخت مدار تراکم سمعک و سيستم هاي تست ، يک فاکتور مشهود است . فاکتور کرست ۱۲ دسي بلی در گفتار سبب کاهش يا از بين رفتن انرژي هاي کم شدت راه هاي صوتي مي شود. قبل از آنکه صداي گفتار شنيده شود، انرژي صوتي از کام نرم ،لب ها وحفره ي بيني که مملوء از بافت هاي نرم است واز ساير مواد خارجي عبور مي کند، که سبب کاهش انرژي مي شود آنچنان که در نهايت ، قله تنها ۱۲ دسي بل بيشتر از ميانگين شدت گفتار مي باشد .در مقابل شيپور ديواره هاي نرم و لب ندارد، بنابراين ابزارالات موسيقي کمتر کاهش انرژي دارند از اين رو قله هاي بيشتري در مقايسه با گفتار توليد مي کنند.

فاکتور کرست dB ۲۰-۱۸ براي بسياري از ابزار آلات موسيقي متداول است .سيستم تراکم و کشف کننده ها که بر پايه سطح فشار صوتي قله اند ممکن است خصوصيات عملکردي متفاوتي براي گفتار در مقايسه با موسيقي داشته باشند ، به عبارت ديگر، موسيقي ممکن است سبب فعال شدن سيستم هاي تراکمي شود که در پي آن فازهاي غيرخطي که براي شرايط مطلوب شنيداري در شدت پايين لازم هستند ، وارد عمل می شوند.

جنبه ديگر فاکتور کرست براي ابزار آلات موسيقي تاثير آن روی بهره سمعک و OSPL۹۰ می باشد . براي تنظيم OSPL۹۰ در سمعک معمولا از سطح ناراحتی گفتار استفاده می شود درحالی که فاکتور کرست براي گفتار و موسيقي متفاوت است.

قله در ابزارالات موسيقيdB۶ (با RMS يکسان) بيشتر از گفتار است ، زيرا فاکتور کرست براي بسياري از ابزار آلات موسيقي dB۶ بيشتر از گفتار است (dB ۱۸-۱۲). براي جلوگيري از بروز مشکل ، OSPL۹۰ در ابزار آلات موسيقي بايد حدود dB۶ کمتر از گفتار پهن باند تنظيم شود.

ملزومات ادراکي فنوتيک در برابر فنوميک:

تمايز بين آنچه از طريق ارتعاش فيزيکي در هوا(فنوتيک) رخ می دهد و زبان ادراکي افراد يا(فنوميک) اهميت دارد . عليرغم اين واقعيت که طيف طولاني مدت گفتار براي تمام زبان ها بيشترين انرژي را در فرکانس های پايين و کمترين انرژی را در فرکانس های بالا دارد(يعني ظهور فنوتيکي)، وضوح(اندازه گيري قابليت درک گفتار به وسيله WRS) به طور کلي از مناطق فرکانس بالا و پايين مشتق شده است. اين ناهمخواني بين انرژي(فنوتيک)و وضوح(فنوميک) پيچيده است اما در زمينه تقويت سمعک به خوبي درک شده است . محدوده فرکانسي که شنونده براي درک گفتار به آن نياز دارد، در مقابل موسيقيدان کاملا متفاوت است .بعضي از موسيقي دانها تکيه بيشتري بر فرکانس پايين دارند براي مثال

كلارينتيست ها تنها اگر دم زني بين رزونانسي فركانس های پايين در سطح شدت خاصی باشد از صدايشان راضي ميشوند ، عليرغم اينكه آنها مي توانند مقدار قابل توجهي انرژي فركانس بالا توليد كنند، اين كاملا با افراد ويولن زن تضاد دارد زيرا آنها نياز دارند قبل از اينكه در مورد مناسب بودن صدا قضاوت كنند، مقدار زيادي هارمونيک فركانس بالا را بشنوند. كلارينت و ويولن هر دو طيف انرژي برابر دارند(فنوتيک مشابه) اما صداهاي متفاوتي توليد مي كنند.

محدود كننده قله ورودي FRONT-END در سمعک:

مهم است كه تمام فاكتورهاي انتخابي در برنامه هاي الكترواكوستيک براي موسيقي تقويت شده از طريق سمعک، مطلوب يا نزديک به مطلوب تنظيم شود . بسياري از سمعک ها در بازار داراي محدود كننده Front-Endيا CLIPER هستند،كه از ورود شدت dB ۹۰-۸۵ به سمعک به طور موثر جلوگيري ميكنند. اين نبايد با محدود كننده خروجي اشتباه گرفته شود، اين گرايش درصنعت ساخت سمعک به سوي محدود كننده قله ورودي تنها براي شدت هاي بالا ي db ۱۰۰-۹۵ پيش ميرود كه اين كاملا معقول است زيرا شديدترين اجزاي گفتار حدود dB Spl ۹۰-۸۵ شدت دارند. علاوه بر اين كارخانه های سازنده سمعک های ديجيتال مي خواهند مطمئن شوند كه در Analog to digital(ADC) نبايد افراط شود. اين بحث وجدل ها بر سراين است كه هرگونه صداي بالاي db spl ۹۰ ،گفتار يا شبه گفتار نيست و اين چنين عملكردي در مراحل اوليه شبيه Noise Reduction است.

با اين وجود، در كل سطح شدت موسيقي بالاتر از dB۹۰-۸۵ است كه به وسيله Front-End محدود يا دچار اعوجاج ميشود . ميكروفن هاي سمعک هاي مدرن ميتوانند به طور قاطع شدت های تا dB۱۱۵را بدون اعوجاج دريافت كنند .در صورت وجود اعوجاج ، وضوح و كيفيت موسيقي كاهش مي يابد ازاين رو بيمار در خواست تغيير برنامه مي كند.

با اين وجود بندرت راه حل مناسب تغيير برنامه می باشد و بيشتر مربوط به ورودي با شدت بالا قبل از رسيدن به ADC مي باشد. تكنيک هايي براي اجتناب از مشكلات ديستورشن Front-End وجود دارد كه بسته به نحوه ی اجراي كار ممكن است از تراكم به عنوان محدود كننده قله كه با expansion بعداز محدود كننده در سمعک استفاده شود. مشكل مشابه در پرواز با هواپيما است كه بايد از زير يک پل كوتاه عبور كند يا پل بايد بلند باشد يا اينكه هواپيما نزديک سطح زمين پرواز كند.

تحقيقات نشان داده است هر شدتي كم تر از dBSpl ۱۰۵ كه سطح شدت محدود كننده ورودي است ،صرف نظر از برنامه سمعک ميتواند سبب كاهش اعوجاج براي موسيقي شود-۲۰۰۳cashin) ۲۰۰۶b: cashin ۲۰۰۴) .

براي تست كلينيكال و براي تعيين Front-End با استفاده از موسيقي با سطح شدت بالا، ديستورشن در سمعک بايد با خروجي بالا(بالاتر از dB۱۱۵) و بهره كم (dB۸-۵) تنظيم شود.

در Test box سیگنال شدید نباید هیچ گونه PC بدهد ،حال اگر دیستورشن باشد(یعني ۱۰ %) مشکل اصلي Front-End یا محدود کننده قله ورودي است که براي موسیقي با شدت بالا، خیلي پایین تنظیم شده است .نتایج ۵ سمعک تجاري در دسترس در جدول ۱-۱۰ نشان داده شده است .

(CASHIN,۲۰۰۶B)

Table 10–1. Harmonic distortion (in percent) at 1600 Hz for five commercially available hearing aids with two input levels of 90 dB SPL and 100 dB SPL. Aid #2 performed the best.

	Aid #1	*Aid #2*	*Aid #3*	*Aid #4*	*Aid #5*
90 dB input	10	3	16	21	16
100 dB input	22	5	54	58	57

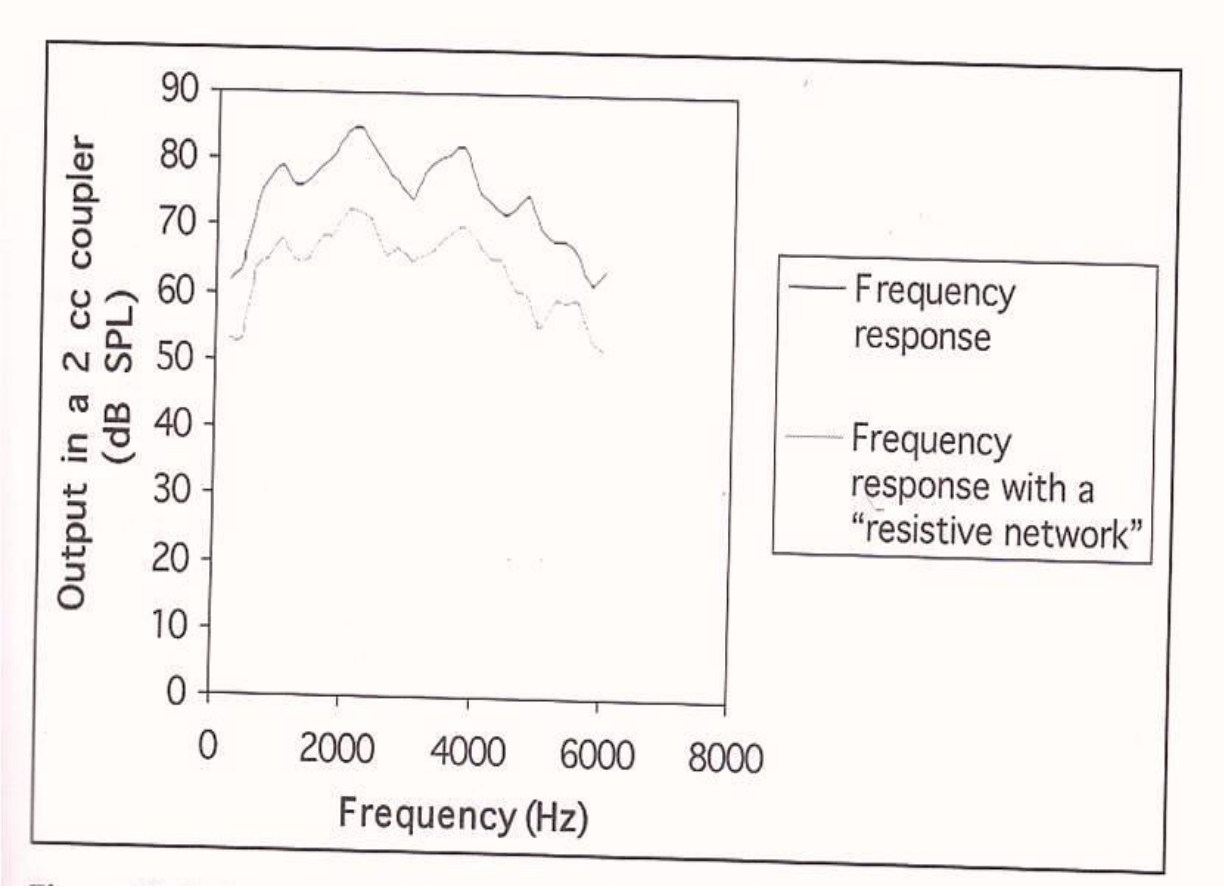
نمونه ای از سمعک هایی که قله خیلي بالا در محدود کننده ورودي دارند K-AMP است و مثال دیگر HRX است .سطح محدود کننده قله ورودي جز ملزومات ۱۹۹۶ ANSI نیست اما با این وجود این اطلاعات به طور معمول بنا به درخواست سازندگان سمعک در دسترس است.

برخي استراتژي ها در صورتي که سطح شدت محدود کننده قله ورودي خیلي پایین است:

کاهش ورودي : اگر سمعک بیمار برنامه محدود کننده قله ورودي خیلي پایین داشته باشد باید ورودي را کم کنیم (بعنوان مثال سیستم هاي استریو خانگي یا MP۳) و بهره سمعک را افزایش دهیم که این اجازه را به هواپیما میدهد که از زیر پل عبور کند.

رویکرد ساده دیگر استفاده از Resistive Network دقیقا بعد از میکروفون است که سبب کاهش شدت تا ۱۲dB میشود به طور معمول از این شبکه تنها در سمعک استفاده میشود.

شکل ۱-۱۰ اثر Resistive Network را نشان داده است.باید توجه داشت که خروجي ۱۲dB-۱۰ کمتر مي شود زیرا تنها ورودي ۱۲-۱۰ dB بدون تغییر در بهره کاهش مي یابد.



بيشتر سازندگان سمعک توانسته اند اين شبکه را در ساخت سمعک که مطلوب اديولوژيست است پياده سازي کنند.

ساير تکنيک هايي که مناسب نيستند اما ميتوانند موثر واقع شوند شامل گذاشتن يک کاور Band aid likeروي ميکروفن سمعک است که سبب کاهش شدت ورودي ميشود، در اين حالت نيازي به افزايش بهره براي جبران انرژي کاهش يافته نيست چون شدت موزيک از گفتار بيشتر است، استفاده تجاري از Adhesive tape(scotch tape)روي ميکروفن سمعک خيلي مفيد است .کاهش ۵dB از-۲۰۰ ۴۰۰۰HZميتواند با افزايش مختصر در بالاي ۴۰۰۰HZ همراه شود.

