

مقدمه

در فعالیت بالینی مربوط به تجویز سمعک، مسئله‌ای حیاتی که همواره دغدغه‌ی اصلی تمامی متخصصان بوده و می‌باشد، رضایت تمام و کمال مراجع از سمعک تجویزی است؛ اما سوالی که مطرح می‌گردد این است: چه زمانی این رضایت در مراجع ایجاد خواهد شد؟ شاید پاسخ بسیاری از متخصصین، راستی‌آزمایی تجویز صورت گرفته باشد.

به عنوان عملی که می‌بایست پیش از راستی‌آزمایی تارگت‌های تجویزی صورت پذیرد، می‌توان به استفاده از روش‌های تجویز بهره قابل اعتماد، به عنوان نقطه شروعی مناسب اشاره نمود. زمانی که راستی‌آزمایی برای روش تجویزی تاییدشده‌ای صورت می‌پذیرد، هماهنگی مناسبی در تجویز سمعک میان شنودپذیری^۱، فهم گفتار، کیفیت صدا، راحتی و دیگر فاکتورها برای مراجع، ایجاد می‌شود. با این وجود، شاید این عمل به عنوان نقطه پایانی برای بیشتر مراجعین حساب نگردد و نیاز به تنظیم بهره وجود داشته باشد.

تمامی ما متخصصان، موارد سمعک‌های تجویز شده‌ای را در کلینیک دیده‌ایم که در آن، تجویز سمعک مراجعین، بدون انجام راستی‌آزمایی گوش واقعی و تنها با استناد به نظرات مراجعین انجام می‌شود و در نهایت بهره بسیار کم و نامناسب بر سمعک اعمال خواهد شد. برای مثال، یکی از مراجعین که از سمعک استفاده می‌نمود و بر حسب اتفاق شنوایی شناس نیز بود، سمعک جدیدی را برای خود تنها به شیوه‌ی گوش دادن به صدای آن تنظیم نموده بود. پس از موافقت او و انجام ارزیابی‌های گوش واقعی، مشخص شد که سمعک را به شکلی برای خود تنظیم نموده که با رزونانس کانال گوش او همخوانی داشته باشد و در این حالت سمعک او برای فرکانس‌های بالای ۱۵۰۰ هرتز، هیچ‌گونه بهره‌ای را ارائه نمی‌نمود.

اگرچه می‌توان از ارزیابی‌های رفتاری جهت اطمینان از تنظیم سمعک و راستی‌آزمایی استفاده نمود اما این آزمون‌ها، آزمون‌های اصلی راستی‌آزمایی در نظر گرفته نمی‌شوند و از نوع آزمون‌های تکمیلی بوده و به یقین نمی‌توان از آنها به عنوان جایگزینی برای ارزیابی عینی^۱ خروجی سمعک در کانال گوش بهره برد. فهم این مسئله که تجویز بهره نهایتاً بر اساس سطح مطلوب سیگنال تقویت شده در کانال گوش و نه بر اساس اندازه‌گیری‌های کوپلر ۲ سی‌سی، اندازه‌گیری‌ها بر روی KEMAR، و یا شبیه‌سازی بر اساس نرم‌افزار کامپیوتری صورت می‌گیرد، انجام اندازه‌گیری‌های پروب میکروفون را به عنوان جزئی از راستی‌آزمایی تجویز بهره ضروری می‌سازد.

توضیح پروسه راستی‌آزمایی پروب میکروفون، نخستین مسئله مورد بحث در این فصل می‌باشد. اهمیت این اندازه‌گیری‌ها را می‌توان در هر گایدلاینی که حداقل طی بیست سال اخیر به چاپ رسیده باشند، یافت. در گزارشی توسط مولر (۲۰۰۶)، عنوان شد که ۷۸ درصد از شنوایی‌شناسان به صورت معمول از رویکرد تجویزی استاندارد (مانند NAL و یا DSL) بهره می‌برند. با این وجود مشخص شد که تنها ۴۴ درصد از این متخصصین به صورت روتین از اندازه‌گیری‌های پروب میکروفون استفاده می‌نمایند. سوال اصلی اینجاست که ۵۶ درصد باقیمانده چطور متوجه می‌شوند که میزان بهره‌ای که توسط سمعک ارائه می‌شود برای فرد مناسب و یا نامناسب می‌باشد؟(۱)

در گزارش مشابه دیگری، مولر و پیکو (۲۰۱۰) مجدداً وجود تفاوت‌