در استفاده از scotch tape نيازي به تغيير بهره نيست و ميتواند تا ۵dB ورودي هدروم اضافي بدون اعوجاج توليد کند.

: fletcher-munson Revisited

منحنی دیگری که از منحني فلچر مشتق شده است (۱۹۳۳) با نام منحني بلندي برابر مشهور است . منحنی بلندي نرمال بيانگر اين است كه حتي افراد داراي كم شنوايي حسي عصبي متوسط ، ميتوانند عملكرد بلندي نرمال را براي ورودي هايی كه دارای شدت مناسب هستند ،حفظ كنند.

كم شنوايي حسي عصبي ملايم فركانس بالا در افراد موسيقي دان متداول است ،كه ممكن است به هيچ گونه اصلاحيه براي شنوايي و برابر سازي در مناطق فركانسي خاص نياز نداشته باشد ،اين كاملا منطقي است زيرا عملكرد سمعک هاي مدرن به سطح شدت بستگی دارد به اين ترتيب كه بهره زياد براي صداهاي كم شدت و بهره كم براي صداهاي بلندتر را فراهم ميكنند. بسياري از موسيقي دانهای با كم شنوايي قابل توجه ، بخصوص آنهايي كه در معرض صداهاي بلند هستند ، تنها نياز به ۱۵-۲۰dB بهره در فركانس بالا دارند.اين موسيقي دانها زماني كه موسيقي بلند باشند ايده آل ترين كانديدها براي استفاده از سمعک پشت گوشي غير انسدادي هستند .يک راه حل براي استفاده از فركانس بالا استفاده از ميكروفون همراه با سمعک پشت گوشي غير انسدادي است كه طي آن فركانس پايين كاهش مي يابد. پاسخ فركانسي براي اين سمعک پشت گوشي غير انسدادي صرف نظر از نوع ميكروفون يكسان است اما ديستورشن به طور شگفت انگيزي برای ميكروفون در فركانس بالا كمتر است . (يعني ميكروفون، اجزاي فركانس پايين زير ۷۰۰-۸۰۰HZ را كاهش مي دهد)

چرخش ميكروفون دايركشنال: در نهايت براي آنهايي كه از سمعک پشت گوشي دايركشنال استفاده مي كنند حقه ي ديگر مي تواند مفيد باشد.ميكروفون دايركشنال در بسياري از سمعک هاي پشت گوشي و همچنين نوع كوچكتر كاستوم يافت مي شود .اين ميكروفون براي ساپرس نويزي كه از پشت سر مي آيد طراحي شده است .ميكروفون دايركشنال در تركيب با فيتينگ دو گوش و استفاده ازALD ، مثل FM در بسياري از شرايط از جمله شرايط نويزي مفيد است . حقه ي مورد استفاده شامل چرخش سمعک پشت گوشي است كه در اين حالت قالب بايد محكم در گوش فيت شود ، اما بايد تيوب در هوک حول ۱۸۰درجه بچرخد آنچنان كه جلوي سمعک در پشت قرار گيرد .اين به خصوص براي افرادي با موي بلند كه از ديدن آن جلوگيري مي كند عملي است .در اين كار به خاطر اينكه پورت ميكروفون معكوس مي شود صداي روبرو ساپرس مي شود در نتيجه ميكروفون سمعک صداي بلند را كمتر دريافت مي كند كه منجر به افزايش پل محدود كننده مي شود . بايد مدنظر داشت كه اين روش تنها در سمعک هاي دايركشنال عملي است نه در سمعک هاي با دو ميكروفون غيردايركشنال .در اين سمعک ها پردازش بعد از ديجيتالي شدن سيگنال انجام مي گيرد از اين رو براي به حداقل رساندن ديستورشن ايجاد شده به وسيله ي ورودي بلند موسيقي مفيد نخواهد بود(B.Rule, ۲۰۰۸) .

يک کانال ممکن است براي موسيقي بهتر باشد :

آنچه که براي تقويت گفتار(به خصوص در نويز) لازم است، استفاده از يک کانال خطي می باشد ولی برای شنیدن موسیقی با کیفیت مطلوب، کانال های بسياري با نسبت تراکم و نقطه زانويي يکسان مناسب است.

بالانس بين فرکانس هاي پايين و هارمونيک فرکانس هاي بالا براي شنيدن بيشتر انواع موسيقي حياتي است .موسيقي با کيفيت بالا به بسياري از پارامتر ها وابسته است که يکي از آنها ، قابليت شنيدن هارمونيک هاي فرکانس هاي بالا در دامنه مناسب است. کيفيت پايين مي تواند ناشي از هارمونيک های با شدت خيلي پايين يا خيلي بالا باشد.سمعک هاي چندکاناله اي که از نقاط زانويي مختلف و ميزان هاي متفاوت تراکم براي کانال هاي مختلف استفاده مي کنند، خطری آشکار برای از بین بردن بالانس بین شدت فرکانس هاي پايه فرکانس پايين و هارمونيک های فرکانس بالا به شمار می روند . در نتيجه برنامه ي موسيقي سمعک يا بايد شامل يک کانال باشد يا اينکه دارای چند کانال با پارامتر هاي تراکم يکسان باشد. پيشنهاد مي شود که شرايط bass-heavy سيستم دوکاناله با تنظيم در ۵۰۰ Hz و کاهش بيشتر در ورودي با شدت هاي بالا مي تواند مفيد باشد.(Lorevit, ۲۰۰۴)

تراکم:

نقش باليني براي تنظيم پارامتر هاي تراکم براي گفتار آسانتر است و کتاب هاي مقدماتي سمعک آن را پوشش مي دهند .دتکتور هاي تراکم بر پايه ي فاکتور کرست گفتار، که تقريبا ۱۲ dB است ، تنظيم مي شوند. براي گفتار عملکرد سيستم تراکم به خروجي هاي با شدت بالا محدود مي شود و می دانیم که صداهاي ملايم به صورت ملايم شنيده مي شوند (نه اينکه خيلي کم) و صداهاي شديد به صورت شديد شنيده مي شوند (اما نه خيلي شديد) . به طور خلاصه محدوده ي پويايي گفتار اين سيستم ها (۳۰-۳۵ dB) است و متناسب با محدوده ي پويايي فرد آسيب ديده شنوايي آن را تغيير مي دهد.

دليل خاصي براي اينکه چرا WDRC براي گفتار مناسب است اما براي موسيقي همچون گفتار مناسب نيست وجود ندارد . محدوده ي پويايي موسيقي بزرگتر از گفتار است (يعني ۱۰۰dB – ۸۰ در ۳۵- ۳۰ dB) با اين وجود از لحاظ کلينيکال مشاهده شده است که تغيير عمده در سيستم تراکم لازم نيست زيرا اجزاي شديد موسيقي در قسمت هاي مختلف از نمودار تراکمي ورودي_خروجي قرار مي گيرند .اگر تراکم از RMS (يا شدت متوسط) استفاده کند از اين رو تغيير براي برنامه ي موسيقي لازم نيست ، حال اگر سمعک از دتکتور قله براي فعال کردن مدار تراکم استفاده کند ، براي برنامه ي موسيقي دتکتور بايد در dB ۸ -۵ بالاتر از گفتار تنظيم شود که اين مربوط به فاکتور کرست بزرگتر براي موسيقی (۱۸ dB در برابرdB ۱۲) است که بايد مواظب بود که اين قله ها مدار تراکم را به طور نا به هنگام فعال نکنند.

سیستم کاهش فیدبک:

در بیشتر افراد طیف شدت موسیقي بزرگتر از گفتار است ، اما این موضوع منجر به ایجاد فیدبک نمی شود، زیرا بهره ي سمعک براي این اجزاي با شدت بالا کمتر از گفتار است . با این وجود اگر کاهنده ی فیدبک لازم باشد و نتوان از مدار فیدبک در برنامه ي موسیقي چشم پوشی کرد ، در این حالت مدار هایي که از کاهش بهره استفاده مي کنند، مناسب تر هستند.

دو رویکرد دیگر براي مدیریت فیدبک ، ناچ فیلتر و فاز کنسلیشن می باشند که ممکن است سبب ابهام شوند.کاهش بهره نسبت به دو رویکرد دیگر عملکرد بهتري دارد زیرا سبب مشکلات عمده براي شنیدن و اجراي موزیک نمي شود.

در رویکرد ناچ فیلتر، فرکانس مرکزي فیلتر ممکن است سبب بدترشدن وضوح صدا شود که آن را frequency hopping artifact مي گویند (Chung, ۲۰۰۴). رویکرد فاز کنسلیشن از روشي استفاده مي کند که سبب تولید ۱۸۰ درجه اختلاف فاز با فیدبک مي شود؛ گرچه این روش براي گفتار مناسب است و بسیاري از سازندگان سمعک از چنین تکنیکي استفاده مي کنند،اما هارمونیک های باند باریک موزیک به دلیل حداقل کاهش (dumping) ، مي توانند سمعک را به اشتباه بیاندازند و سبب ساپرس موسیقي شوند. علاوه بر این ، اگر هارمونیک ها دیستورشن کوتاه داشته باشند سبب کنسل شدن سیگنال و شنیده شدن یک chirp (جیر جیر) مختصر مي شود.

زماني که دتکتور هاي فیدبک محدود به ناحیه ی فرکانسهاي خیلي بالا مي شوند، جایي که ساختار هارمونیک های موسیقي به طور ذاتي کم شدت است، از تکنیک دو مرحله اي فاز کنسلیشن با استفاده از زمان حمله ي آرام و سریع استفاده مي شود. با این وجود غیر فعال کردن سیستم کاهنده ی فیدبک در صورتی که امان پذیر باشد، براي شنیدن یا اجراي موسیقي مناسب تر است.

سیستم کاهش نویز:

در هنگام شنیدن موسیقي غیر فعال کردن این سیستم بهترین حالت است . به طور معمول نسبت سیگنال به نویز کاملا مطلوب است و کاهنده ي نویز لازم نیست .با این وجود براي بعضي از سمعک ها این سیستم را نمي توان غیر فعال کرد زیرا مزیت اولیه ي آن بهبود راحتي شنیداري است نه کاهش نویز. باید دقت شود بر خلاف سیستم هاي تراکم که از زمان حمله ي سریع و زمان بازگشت کند استفاده مي کنند این سیستم از زمان حمله ي کند و زمان بازگشت سریع استفاده مي کند، که با این کار درک مطلوب موسیقی از بین نمی رود زیرا ریت مدیولیشن براي موزیک بیشتر از گفتار است و به طور معمول اجازه ي دخالت الگوریتم کاهنده نویز در فرکانس را نمي دهد.

خلاصه :

برنامه ي موسيقي:

برنامه موسيقي سمعک يا مجموعه تنظيم هاي مطلوب الکترواکوستيکي براي لذت بردن از موسيقي شامل موارد زير می باشد:

۱. سطح محدود کننده ورودي با قله ي بالا که سبب اعوجاج نشود.
۲. اگر اجراي موسيقي در محيط نويزي است، براي افراد با کم شنوايي حسي عصبي قابل توجه بايد سمعک غير انسدادي با ميکروفون تاکيد بر فرکانس بالا تجويز شود.
۳. سمعک يک کاناله يا سيستم چند کاناله اما با نسبت تراکم و نقطه زانويي يکسان
۴. سيستم تراکم (مشابه با سيستم تراکم بر پايه گفتار) بر اساس RMS که نقطه ي زانويي ۸ dB – ۵ بيشتر باشد.
۵. OSPL۹۰ و بهره براي ابزار آلات موسيقي شدتي ۶ dB کمتر از گفتار پهن باند دارد.
۶. از کار انداختن سيستم کاهنده فيدبک که از کاهش بهره يا فرم هاي پيچيده فاز کنسليشن استفاده مي کنند (با زمان حمله سريع و کند يا اگر در محدوده ي فرکانسي ۲ کيلوهرتز).
۷. از کار انداختن مدار کاهنده ي نويز زيرا زمان حمله ي طولاني و زمان رهايي کند به ندرت براي موسيقي فعال مي شود.

فصل یازدهم

کاشت حلزون و موسیقي:

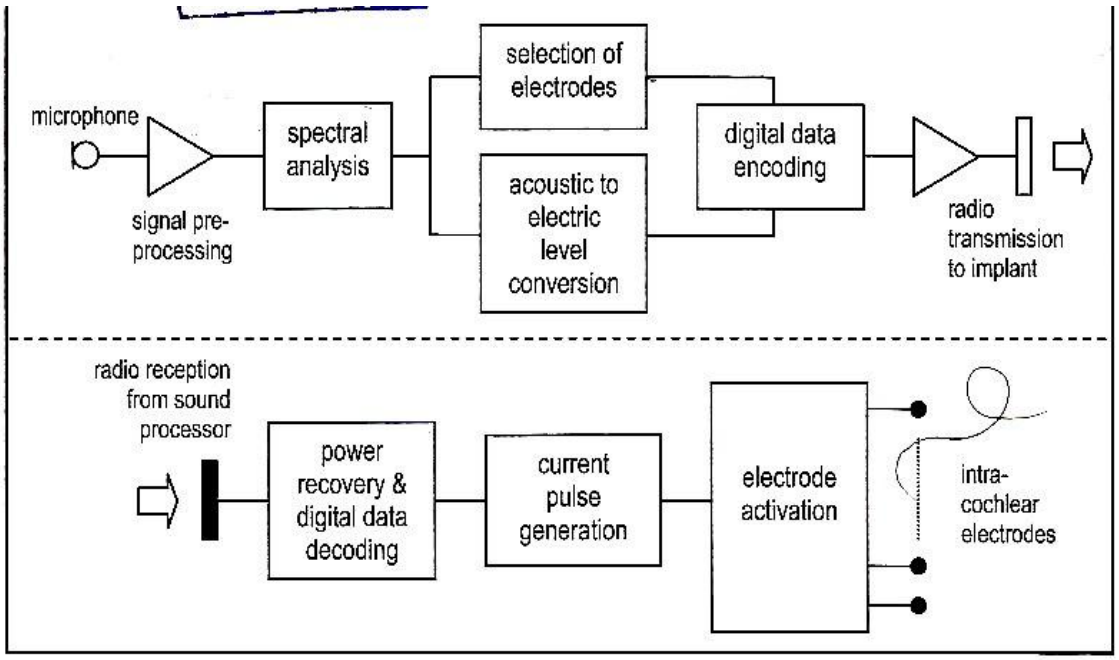
بيش از ۲۵ سال پيش ،زماني كه رشد تجاري وسايل الكترونيک در پي بازگرداندن شنوايي به افراد ناشنوا برآمد، غيرمحتمل به نظر مي رسيد كه چنين وسايلي بتوانند موضوع اين كتاب كه عمدتا در ارتباط با موسيقي است ، باشد. با اين وجود پيشرفت تكنولوژي هاي جديد نشان داده است كه برخی از وعده های مبنی بر بهبود صداهاي موسيقي در الگوهاي تحريک عصبي تحقق يافته است . وسايل اوليه براي تحريک عصب شنيداري در افراد با كم شنوايي نسبي يا كامل در هر دو گوش به وجود آمده اند . بيشتر وسايل موفق در اين زمينه، محرک الكتريكي را به نورون هاي مختلف در حلزون تحويل ميدهند. اگرچه در گذشته تنها آرايش الكترود داخل حلزون را ايمپلنت مي گفتند اما امروزه هرگونه پروتز شنوايي از اين نوع را ايمپلنت می گویند.

در اوايل كاشت حلزون براي كمک به گفتار خواني (لب خواني) طراحي شده بود كه با تحريک عصب شنيداري سبب ايجاد حس شنوايي و آگاهي از صداهاي محيطي می شد و همچنين دريافت اطلاعات گفتاري كه به سختی از طريق بينايی دريافت می شدند، مثل واكدارها، را امكان‌پذير می ساخت.

اگرچه چند كاشت حلزون اوليه به اين هدف دست يافتند، اما بهبود بيشتر عملكرد در پي پيشرفت هاي بعدي در پردازش سيگنال صوتي براي تحويل به عصب شنيداري صورت گرفت (Mcdermott۲۰۰۱) . امروزه بيش از ۱۰۰۰۰۰ نفر در سرتاسر جهان از كاشت حلزون استفاده مي كنند كه توقع بالايي براي كيفيت درک شنيداري دارند . بيشتر دريافت كنندگان وسايل جديد مي توانند گفتار را به راحتی، بدون استفاده از نشانه های بينايي،حداقل در شرايط مطلوب شنيداري درک كنند . از اين رو رشد قابل ملاحظه اي در درک موزيک و ساير صداها با تحريک الكتريكي ديده مي‌شود.

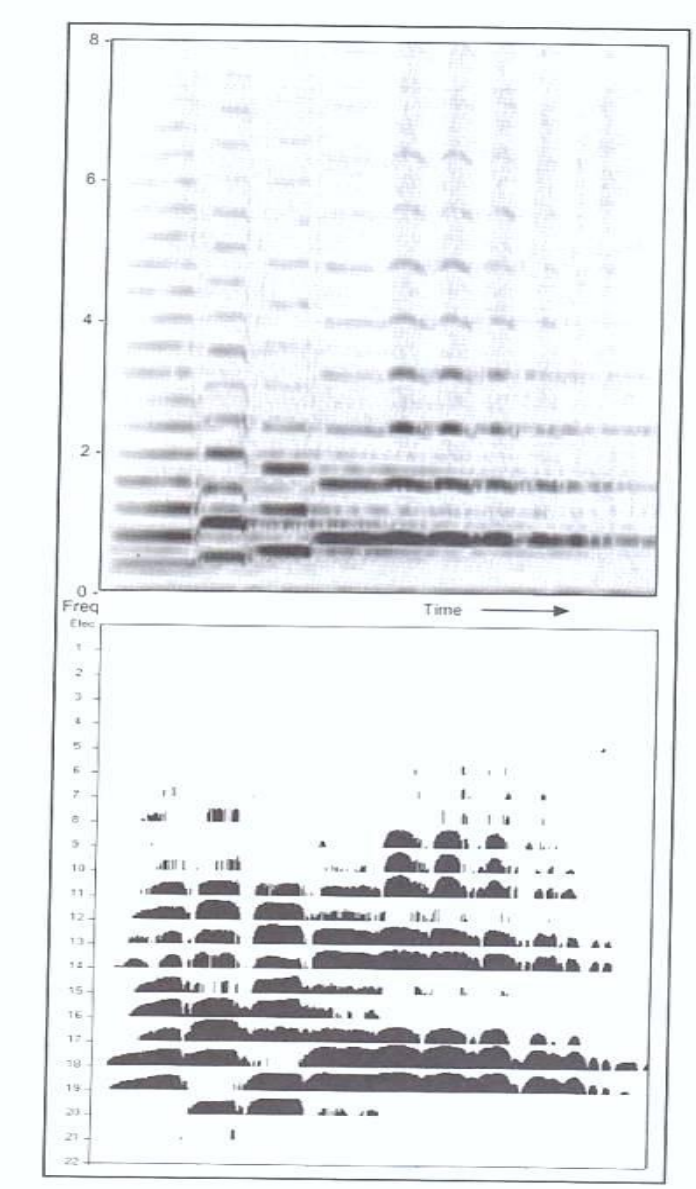
نحوه ی عملكرد كاشت حلزون :

همانطور كه در فصل هاي قبل شرح داده شد شنوايي نرمال يعني درک نوسانات سريع فشار در هوا .چنين تغيير فشاري بوسيله ي پرده تمپان به ارتعاشات مكانيكي تبديل مي شود اين ارتعاشات توسط زنجيره ي استخوانچه اي به حلزون پر از مايع منتقل و سبب ايجاد موج در حلزون مي شود . داخل حلزون حدود ۱۵۰۰۰سلول مويي يافت مي شود كه حركت موج را كشف و به فعاليت عصبي تبديل مي كند .اين فعاليتها پردازش و سپس بوسيله ي شبكه هاي عصبي منجر به تحريک كرتكس شنيداري مي شوند. كم شنوايي دائم مي تواند حاصل از علل مختلفي همچون قرار گيري در معرض صداي بلند، منتژيت، تروما، درمان با آنتي بيوتيک باشدكه بطور معمول حلزون و عصب را درگير مي كند . با اين وجود تقويت صدا اغلب در افراد با كم شنوايی شديد كافي نخواهد بود چون ممكن است آسيب آنقدر وسيع باشد كه تحريک آكوستيكي و مكانيكي نتوانند حس شنوايي را بر انگيزاند . از اين رو كاشت حلزون با تحريک الكتريكي ارتعاش آكوستيكي را حذف كرده است .در شكل ۱-۱۱ دياگرام يک كاشت حلزون به تصوير كشيده شده است.



اجزاي نشان داده شده در محور افقي بالا، نشان دهنده ی پردازشگر صدا می باشد که خارج از سیستم ایمپلنت قرار دارد .صدا از طریق میکروفون که در نزدیک لاله قرار دارد به سیگنال الکتریکي تبدیل مي شود اين سيگنال به روش هاي مختلفي براي كاهش نويز پردازش مي شود . طيف هاي كوتاه مدت ورودي با انتقال فوري يا فيلتر باند گذر تخمين زده مي شود . اجزاي فركانسي سيگنال بعد از پردازش ، به الكترود مناسب در حلزون فرستاده مي شود و شدت فرستاده شده متناسب با شدت سيگنال ورودي است كه از طريق پوست يا امواج راديو فركانسي انتقال داده مي شود .اجزاي كاشت شده در زير خط چين نشان داده شده است.

در بيشتر سيستم هاي موجود محرک شامل پالس هاي كوتاهي است كه در توالي هاي سريع به الكترود انتقال داده مي شود . عملكرد كلي سيستمACE كه بطور گسترده استفاده مي شود در شكل ۱۱-۲نشان داده شده است .



.

قسمت بالايي شكل، اسپكتروگرام اجزاي فلوت را نشان مي دهد . اين شكل توالي نت ها ي G۴,B۴,D۵ و G۵ كه به ترتيب داراى فركانس پايه ي ۳۹۲، ۴۹۴، ۵۸۷ و ۷۸۴ هرتز هستند را نشان مي دهد .

اسپكتروگرام در محور عمودي فركانس و در محور افقي زمان را نشان مي دهد . مناطق تيره بيانگر اجزا با انرژي اكوستيكي بالا است (براي مثال نت ۳۹۲هرتز) و هارمونيک هاي آن در فركانس هاي پايه ي متعدد (يعني ۷۸۴-۱۱۷۶و ...) هستند .مناطق تيره در ۷۸۴هرتز بيانگر اجزاي شديد نت در آن منطقه است .قسمت پاييني شكل ۲-۱۱ خروجي ۲۲ الكترود در پاسخ به صداي فلوت را نشان مي دهد، الكترودها (محور عمودي) مثل فركانس هاي اكوستيكي طراحي شده اند كه الكتود ۱ در پايه ي حلزون

عمدتا فركانس ۷/۴کيلو هرتز را تحريک مي کند و الکترود ۲۲ انتهاي راسي حلزون نزديک فرکانس ۲۵۰ هرتز را تحريک مي کند اين اختصاصات فرکانسي براي پوزيشن الکترود با عملکرد فيلترينگ حلزون متناسب است و به تونوتوپيک ارگانيزيشن مشهوراست ، با اين وجود فرکانس هايي هست ند که معمولا براي الکترود گذاري بطور خطي طراحي نشده اند از اين رو مناطق بالايي و پاييني از محور عمودي يکسان نيستند .در قسمت پاييني شکل ۲-۱۱ ارتفاع هر ستون درهر موقعيت الکترود بيانگر شدت تحريک الکترود است . همانطور که در شکل ديده مي شود بيشترين تحريک در الکت رود ۱۸ در نزديکي فرکانس ۷۵۰هرتز مي باشد. همانطور که قبلا ذکر شد عملکرد کاشت حلزون در درک صداي موسيقي ضعيف است .

ارزيابي موسيقي بوسيله دريافت کنندگان کاشت حلزون :

درسال هاي اخير مطالعات متعددي بر روي ارزيابي ذهني صداهاي موسيقي بوسيله استفاده کنندگان از کاشت حلزون صورت گرفته است (Mcdermott .۲۰۰۴). اگرچه تحقيقات گسترده اي در زمينه کاشت حلزون صورت گرفته است ، اما نتايج اين تحقيقات به دليل فاکتورهايی از قبيل تفاوت در روش آزمايش ، مواد مورد استفاده و تغيير پذيري زياد بين پاسخ هاي افراد به سختي قابل جمع بندي ا ست. با اين وجود گزارش کلي اين تحقيقات حاکی از نارضايتی بزرگسالان کاشت شده در شنيدن موسيقي می باشد. براي مثال يک مطالعه نرخ رضايت کلي را با مقياس ۰-۱۰۰ از شنيدن ۸ ابزار موسيقي مختلف به دست آورد (Gfeller et al.۲۰۰۲). نتايج از سازهاي بادي،چوبي و زهي مثل پيانو به دست آمد. به طور ميانگين امتياز افراد کاشت شده حدود ۱۷ نمره کمتر از ميانگين افراد طبيعي بود . مطالعه ديگر، کيفيت صداي موسيقی را بين افراد کاشت شده و افرادي که از سمعک هاي مرسوم استفاده مي کردند، مقايسه کرد(looi et al.۲۰۰۷) علاوه بر اين گروهي از افراد کـه بعدها کاشت شده بودند را قبل و بعد از کاشت، از نظر کيفيت رده بندي کردند که بطور شگفت انگيزي کيفيت در افراد بعد از کاشت بيشتر بود. در چندين مطالعه ديده شده که نسبت رضايت و کيفيت در افراد کاشت شده به سادگي موسيقي بستگي دارد براي مثال در يک مطالعه بين موسيقي های کلاسيک ،پاپ و وسترن دريافتند که کيفيت و رضايت حاصل از موسيقي کلاسيک نسبت به دو موسيقي ديگر کمتر بوده است (Gfeller et al.۲۰۰۳). در مطالعه ديگر اجراي موسيقي با يک آلت موسيقي (يک نفر) کيفيت بالاتري را نسبت به چند نفر به طور همزمان در گزارشات نشان داده است (looi et al.۲۰۰۷).

زماني که از دريافت کنندگان کاشت حلزون خواسته شد که تجربه شنيداري را قبل و بعد از کاشت با سمعک مقايسه کنند بيشتر انها از عملکرد کاشت مايوس شده بودند. براي مثال يک مطالعه گزارش کرده است که تنها ۲۱% از افراد کاشت شده از موسيقي و جستجوي فرصت براي شنيدن موسيقي لذت مي برند (Leal et al.۲۰۰۳)، با اين وجود افراد همان گروه که تجربه شنيداري موسيقي قبل از کاشت را داشتند گزارش کردند که تنها ۴۱% از انها از موسيقي لذت برده اند . گزارشات اخير در مقايسه با گزارشات قبل، بيان کردند که ۷۱% از انها از شنيدن موسيقي لذت مي برند (Brockmier.۲۰۰۷) .

درمقاله ديگر نيز گزارش شده است كه ۱/۳ افراد كاشت شده از موسيقي اجتناب مي كنند (Gfeller et al.۲۰۰۰).

چرا كيفيت موسيقي پايين است :

بسياري از مطالعات، توانايي افراد كاشت شده را براي درک خصوصيات پايه صداي موسيقي مثل ريتم ،تيزي و كيفيت بررسي كرده اند (Mcdermott .۲۰۰۴). در كل اطلاعات دربردارنده ی ريتم به خوبی حفظ مي شوند، اين موضوع عجيب نيست زيرا استفاده كنندگان از ايمپلنت هاي مدرن مي توانند به راحتي گفتار را درک كنند و واضح است كه اين توانايي بسيار به درک علايم زماني بس تگي دارد ، چنين علايمي شبيه آنچه هستند كه جنبه هاي ريتم در موسيقي را منتقل مي كنند . براي مثال در يک مطالعه ۲۴ تا ۲۹ نفر از افراد كاشت شده امتياز حداقل ۹۰% را در تمايز الگوهاي ريتميک بدست آوردند (Leal et al.۲۰۰۳). توانايي افراد كاشت شده براي شنيدن تيزي به طور ذاتي بسيار كم است. به طور كلی توانايی فرد در تمايز دو تيزی مختلف و اينكه بتواند بيان كند كدام بالاتر است و بتواند اندازه ي وقفه هاي بين تيزي را تخمين بزند اهميت دارد . با اين حال تمام مطالعات منتشر شده درتمايز تيزی، بر توانايي ضعيف افراد كاشت شده نسبت بـه افراد نرمال هم راي هستند . در مطالعه ي اخير از افراد خواسته شد كه تيزي جفت واكه هاي آهنگ را كه با فركانس پايه جدا شده اند را به وسيله ي يک نيم تن يا شش نيم تن رده بندي كنند . در افراد نرمال امتياز ۸۱% و ۸۹% به ترتيب براي دو وقفه ي زماني حاصل شد، اما امتياز براي افراد كاشت شده تنها ۴۹% و ۶۰% بود (sucher.۲۰۰۷). توانايي شناسايي ملودي هاي متداول يک مهارت پايه در درک موسيقي است، گرچه تون هاي معدودي به وسيله ي ريتم مخصوص قابل تشخيص است . توانايي دريافت صحيح حداقل تغيير در تيزي ملودي ،كمک زيادي به شناسايي آن مي كند. تعجب آور نيست كه تشخيص ملودي هاي آشنا براي افراد كاشت شده، به خصوص اگر ريتميک نباشد يا با نشانه های زباني همراه نباشد ، ضعيف است . در يک گزارش ديگر ميانگين امتياز براي ۴۹ فرد كاشت شده تنها ۱۹% بود كه توانستند ۱۲ تن متداول را تشخيص دهند در حالي كه اين امتياز در افراد سالم ۸۳% بود (Gfeller et al.۲۰۰۰). اندازه گيري درک timbre (يعني كيفيتي كه صداها را قابل تمايز ميكند حتي اگر از لحاظ تيزي و بلندي برابر باشند) به صورت آزمايشگاهي مشكل است. در يک آزمايش از ۵۱ فرد كاشت شده و ۲۰ فرد نرمال خواسته شد كه ۸ آلت موسيقي مختلف را شناسايي كنند (Gfeller et al.۲۰۰۰). پاسخ افراد به ۱۶ گزينه محدود مي شد كه امتياز افراد كاشت شده ۴۶/۶% و امتياز افراد نرمال ۹۰/۹% به دست آمد ،كه نه تنها امتياز افراد كاشت شده پايين بود بلكه پاسخ هاي افراد كاشت شده از ثبات كمتری برخوردار بود و در شرايط خاص نيز گيج شدن بين آلات زهی و سازهاي بادي نيز در افراد كاشت شده نسبت به افراد نرمال بيشتر بود.

بهبود درک موسيقي با كاشت حلزون:

علي رغم نتايج خلاصه شده در بالا كه به طور بدبينانه عملكرد ضعيف افراد كاشت شده در درک و

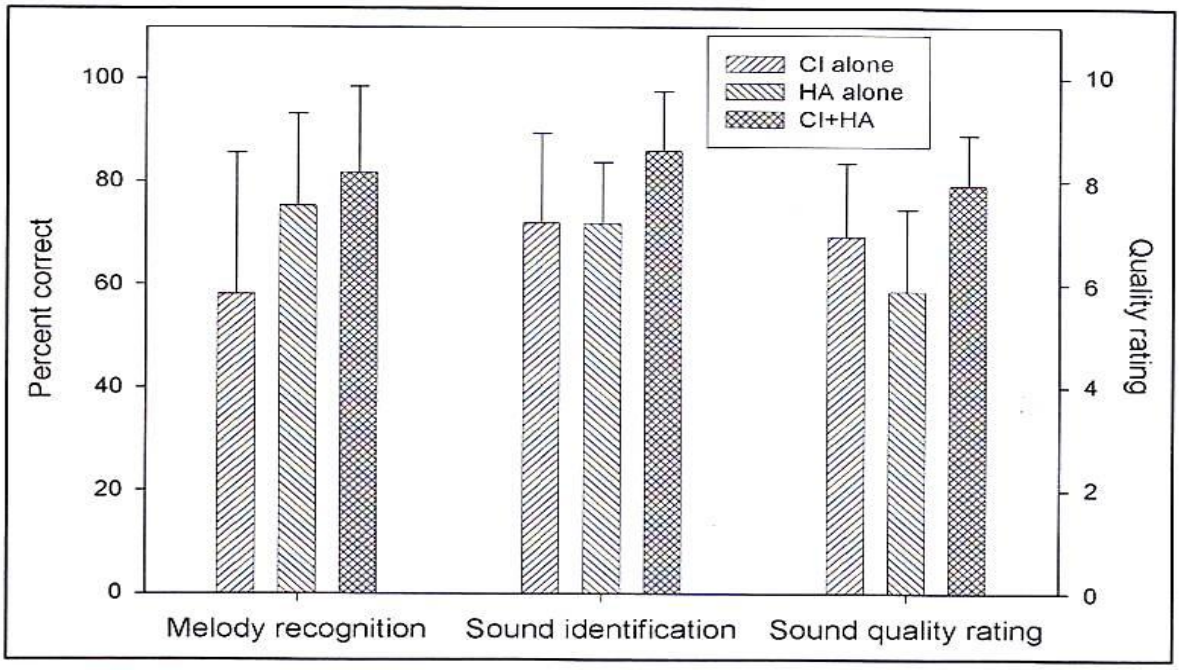
اجراي موزيک يا آواز خواندن را گزار ش کرده است، سه تحقيق عمده ي حاضر از بهبود در شنيدن صداي موسيقي در افراد کاشت شده خبر مي دهد . اول، بيشتر گزارش هاي منتشر شده از بزرگسالاني است که اکثر آنها براي سال هاي زيادي قبل از کاشت، افت عميق داشته اند . در طول ۲۰ سال گذشته رشد بالقوه اي در تعداد کودکا ن کاشت شده و کاهش در سن کاشت ديده مي شود . محتمل تر است که کودکان نسبت به بزرگسالان بخاطر پلاستيسيتي بيشتر در رشد مغز اطلاعات بيشتري از موسيقي دريافت ميکنند ، علاوه بر اين کودکان از طريق کاشت لذت بيشتري از موسيقي مي برند چون تجربه اي از دريافت موسيقي از طريق شنوايي اکوستيکي نداشته اند (mitani et al.۲۰۰۷). تحقيقات اخير نشان داده است که کودکان ناشنواي عميق کاشت شده اطلاعات بيشترى و لذت بيشتري از موسيقي مي برند.

دوم، بهبود تکنولوژي هاي پردازش صدا سبب افزايش عملکرد کاشت براي شنيدن موسيقي شده است . يکي از مشکلات عمده در پروتز هاي موجود، اين است که اطلاعات تيزي به وسيله ى تحريک الکتريکى به نورون هاي شنوايى باقيمانده منتقل مي شوند که ممکن است نتيجه به کارگيري ريت ثابت تحريک پالسي باشد. در سيستم هاي موجود، اطلاعات تيزي به صورت الگوي زماني دامنه ي مديوله شده (AM) که حامل يک سري تن پالسي مى باشد، کد گذاري مي شود و به الکترود داخلي حلزون انتقال داده مي شود و تا حدي در الگوهاي طيفي درطول آرايش الکترودى کدگذاري مي شوند (شکل۱۱-۲). اطلاعات تيزي حاصل از هر دو روش ، نقص هاي خاص خود را دارند که سبب کاهش توانايي فرد کاشت شده در دريافت اطلاعات دقيق وکافي تيزي موسيقي مي شوند . براي مثال تيزي به وسيله ي مديوليشن دامنه ي فرکانسي تا حدود ۳۰۰هرتز انتقال داده مي شود و اطلاعات اندکى درباره ي تغيير حس موسيقيايي به وسيله ي تغيير مکان تحريک در اختيار مى گذارد (mcdermott.۱۹۹۷). با اين وجود محتمل است که ترکيب مختلف الگوي زماني و فضايي تحريک و تقويت اين الگوها مي تواند سبب انتقال اطلاعات بيشتري درباره ي تيزي شود . متاسفانه نتايج مطالعات چاپ شده از ترکيب اين دو الگو ، بهبود متوسط را نشان داده اند ، اگرچه بعضي اصلاحات در اصول کلي روش تحريک، امي د بخش مى باشد (laneau-wavters et al.۲۰۰۶:vandali et al.۲۰۰۵).

سوم، تحقيقات حال حاضر مربوط به درک موسيقي با تحريک دو مدلي (اکوستيکى و الکتريکى) است. نتايج دريافتي با کاشت در طول زمان بهبود يافته است و معيار هاي کانديداتوري راحت تر شده است . امروزه براي دريا فت کنندگان کاشت ، شنوايي اکوستيک در يک يا دو گوش غير معمول نيست و به وسيله ي الکترود گذاري کوتاه قابل محافظت است (Gfeller et al.۲۰۰۷).

تحقيقات اخير درک صداها از جمله موسيقي را ، زماني که سيگنال از طريق دو مد تحريک به شنونده منتقل مى شود، بررسي کرده اند. با توجه به شکل کم شنوايي در اين افراد ، تقريباً حداکثر آنها حساسيت بهتر در فرکانس هاى پايين نسبت به بالا داشتند . سيگنال اکوستيکي عمدتاً اطلاعات تيزي بم را منتقل مي کند در حالي که ايمپلنت اطلاعات محدوده ي فرکانسي وسيعي را که دربردارنده ى فرکانس بالا نيز مى باشد، فراهم مي کند که اين اطلاعات حتي بعد از تقويت از طريق اکوستيکي باز هم شنيده نمي شوند. برخى از نتايج مطالعات اخير بر آنند که تعيين کنند تحريک دو مدلي چقدر براي درک موسيقي

مفيد است كه خلاصه ي آن در شكل ۳-۱۱ ديده مي شود. ده فرد كه از كاشت حلزون و سمعک استفاده كرده اند در سه آزمايش شركت كرده اند در آزمايش اول از آنها خواسته شد كه ملودي را از مجموعه ي هفت تايي آشنا شناسايي كنند (مثل تولدت مبارک)، ارائه بدون كلمه و بدون علايم ريتمي بود كه هر كدام از ملودي ها هشت بار به صورت تصادفي ارائه شد كه لازم بود فرد ۱۶ نوع صدا را از ليست با مجموعه ي بسته شناسايي كند. نوع صدا نماينده ي گفتار، ابزار الات موسيقي تكي، شبيه ساز موسيقي و نويز محيطي بود. هر نوع صدا ۴ بار از مجموعه ي ۶۴ تايي مختلف در مجموعه ي تصادفي ارائه مي شد. در هر سه آزمايش از سيگنال اكوستيكي مشابه استفا ده شد سپس امتيازات از يک تا ده رده بندي شدند و نتايج براي شرايط مجزا از قبيل : كاشت به تنهايي، سمعک به تنهايي و هردو با هم بررسی شد . همانطور كه در شكل ۳-۱۱ نشان داده شده است نتايج آزمايش در ده فرد يک روند منظم را نشان مي دهد.



بازشناسي ملودي براي افراد كاشت شده بدترين و براي سمعک بالاتر است، با اين وجود امتياز براي شرايط دو مدلي بهترين است . نتايج براي شناسايي صدا و كيفيت براي دو مدلي بيشترين است كه نتايج اين مشاهدات درباره ي تيزي سازگاري دارد ، علاوه بر اين كيفيت صدا هنگامي كه شنوايي اكوستيكي باقيمانده بلتحريک الكتريكي تركيب مي شود ، بهبود مي يابد.

خلاصه:

اگرچه موفقیت بزرگ کاشت حلزون در توانا ساختن افراد با کم شنوایی شدید یا عمیق دوطرفه در درک گفتار اثبات شده است اما عملکرد آن در شنیدن موسیقي کمتر رضایت بخش است، در کل توانايي بیشتر افراد کاشت شده در درک تیزي و کیفیت صدا محدود شده است . محتمل است که بهبود مستمر در طراحي وسیله و پردازش سیگنال ، منجر به عملکرد بهتر فرد می شود . همچنین محتمل است که کاشت حلزون در سن هاي پایین نسبت به بزرگسالاني که قبل از کاشت به مدت طولاني کم شنوایي شدید داشته اند ، منجر به درک بهتر موسیقی مي شود. با این وجود بیشتر تحقیقات حال حاضر بر استفاده همزمان از کاشت و سمعک تاکید دارند. مطالعات اخیر مدارک قابل ملاحظه اي ارائه کرده اند که توانايي شنیدن اکوستیکي حتي با وجود محدودیت فرکانسي میتواند سبب افزایش موثر در درک شنیداري به وسیله ي کاشت شود. با پیشرفت تکنولوژي و بهبود پردازش امکان دارد که کاشت درکودکان و بزرگسالان سبب درک بهتري ازصداهاي موسیقي شود.

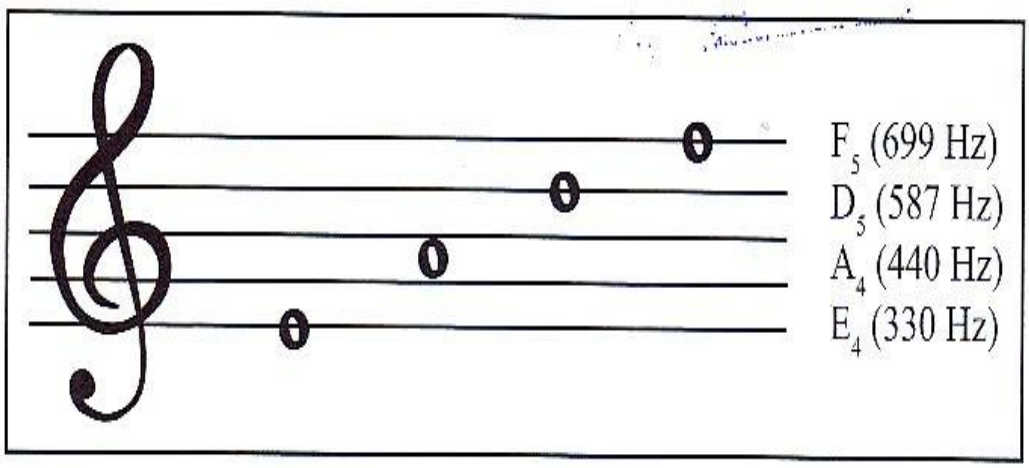
فصل دوازدهم

موسيقي براي اديولوژيست :

اديولوژيست ابزار زيادي براي فهم و آناليز موسيقي در اختيار دارد. در بعضي شرايط هرگونه محدوديت ميتواند ناشي از نقص كاربرد مفاهيم و يا فقط كمبود ترمينولوژي باشد . نت هاي موسيقي در برابر فركانس يكي از اين حوزه ها است.

حروف و فركانس:

موسيقي دان ها از حروف A, B, C براي نشان دادن فركانس استفاده مي كنند در حالي كه اديولوژيست ها از اعداد ۴۴۰، ۴۶۶ و ۵۲۴ هرتز استفاده مي كنند . نت A دارای فركانس پايه ي A می باشد اما بسته به نوع آلت موسيقی می تواند محدوده ي هارمونيک فركانس هاي بالاتر را ،كه از لحاظ ميزان شدت تعريف شده اند ، نيز در بر گيرد . به طور مشابه نت خاص آهنگ (يا واكه) در ۴۴۰ هرتز، اين واقعيت كه ساختار هارمونيک قوي در فركانس هاي بالا رخ مي دهد را انكار مي كند . با تقبل اين محدوديت ها، نماد سازي مورد قبول به اين شكل می باشد A[۴۴۰ HZ] يا ساده تر A[۴۴۰]. اين بدان معني است كه A در فضاي ثانويه از شكاف سه ضلعي (SECOND SPACE OF THE TREBLE CLEFT) فركانس پايه ي ۴۴۰ هرتز دارد. بعضي از نت ها با فركانس هايشان در شكل ۱-۱۲ نشان داده شده است.



راحتي اين حروف موزيكال اين است كه اكتاو ها همان نماد گذاري حروف را دارند . با دو برابر شدن مقدار فركانس در يک اكتاو بالاتر، ۸۸۰ هرتز يک اكتاو بالاي ۴۴۰ هرتز مي شود.

حروف و شدت ها:

تفاوت نمادگذاري ديگر بين موسيقي و اديولوژي تعيين بلندي و محدوده ي شدت واقعي است . موسيقي دان ها از اصطلاحاتی از قبیل FORTE یا PIAN ISSIMO استفاده میکنند در حالي كه اديولوژيست ها از سطح شدت نت همچون ۴۵ دسي بل يا ۱۰۵ دسي بل استفاده مي كنند. علي رغم اينكه استفاده از دسي بل، براي اندازه گيري بلندي صدا صحيح تر است اما هردو بكار برده می شوند . البته FORTE يا

PIAN ISSIMO اشاره به بلندي دارد نه شدت . موسيقي دانها در نقاط مختلف جهان ميتوانند به راحتي يک متن نت را همچون Mezzo forteيا MF با شدت يكسان بنوازند چون اساس آنها يكسان است.

جدول ۱-۱۲ ارتباط تقريبي بين تعدادي از ابزار آلات موسيقي و نوع بيان سطح شدت را متناسب با محدوده ي شدت، نشان داده است.

Table 12–1. The approximate relationship between a musician's loudness judgment and the physical intensity measured in decibels (SPL)

Loudness Level	*Intensity (dB SPL)*
ppp	30–50
pp	45–55
p	50–60
mf	55–75
f	70–80
ff	80–90
fff	90–110

يک جزء اكوستيكي :

مانند تمام لوله ها و تيوب ها، ابزارالات موسيقي نيز از لحاظ آكوستيكي رفتار رزونانسي دارند . رزوناتور ساختاری (مثل تيوپ) است كه براي تقويت صدايي كه نزديک فركانس رزونانس است ، بكار مي رود. در بعضي شرايط فركانس رزونانس به وسيله تغييرات تيوب مانند افزايش طول تيوپ (مثل

شيپور) يا با پو شاندن سوراخ ها (مثل كلارنيت) مانند راههاي صوتي انسان عمل ميكند . اين رزوناتورها درسه گروه ۱/۴ و۱/۲ طول موج و رزونانس هلموهلتر طبقه بندي می شوند. جدول ۲-۱۲ بعضي از ابزارالات موسيقي را طبق رزوناتور ۱/۴و۱/۲ طول موج نشان می دهد.

Table 12–2. Examples of musical instruments that behave primarily as either a quarter wavelength or a half wavelength resonator

Quarter Wavelength Resonators	*Half Wavelength Resonators*
clarinet	saxophone
trumpet	oboe
trombone	guitar
tuba	violin
French horn	flute

رزوناتور ۱/۴ طول موج :

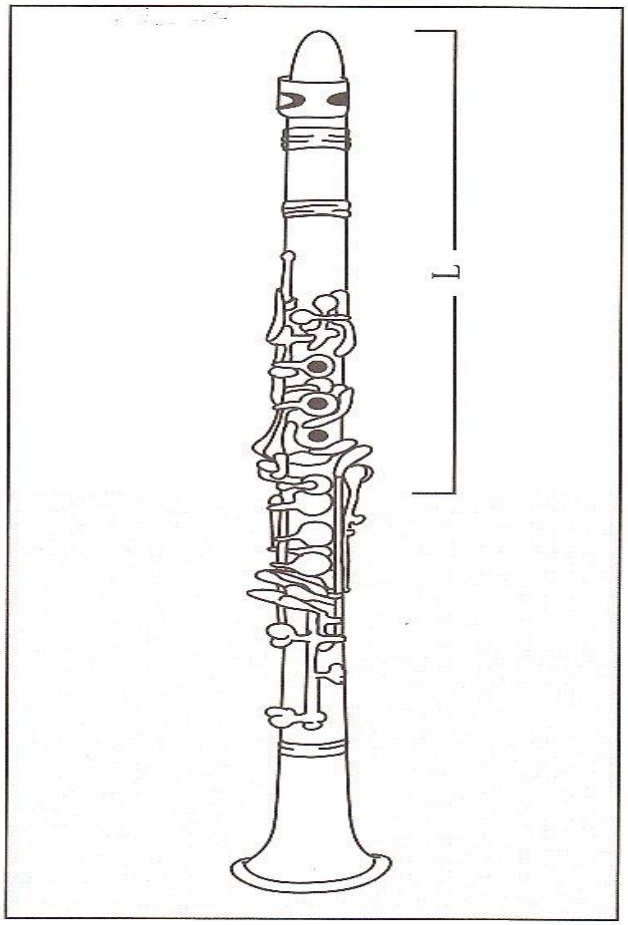
رزوناتور ۱/۴ طول موج زماني رخ مي دهد كه يک انتهاي لوله باز و انتهاي ديگر آن بسته باشد . اگر از يک طرف هوا جريان پيدا كند و زير آن به اندازه ي يک بند انگشت فاصله باشد، مي توان يک فركانس واحد را كه تنها بوسيله ي طول آن بدست مي آيد، شنيد . اگر كسي ريه هاي قوي داشته باشد، هنگام دميدن شديد، فركانس هاي اضافي كه دقيقا سه برابر فركانس قبلي است، توليد مي كند . اين ويژگي مهم رزوناتور ۱/۴ طول موج است كه سبب توليد رزونانس هاي متعدد فرد مي شود از اين رو غير از تون اصلي ساير هارمونيک هاي آن نيز شنيده مي شود . چنين حالتی را در سمعک پشت گوشي نيز مي بينيم : تيوب رسيور، هوک و تيوب قالب سبب توليد رزونانس ی در حدود يک كيلو هرتز مي شود . سمعک در انتهاي رسيور بسته و در انتهاي قالب باز است . همين امر سبب توليد رزوناتور ۱/۴ طول موج مي شود البته در سمعک رزوناتورهاي د يگری در ۳ و۵ كيلو نيز ديده مي شود . تا قبل از اواسط ۱۹۸۰ ، خروجی سمعک به طور معمول شامل كلاس A يا B بود كه رزونانس رسيور مكانيكي در ۲ كيلوهرتز ظاهر مي شد اما با ظهور كلاس D بيشتر رسيور ها رزونانسی در ۲۷۰۰ تا ۳۰۰۰ هرتز دارند .

فرمول رزوناتور ۱/۴ طول موج از طريق فرمول F=(۲k-۱)v/۴l محاسبه مي شود كه فركانس =F ، سرعت صدا =V ، طول لوله =L ، مد يا تعداد رزونانس =K است. (۱ - ۲k) نشان دهنده فركانس رزونانس در V/۴L به تنهايي نيست بلكه رزونانس در ۳V/۴L و ۵V/۴L را نيز نشان می دهد . بخصوص اگر K=۱ باشد پس ۲K-۱ برابر ۱ مي شود و به اين ترتيب روال ادامه دارد . اين فرمول همچنين در اكوستيک گفتار و شرح اينكه واكه (A) در Father ، جايي كه دهان در چين هاي دهاني بسته و در لب ها باز مي شود ، استفاده می گردد . الگوي رزونانسي (A) شامل رزونانس هاي متعددی مي باشد كه اولين آن در ۵۰۰ هرتز ايجاد مي شود . فركانس ۵۰۰ هرتز از طريق فرمول بالا و بر اساس اينكه طول راههاي صوتي در انسان ۱۷cm است ، قابل محاسبه است. رزونانس هاي بعدي نيز به ترتيب در ۱۵۰۰ و ۳۵۰۰ هرتز ديده مي شود .

شيپور و كلارينت در انتهاي لب بسته ودر انتهاي ديگر باز است و رفتاري شبيه لوله ۱/۴ طول موج را نشان مي دهند . به غير از فركانس پايه (۴۴۰)A ، ساير رزونانس ها در ۱۳۲۰(يعني ۳x۴۴۰) و ۲۲۰۰(۵x۴۴۰) ديده مي شوند . شكل ۱۲-۲ طول كلارينت را از دهان تا اولين سوراخ بدون پوشش نشان داده است. طول سوراخ بدون پوشش (باز) در اكوستيک رزونانس همكاري نمي كند .

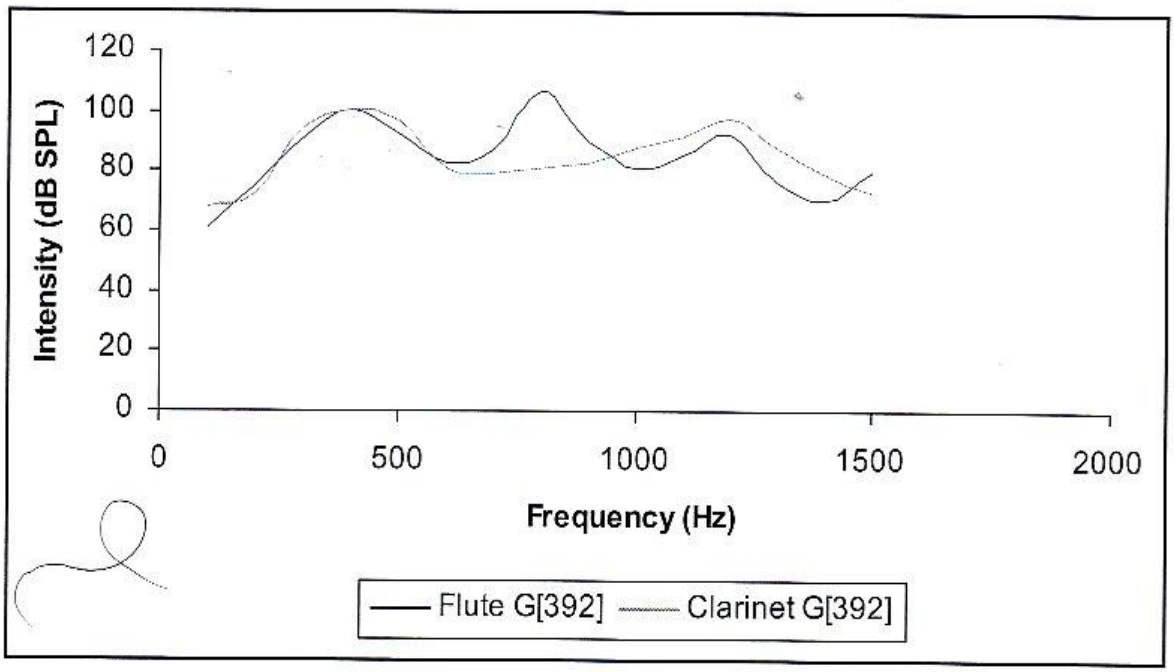
يک جنبه از داشتن چنين فركانس هاي پايه متعددی اين است كه هر اكتاو انرژي كمتري نسبت به رزونانس در اعداد صحيح فركانس پايه دارد (مثل ويولون). ساختار هارمونيک ، ضخامت كمتري براي رزونانس ۱/۴ طول موج نسبت به ۱/۲ طول موج دارد. جنبه ديگر رزوناتور ۱/۴ طول موج اين است كه (Register Key) دارد نه (Octave Key).

در كلارنيت ،Register Key فركانس نت را سه برابر فركانس پايه افزايش مي دهد كه اين از تمام رزوناتور هاي ۱/۴ طول موج توقع مي رود .هنگامی كه فرد نت ميانه C را در كلارنيت اجرا مي كند (۲۶۲ HZ) ، زمانی كه Register key را فشار مي دهد نسبت به high G (۷۸۴هرتز) تغيير مي يابد كه تقريبا برابر۲۶۲ است. ذاتا ۷۶۴ هرتز خود يک اكتاو نصف اكتاو بالاي ۲۶۲ هرتز است.



رزوناتور ۱/۲طول موج :

برخلاف رزوناتور ۱/۴طول موج، رزوناتور ۱/۲طول موج در لوله اي كه دو انتهاي آن باز يا بسته اند، رخ مي دهد. عملكرد فلوت مانند رزوناتور ۱/۲طول موج است كه در دو انتها باز است و ويلون وگيتار نيز بر پايه ي رزوناتور ۱/۲ طول موج است و دو انتهاي آن بسته است . در ابزارآلات زهي هم دو انتهاي سيم به طور محكم بسته است . فرمول رزوناتور ۱/۲طول موج f=k v /2l است ، كه در آن فركانس=F ، سرعت صدا =V ، طول لوله =L ، مد يا تعداد رزونانس =K مي باشد. در اين فرمول هارمونيک فركانس هاي بالاتر عددهاي صحيح متعدد از فركانس هاي اوليه يا پايه هستند . درابزارآلات با فركانس رزونانس ۱/۲ طول موج مثل فلوت و ويولون اولين رزونانس به ترتيب در بالاي (۲۶۲)c و يک اكتاو بالاتر در (۵۲۴)c رخ مي دهد. ابزارالات با رزوناتور ۱/۲طول موج مي تواند در جايي كه قرار است فركانس افزايش يابد Octave key داشته باشد. شكل ۳-۱۲ كلارنيت (۱/۴) و فلوت (۱/۲) را با اجزاي يک نت يكسان (۳۹۲) G نشان داده است .



ابزارالات مخروطي شكل رزوناتور ۱/۲ طول موج واقعي هستند :

شهنا و ساكسوفون در يک انتها باز و در انتهاي ديگر بسته اند اما چون مخروطي شكل هستند، رفتاري شبيه ابزارالات با رزوناتور ۱/۲طول موج دارند. شهنا و ساكسوفون هر دو Octave key هستند كه براي اجزاي دوبل فركانسي بكار مي رود . از يک جنبه تمام ابزارالات ۱/۲ طول موج ساختاري ضخيم تر از ۱/۴ طول موج دارند . در رزوناتور ۱/۲ طول موج، بين هر اكتاو دو نقطه انرژي در اكتاو ديده مي شود اين در حالي است كه براي ۱/۴ طول موج تنها يک نقطه ديده مي شود.

پاسخ هاي مكانيكال و وابسته به حجم :

به غيراز رزونانس هاي وابسته به طول موج (۱/۲ و ۱/۴) ، رفتارهاي ديگر موج را مي توان با توجه به دو انتهاي تيوب و طول تيوب نيز تعيين كرد . رزونانس هايي وجود دارد كه از حجم هوا يا مكانيک وسيله حاصل م ي شوند. اين رزونانس هاي غير طول موجي به طور اوليه در زير KHz ۲ ديده مي شوند اما به مقدار كم در فركانس هاي بالاتر نيز ديده مي شوند . اگر يک دياپازون را ابتدا به وسيله ی زانو و سپس تخته سياه به صدا در بياوريد، مشاهده می كنيد كه صدا در حالت دوم بلندتر می شود و اين به دليل رزونانسي است كه از سايز و نوع مواد استفاده شده در تخته ناشی می شود . اين رزونانس وابسته به حجم مواد در ابزارآلات موسيقی سبب افزايش شدت در فركانس هاي خاص در محدوده ي رزونانس مي شود. فلوت رزونانس مكانيكي در فركانس ۸۸۰ هرتز دارد كه نواختن اين نت به آرامی

بسيار دشوار است. موسيقي دانها اين قسمت از ابزارالات موسيقي را Fat گويند كه با تمرين و مهارت ميتوان آموخت كه چگونه اين رزونانس را در محدوده شدتي آن كنترل كرد.

ابزارآلات ضربي:

با زدن ضربه ناگهاني روی سطح يا زه اين ابزار ، صدا توليد مي شود كه بسته به اجزا، طبيعت و شكل وسيله ، صداي تونال خيلي بلند توليد مي شود و ويژگی اين ابزار اين است كه صداي باند پهن كه عمده انرژي آن در فركانس های بالا است، توليد مي كنند . در اين ابزار جنبه زمان حاكم است . زماني كه به آنها ضربه وارد می شود در زمان كوتاهي تغيير فشار ناگهاني وارد شده سبب ايجاد رزونانس ۱/۴ طول موج مي شود. از اين رو بعلت ايجاد صدا در زمان كوتاهی، عمده انرژي در فركانس بالا توليد مي شود چون انرژي فركانس پايين نمي تواند در زمان كوتاهي رخ دهد و به همين دليل است كه حروف انفجاري مثل (Click-Pops-Aspiration-Affrication) فركانس بالا هستند . البته اين بدان معني نيست كه طبل انرژي فركانس پايين ندارد بلكه به دليل داشتن سطح وحجم زياد رزونانس فركانس پايين نيز دارد.

خلاصه:

موسيقي دانها از رده بندي A تا G و اديولوژيست ها از فركانس استفاده مي كنند. نماد تركيبي A(۴۴۰) بدان معني است كه نت A فركانس۴۴۰ هرتز دارد. فركانس رزونانس يک آلت موسيقي به خصوصيات اكوستيكي و ذات آن بستگی دارد. رزوناتور ۱/۴ طول موج زماني رخ مي دهد كه يک انتهاي لوله باز و انتهاي ديگر آن بسته باشد مثل كلارينت و ابزارآلات بادي . برخلاف رزوناتور ۱/۴ طول موج ، رزوناتور ۱/۲ طول موج در لوله اي كه دو انتهاي آن باز يا دو انتهاي آن بسته باشد مثل ابزارالات زهي رخ مي دهد . اين ابزارالات رزونانس های متعدد فركانس بالا در فركانس پايه صحيح دارند و اولين رزونانس آنها در ۱/۲ اكتاو بالاتر از فركانس پايه رخ مي دهد و رزونانس ۱/۴ طول موج در ۳ برابر فركانس پايه رخ مي دهد. رزوناتور ۱/۲ طول موج، Octave key است، در حالي كه رزوناتور ۱/۴ طول موج، Register Key می باشد. شهنا و ساكسوفون در يک انتها باز و در انتهاي ديگر بسته اند اما چون مخروطی شكل هستند رفتاري شبيه ابزارآلات با رزوناتور ۱/۲ طول موج دارند. اين رزونانس وابسته به حجم مواد، كه سبب افزايش شدت در فركانس هاي خاص در محدوده ي رزونانس مي شود، در ابزارآلات موسيقی وجود دارد مثلا فلوت رزونانس مكانيكي درفركانس ۸۸۰ هرتز دارد كه ناحيه Fat ناميده می شود.

فصل سيزدهم

رويكرد عملكردي انسان در پيشگيري: داروينيسم شغلي

مقدمه:

تحقيقات نوروبيولوژيک در يک دهه اخير، مکانيزم هاي درک موسيقي، اجتماع حسي حرکتي، کنترل حرکات و اثرات زيان آوراسترس هاي تروماتيک را بررسي کرده اند (Vander kolk.۲۰۰۶). کاربرد اين دانش در پيشگيري و درمان کم شنوايي در موسيقي دانها مي باشد . اثر نويز بيش از حد بو شنوايي کاملا درک شده است و استراتژي هاي موجود براي کاهش در معرض قرارگيري صدا مثل محافظ هاي شنوايي يک تمرين بالیني استاندارد است. در اين فصل هدف بر اين است که تاحد ممکن يک مفهوم جديد به منظور پيشگيري از مشکلات وابسته به شغل ارائه شود.

الوستازيس و هنر:

بر خلاف بيشتر مشکلات سلامت شغلي، موضوع محافظت از شنوايي در بين موسيقي دانها يک مثال از وابستگي شنوايي به حرفه است که خود يک جزء از اصول پيشگيري است . اين مفهوم، ارتباط بين قرارگيري در معرض صدا و عملکرد موسيقي دان ، کلينيسين را با اين مشکل مواجه مي کند که نه تنها بايد خدمات بعد از آسيب را فراهم کند بلکه بايد مداخله براي مطلوب کردن اجراي فرد را نيز فراهم کند. ايده اصلي در اينجا به سطح در معرض قرار گيري مطلوب و امن براي موسيقي اشاره دارد . با اين وجود قالب کار جديد را Allostasis يا تغيير کاملا پايدار گويند ،که اين مسئله را که چگونه بدن و ذهن موسيقي دان موسيقي را پيش بيني کند و چگونه خود را با آن وفق دهد به ميان مي آورد (sapolesky.۲۲۰۴) . علاوه بر اين ، زماني که تقاضا بيشتر از توانايي فيزيولوژيکي باشد پاسخ استرس ايجاد مي شود ومنجر به Allostasis بيش از حد مي شو د. تقويت اجراي موسيقي، اغلب عملکرد اوايل کودکي و بزرگسالي را تسريع مي بخشد که اين يک تقابل مستقيم در کارگرهاي صنعتي که ۲۰ سال کار کرده اند مي باشد و تغييرات خيلي اندک بعد از اين مدت در آنها ديده مي شود.

بتهون و نقشه بدني:

اکتساب مهارت هاي حسي حرکتي و سايکو اکوستيک در اوايل زندگي (براي مثال يادگيري بتهون) ، باعث ايجاد يک شبکه ي عصبي اختصاص يافته و پيچيده مي شود که بطور فعالانه فرد را براي پيشرفت آموزشي از دانشجو به سمت استادي هدايت مي کند .اينها به اين معني است که استادان موسيقي حتي قبل از ورود به کار، در معرض صداهاي بلند و استرس هاي ارگونوميک هستند و ممکن است قبلا هم از کم شنوايي رنج برده باشند . يک آزمايش در کلينيک موسيقي کانادا گزارش کرده است که از هر ۱۰ موسيقي دان ۹ نفر اختلالات وابسته به کار مثل کم شنوايي داشته اند .از جنبه نوروبيولوژيک کم شنوايي در اين مرحله از زندگي، براي ترقي و پيشرفت در کار فاجعه انگيز است . علاوه بر اين، تغييرات نقشه ي بدني در مناطق مغزي کد گذاري مي شوند و پردازش هاي حسي حرکتي، احساسي و

سايكو اكوستيک را متاثر مي كنند (Blakeslee et al.۲۰۰۷).

خلاقيت و حلزون :

تغييرات اقتصادي اخير در حوزه ي هنر، صنعت توليد و سرگرمي در گروه هاي كوچک و بزرگ، منجر به شكل گيري قانون در اين حيطه شده است . دستمزد اعضاي اركست در شمال آمريكا و اروپا بسيار زياد است . با ورود تكنولوژي الكترونيک و انتشار سريع ويديو هاي سرگرمي ،سي دي و اينترنت، پردازش هاي مبتكرانه ي موسيقي و گسترش هنر موسيقي به نقاط مختلف جهان به طور چشمگيری افزايش يافته است .آموزش موسيقي در مدارس ،كلاس هاي خصوصي و در نهايت در دانشگاه ها و كالج ها آن ها را در معرض انواع خطر هاي محيطي قرار داده است .با اين وجود موسيقي در استوديو ،كلوپ ها و كنسرت ها با انواع خطرها همراه است . اگرچه تكنيک هاي پيچيده اي براي ارزيابي و درمان آسيب هاي حلزون وجود دارد ، اما خطري كه هنرمندان را تهديد مي كند از طريق ذات طبيعي و خلاقانه ي خود حلزون كنترل مي شود . اگر از وسايل محافظ شنوايي در مكان هاي مختلف مثل مدرسه و محل كار برای موسيقی دانها استفاده نشود، قرارگيري زياد در معرض نويز و استرس ها ي ارگونوميک افزايش مي يابد . اين محافظ ها از تغييرات مضر نوروپلاستيسيتي كه بر گرداندن آن بسيار مشكل است ، جلو گيري مي كند (Andereson.۲۰۰۵). در مدل هاي كلينيكال به منظور پيشگيری برای موسيقی دانها، يک ارزيابي كامل چند منظوره از مشكلات ماهيچه اي - اسكلتي ،اضطراب و ارزيابي شنوايي به عمل مي آيد .در تجارب باليني بسياري از متخصصان علم صدا و ابزار آلات موسيقي از اهميت اجراي استراتژي هاي پيشگيري و چگونگی به حداكث ر رساندن توانايي هاي عملكرد فرد آگاه و به اجراي اين طرح ها علاقه مند هستند.

اعوجاج و ديستونيا :

نوروتوكسيسيتي حاصله از آلوستاتيک بيش از حد در رشد شبكه ي عصبي شنوايي،حسي پيكري و احساسي موسيقي دان ها منجر به آسيب ميدان هاي عصبي دريافتي در پردازش هاي موسيقي مي شود (Alten moler.۲۰۰۶) .مشكلات سلامت شغلي ، درد عضله صورت ، اضطراب ، افسردگي ، عصب تحت فشار و اختلالات وابسته به استرس، بطور مستقيم منجر به قرار گرفتن در معرض هورمون هاي وابسته به استرس مثل كورتيزول مي شوند . اثر مخرب اعوجاج شنيداري و كاهش كنترل حسي حركتي در موسيقي دانها هر روزه بيشترمي شود .آسيب هاي روانشاختي در موسيقي دانها منجر به افسردگي و اعتياد مي شود . آموزش موسيقي و تجارت در موسيقي همانطور كه قبلا گفته شد يكي از داروينيسم هاي كاري است .پيشگيری ازآسيب به موسيقي دان در برگيرنده ي يک پروسه ي طولاني و مشكل از توانبخشي است كه اغلب به آن توجه نمي شود يا جايگزين مي شود . بسياري از اركسترهاي سمفوني در نقاط مختلف جهان در امور سلامت شغلي از قبيل محافظت موسيقي دانها از تروماهاي آكوستيک ، ارگونوميک و روان شناختي با كشمكش روبرو هستند . بعضي از متخصصان موسيقي شجاعانه از آسيب ها و پيامدهاي منفي برعملكرد كار و حرفه شان سخن گفته اند كه اين امرسبب افزايش آگاهي از مداخلات پيشگيري، در سطح جوامع هنري مي شود كه منجر به تغيير ديدگاه عامه شده است .

نورون ها آيينه اي براي كلينيسين هستند كه وضعيت آنها بيانگر وضعيت ذهني و بد نی هنرمند است و سپس با پروتكل درماني و اهداف پايه متحد، مي توانند نوروپلاستيسيتي را تغيير دهند (Doidge.۲۰۰۷).

تكامل و آموزش :

ارتباط بين صدا و احساس آن و نقش موسيقي در تكامل و اينكه چرا هزاران سال است كه انسان موسيقي مي نوازد به طور دقيق بررسي شده است (Leritin.۲۰۰۶۵). اين تحقيقات نقطه تحولي در درک اثرمضر نويز بر شنوايي وسلامت فرد مي باشد. ترشح دوپامين ازهسته ها و مناطق شكمي تگمنتال سبب واكنش خوش آيند فرد به پردازشهاي موسيقي در لوب فرونتال و تمپورال ، مناطق سوماتوسنسوري ،سيستم ليمبيک وشبكه هاي عصبي مخچه مي شود.

تلاشهاي آموزشي كه در دانشكده هاي موسيقي و آموزشگاه های هنرهاي زيبا انجام مي شود تا حدي مورد قبول اند كه احتمالا تنها راه حل در پيشرفت آم وزش ها مشاركت بيشتر در اين زمينه مي باشد . موسيقي دانهاي جوان نه تنها در معرض كم شنوايي ناشی از تمرينات موسيقي در خانه و مدرسه هستند، بلكه در معرض بمباران انواع وسايل چند رسانه اي دارای هدفون و بلندگو، درتمام شب و روز نيز می باشند.

ذات اعتياد آور موسيقي مشكل اصلی متخصصان سلامت است . برنامه محافظت از شنوايي به شدت بوسيله اطرافيان و مروجان تجارت موسيقي تحت تاثير قرار مي گيرد. سازمان هايي مثل HEAR و سازمان سلامت هنر كانادا از سازمان هايي هستند كه وظيفه بررسي عملكرد هنرمندان نسبت به موضوع كم شنوايي و ساير خطرات وابسته به هنر را به عهده دارند . اين سازمان ها از طريق انتشار اطلاعيه به سازمانهاي هنري مثل اركسترها، گروه هاي موسيقي كوچک و معلم ها در ايجاد شبكه های آموزشی ، نقش حياتي و مهمي دارند . نقش سازندگان ابزار الات موسيقي و صنعت سرگرمي اين است كه به اين برنامه هاي آموزشي ملحق شوند، اين برنامه ها به همكاري اجتماعات هنري و صندوق هاي مالي نياز دارند.

نقش حكومت و آژانس هاي ن ظارتي در پيشگيري از NIHL موضوع بسياري از گفتگوهاي علمي وسياسي مي باشد كه تلاش هاي مرسوم بيشتر به سمت برنامه هاي محافظت شنوايي سوق يافته اند نه كاهش قرارگيري در معرض نويز . كاهش قرارگيري در معرض نويز به دليل جنبه هاي اقتصادي اجتناب ناپذير است كه اين تغييرات قانوني در تنظيم ميزان نويز بطورهدفمند از جانب اقتصادهاي قوي با ممانعت روبه رو می شوند ، كه چنين چيزي در هنر توليد و صنعت سرگرمي حكم فرما است .دوره هاي جامع سلامت و امنيت شغلي براي دانشجويان موسيقي ، در كالج ها و دانشگاه ها اخيرا گسترش يافته است و خوشبختانه با اجباري كردن آن براي ارايه ي گواهي و بودجه در سطح موسسات به يک روند ادامه دار تبديل شده است .

مناسب بودن و بازخورد :

مفهوم موسيقي دان به عنوان يک قهرمان صوتي مخالف مفهوم استراتژي هاي پيشگيري است . امروزه تمايل به پذيرش مدل عملكردي انسان افزايش يافته است . در جهان حرفه اي موسيقی ، مزيت هاي مرتبط با جلوگيري از آسيب وايجاد عمكرد مطلوب اثبات شده است و وسايل محافظ شنوايي مانند قالب هاي داخل گوشي كاستوم را نمي توان از جنبه ي سلامت و مزيت براي عملكرد موسيقي دان ناديده گرفت در كل چنين وسايلي براي آنها مناسب است .واقعيت اين است كه تغييرات زيادي مثل بهبود رژيم غذايي، ورزش وسلامت، در سطح گسترده براي تغيير شيوه ي زندگي شروع شده است و اينها مي توانند شروعي براي موسيقي دانها ي جوان باشند . با اين وجود در سطح موسسات و صنعت، اين معيارها و ارزشها برای ترفيع سلامت با شكست مو اجه شده اند . تحقيقات نوروبيولوژيک اخير نشان داده اند كه آموزش های ذهني از طريق تكنيک هاي درماني خلاقانه مانند نوروفيدبک و بيوفيدبک مي توانند تغيير كنند كه بسياري از اساتيد اين حوزه، مزيت حاصل از اين نوع درمان را روی سلامت و اثرات مثبت آن بر شغل و حرفه شان را بيان كرده اند. تمرينات يوگا، تاي چي، پيليت و مديتيشن از تكنيک هاي كاهش استرس حاصل از تمرينات قديمي آسياي شرقي اند . متاسفانه آموزش پزشكان و پرستاران در حوزه سلامت و امنيت شغلي ضعيف است . هزينه هاي موجود در درمان بيماري هاي پرهزينه سبب ايجاد صندوق مالي مراقبت سلامت شده است كه بحران موجود براي دسترسي به سرويس هاي لازم پزشكي را تا حدودی كم كرده است . برنامه هاي پيشگيري و ترفيع سلامت به طور گسترده توسط آژانس هاي حكومتي ناديده گرفته مي شود كه تنها راه حل آن، افزايش فشار بر متخصصان سلامت است كه از چگونگی آموزش ومداخله بموقع با هزينه مناسب مطلع اند . رشد كلينيک هاي پزشكي هنر درشمال امريكا و اروپا فرصتی براي متخصصان سلامت مهيا كرده است كه مشكلات سلامت در هنر،توليد و صنعت سرگرمي را با ديد خوش بينانه پيگيري كنند.

خلاصه:

تاريخچه طبيعي قراگيري در معرض صدا در موسيقي د انها در اوايل زندگي ، اغلب موازي با رشد گفتار و زبان است. تقويت مهارت عملكردي موسيقي اغلب عملكرد فرد را دراوايل كودكي و بزرگسالي تسريع مي بخشد كه اين يک تقابل مستقيم در كارگرهاي صنعتي كه ۲۰ سال سابقه كار دارند، مي باشد و تغيرات خيلي اندک بعد از اين مدت د يده مي شود. اين يافته ها بيانگر اين هستند كه استادان موسيقي حتي قبل از ورود به كار در معرض صداي زياد و استرس هاي ارگونوميک هستند و ممكن است قبلا هم از كم شنوايي رنج برده باشند . درارزيابی های كلينيكال يک ارزيابي كامل چند منظوره از مشكلات ماهيچه اي - اسكلتي ،اضطراب و شنوايي به منظور پيشگيري ، در موسيقي دان ها به عمل مي آيد . حوزه پزشكي هنر درمراحل ابتدايی می باشد و مشكلات شنوايي در موسيقي دانها مقدم بر مشكلات سلامت آنهاست . استراتژي هاي كاربردي مداخله درمدل هاي پيشگيري، نقش مهمي در شناسايي و پيشگيري مشكلات سلامت در اين افراد داشته است.

فصل چهاردهم

تست هاي عملكردي شنوايي براي موسيقي دانها : روش پروب تون

بررسی ارتباط بین پیامد هاي شنوايي در جهان واقعي و آستانه شنوايي بدست آمده به وسيله اديومتري پروب تون ، بيان کننده ی يک رابطه ضعيف است (davis ۱۹۴۷.hirsch۱۹۵۲) . اين واقعيت، مشکلات فيتينگ سمعک را درافرادي که روزانه ازآن استفاده مي کنند ،نشان مي دهد . در کمتر از يک دهه گذشته تست هاي شنوايي عملکردي نقايص ارزيابي را کاهش داده اند . در کل اين تست ها يک ارزيابي واقعي از جنبه واقعي شنوايي (يعني درک گفتار) و در شرايط نويزي به عمل مي آورند .مثالي از اين تست ها شامل SPIN-R & HINT مي باشد. رويکرد هردو تست شامل تکرار کلمات در حضور نويز زمينه است . صحت شناسايي کلمات بر پايه توانايی تمايز افراد در قضاوت بر پايه اديومتري پروب تون به تنهايي است (PICHORA-FULLLER Et al ۱۹۹۵) . آستانه شنوايي بدست آمده به وسيله اديومتري پروب تون ممکن است براي شناسايي پيامد هاي کاهش شنوايي در جهان واقعي کافي نباشد . اگرچه احتمالا جنبه عملکردي شنوايي را مي توان با بررسي هاي غير رسمي در طول فيتينگ سمعک بدست آورد اما بررسی به تربا تست هاي رسمي مخصوص حاصل خواهد شد . مزيت تست هاي رسمي ،بخصوص زماني که با تئوري هاي ضعيف يا عدم شواهد کافي براي سود حاصل از سمعک در موسيقي مواجه هستيم ،به طور بالقوه اي بيشتر است (Cashin &russo ۲۰۰۴). در کل نياز به رشد تست هاي عملکردي در موسيقي دانه ا ديده مي شود . از اين رو از اين تست ها مي توان بعنوان پروتکل فيتينگ و تهيه روشهاي غير رسمي استفاده کرد.

چه چيزي واقعا شنوايي عملکردي را در موسيقي دانها شکل مي دهد:

تعريف شنوايي عملکردي در موسيقي دانها اين است که سيستم شنوايي فرد را در توليد موسيقي حمايت کند از اين رو ارزيابي شنوايي عملکردي بستگي به نوع موسيقي اجرايي دارد .براي مثال موسيقي دانهايي که در گروه چند نفره کار مي کنند (مثل ارکسترچهار نفره مرکب از سازهاي زهي)، اين توانايي را دارند که حين اجرای زنده خود را پايش کنند . دراجراي موسيقي با ابزارهايي که زير و بمي آنها تغيير مي کند (مثل ويولن) فرد قادر است تغييرات ملايم را در شنوايي بشنود . موسيقي دانهايي که با ابزارالاتی مثل دايره سروکار دارند بايد عمده طيف موزيک را بشنوند. اينها تنها مشکلات کار نيستند بلکه ظرفيت شنوايي فرد، منابع شناختي اجرا کننده را تحت تاثير قرار مي دهد. همين منابع شناختي مي توانند ارتباط با حضار و بيان اجرا کننده را تعيين کنند از اين رو صرف نظراز مشکلات اجرايي خاص در موسيقي دانها ،يک جنبه از شنوايي عملکردي ، حساسيت به آهنگ صدا است . آهنگ صدا به ترتيب سازمان بندي و زير و بمي تون ها يا نت هاي کليدي يک قطعه اشاره دارد . در موسيقي وسترن اين ترتيب سازمان بندي بوسيله ۴ سطح پايدار شرح داده مي شود. بيشترين پايداري براي تون آهنگين (do) مي باشد که در پي تون غيرآهنگين سه تايي (mi-so) يا در پي تون غير سه تايي (re-fa-la-ti) ويا در نهايت در پی تون هاي بدون مقياس مي آيد. اگرچه اين سلسله مراتب درموسيقي کلاسيک بيشتر نمود پيدا می کند اما در تمام موسيقي هاي غربي مثل فولک، پاپ، کانتري و پانک يافت مي شوند . در طول اين الگوهاي متفاوت، زير و بمي پايداربيشتر در ابتدا و انتهاي قطعه رخ مي دهد . يک جنبه مهم ديگر

در اجراي موسيقي، تعيين كيفيت تون است (smith ۲۰۰۳) ، پروسه تفسير سازمان دهي تون براي موسيقي شامل ابتكار و يا تكرار مديولشن بين كليه واژه ها مي باشد.

روش پروب تون :

روش پروب تون براي تعيين كيفيت سايكولوژيكال استفاده مي شود (krumhansl Et al. ۱۹۷۹) در اين روش شنونده به يک سري از تون ها كه در پي تون جستجو گر مي آيند، پاسخ مي دهد . درمترياال جداگانه، تون جستجوگر از گام هاي تصادفي تشخيص داده مي شود و از شنونده خواسته مي شود كه پروب تون را از لحاظ تناسب در يكی از ۷ مقياس از (خيلي ضعيف) تا (خيلي خوب) رده بندي كند. سپس اين رده بندي با پروفايل استاندارد مقايسه مي شود .اين مقايسه، پايه و اساس تست عملكردي براي شنوايي در موسيقي دانها مي باشد.

پروفايل هاي استاندارد از ميانگين درجه بندي پروب تون درشرايط معين بدست مي آيد (krumhansal et al.۱۹۸۲). اين استانداردها با توصيفات تئوريک، پايداري آهنگ صدا و الگوهاي تخمين كيفيت صدا مطابقت دارند ، كه در اين استانداردها از قدرت ارتباطي بين درجه بندي پروب تون در شنونده ها و پروفايل هاي استاندارد براي بازتاب حساسيت شنونده به كيفيت صدا در شرايط شنيداري خاص استفاده مي شود. محققان شناختي موسيقي از روش پروب تون براي مطالعه ي تغييرپذيري در حساسيت كيفيت تون وابسته به سن، محدوده فركانسي و كيفيت ويژه صدا استفاده مي كنند. تقريباً تمام شنونده ها با شنوايي نرمال حساسيت خوبي به زير و بمي دارند كه اشاره به توالي ارائه شده تحت شرايط ايده ال د ارد. آشفتگي هاي ظريف در ساختارهاي زماني مي تواند منجر به كاهش قابل توجه حساسيت توالي آهنگ شود كه اين خود باعث كاهش امتيازفرد مي شود (cuddy et al ۲۰۰۷). اين آشفتگي تون در ابزارآلات زهي به طور ذاتی به دليل انحراف الاستيسيتي توليد مي شوند همچنين آشفتگي هاي م شابه ممكن است به وسيله سيستم شنيداري آسيب ديده يا خود سمعک ايجاد شود (Schneider et al.۲۰۰۱) .

چگونه شنوايي عملكردي را در موسيقي دان ها ارزيابي كنيم :

به منظور اجراي تست پيشنهادي در كلينيک شنوايي، نرم افزار MIDI اين اجازه را به ما مي دهد كه ملودي ها را كد گذاري يا باز توليد كنيم كه برنامه هاي نرم افزاري براي اين قابليت در دسترس مي باشد. تست بايد در قطعه هايي از آزمون اجرا شود كه هربلاک شامل شكل خاصي از آهنگ سمعک باشد و قطعه بازتوليد بايد داراي خصوصيات ابزار توليد ي باشد تا بتواند تون هايي را توليد كند كه مطابق با خصوصيات اصلي سمعک فرد باشد . سطح بازنواخت مطلوب بايد آنچنان تنظيم شود كه تون هاي تست معادل آستانه ي بدون سمعک شوند (تون در آستانه ي بدون سمعک ارائه مي شود تا حدي كه

شرايط شنيداري فرد را به چالش بكشد . در اين تست موسيقي دان مسئول اجرا نيست از اين رو قادر است منابع بيشتري نسبت به شرايط اجرايي در اختيار داشته باشد) .

هر قطعه شامل دوازده آزمون است كه شامل يک نمايش از تمام گام هاي تصادفي است وهرتريال شامل كليدهاي مشخص از مفاهيم ملودي (do-mi-do-so) است كه در پي يک ثانيه از پروب تن مي آيد . مدلي از متريال هاي پروپ تن در شكل ۱۴-۱ و ۲ نشان داده شده است.

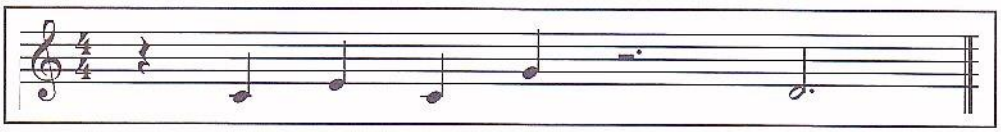


Figure 14–1. In this example of a probe tone trial, the key-defining context (do-mi-do-so) is followed by a probe tone (re) that fits reasonably well (i.e., a nontriadic scale tone).

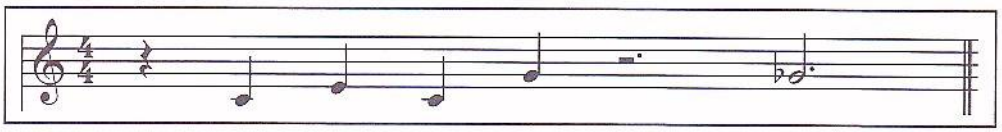


Figure 14–2. In this example of a probe tone trial, the key-defining context (do-mi-do-so) is followed by a probe tone (so-flat) that does not fit well (i.e., a nonscale tone).

تفسير نتايج :

درامتياز بهبود يافته براي قطعه هاي خاص بين پروفايل استاندارد و درجه بندي شده ارتباط وجود دارد (درجه بندي استاندارد شده براي مد اصلي است و ممكن است براي مقياس اصلي طراحي شده باشد، براي مثال درجه بندي استاندارد شده براي G در G-MAJOR ممكن است معادل درجه بندي C در C-MAJOR (۶/۳۵) باشد) امتياز بهبود يافته بالاتر، بيانگر حساسيت بيشتر به كيفيت تون است . حداقل امتياز بهبود يافته برابر ۱- و حداكثر ۱+ است. امتياز ريكاوري قابل قبول براي موسيقي دان ها بايد ۰/۶ و بيشتر باشد، براي مثال امتياز بهبود يافته در جدول ۱۴-۱ به ترتيب براي آهنگ اول و دوم برابر ۰/۵۷ و ۰/۸۹ مي باشد .

Table 14–1. An example worksheet for a functional test of hearing for musicians based on the probe tone method

Client: Miles Davis

Playback instrument: Trumpet

Key/Tonic (do): C Major / C3

Hearing Aid Setting I: Parameter A: XX, Parameter B: XX, Parameter C: XX

Hearing Aid Setting II: Parameter A: XX, Parameter B: XX, Parameter C: XX

Scale Step	*Ratings First Setting*	*Ratings Second Setting*	*Standardized Profile*
C	5	7	6.35
C#	4	2	2.23
D	4	4	3.48
D#	3	3	2.33
E	3	5	4.38
F	3	4	4.09
F#	3	2	2.52
G	4	4	5.19
G#	3	2	2.39
A	3	5	3.66
A#	2	3	2.29
B	1	3	2.88
Recovery	**.57**	**.89**	

علاوه بر اين، به وسيله ي بررسي الگوي درجه بندي پروب تون اطلاعات بيشتري حاصل مي شود . در اين مثال سطح تمايز در درجه ي پايداري بين تون ها براي آهنگ اول در شرايط كاملاً ضعيف اثر قوي روي زير وبمي آهنگ مجاور مي گذارد. الگوي مشابه درجه بندي تون نيز از درجه بندي تون خالص يا تون هاي موسيقي پيچيده ارائه شده تحت شرايط اكوستيكي خاص به دست مي آيد (Cuddy et al ٢٠٠٧،).

مواد آزمون و توصيه هايي براي نحوه بررسي :

فايل هاي محرک (MIDI-WAVE-MP٣)، كليدهاي پاسخ و آموزش اضافي براي محقق در سايت WWW.RYERSON.COM وجود دارد . همانطور كه در بالا ذكر شده است مزيت MIDI در شخصي سازي است . با اين وجود WAVE و mp٣ يا هر وسيله ي مديا‌پلير براي بررسي شنوايي عملكردي قابل استفاده می باشد . اگر نوازنده تک نوازنباشد بهتراست كه اجرا در نويز زمينه صورتي انجام شود از اين رو پوش طيفي نويز صورتي با طيف طولاني مدت موسيقي قابل مقايسه استو ممكن

است به اجراي موسيقي دان كمک كند. صرف نظر از دستكاري هاي صورت گرفته در نويز صورتي ، خطاي اندازه گيري به وسيله ي قطعه هاي چندگانه و فراهم كردن تريال هاي تمرين در پيش بيني هر قطعه مي تواند كاهش يابد.

قدمي رو به جلو: فرمولي كردن آزمون هاي پيشنهادي و گسترش ساير آزمون هاي مرتبط

يک جنبه ي مهم از گسترش آزمون هاي عملكردي شنوايي براي گفتار پروسه ي استانداردسازي است كه در گسترش آزمون هاي عملكردي شنوايي براي موسيقي دانها در سطوح مشابه يک هدف ايده آل مي باشد.

اول، نياز به اثبات سايكومتريک معادل در طول قطعه هاي مختلف (مثل ترتيب پروب تون) در آزمون هاي يكسان مي باشد.

موضوع اول ممكن است شامل اهداف متعددی باشد:

(ا) اطمينان از اينكه آزمون ها از لحاظ ساختاری يكسان اند.

(۲) مطمئن شدن از اينكه قطعه هاي مختلف از لحاظ واريانس يكسان اند.

(۳) مطمئن شدن از اينكه آزمون در قطعه هاي متعدد در شرايط يكسان قابل اعتماد است (يعني ابزارآلات و شرايط كار يكسان باشد.)

علاوه بر موارد بالا بايد يک نورم مطمئن براي مقايسه ي افراد با جمعيت های خاص وجود داشته باشد . در نهايت كيفيت تون، يک جنبه از شنوايي عملكردي در موسيقي دان ها است اگرچه در بس ياري از انواع موسيقي اين امر مهيا شده است. گسترش ساير آزمون هاي عملكردي كه مهارت شنوايي لازم براي اجراي موفق در انواع موسيقي هاي خاص را اندازه گيري مي كند نيز مفيد است (مثل آزمون هاي تكيه يا آهنگ براي خواننده).

خلاصه:

يک قالب كار براي تهيه ي آزمون عملكودي شنوايي براي موسيقي دان تهيه شده است كه در اين آزمون حساسيت نسبت به تون اندازه گيري مي شود ، كه به طور ذاتي اجراي پايه اي بيشتر موسيقي هايی كه امروزه در دسترس هستند را شامل ميشود . قالب كار را مي توان متناسب با نياز فرد اجراكننده به كار برد. اگرچه آزمون عملكردي يک پروسه ي استاندارد شده نيست، اما به نظر می رسد كه می توان براي مقايسه ي شنوايي عملكردي افراد با سمعک هاي متفاوت در موقعيت های مختلف از آن استفاده كرد.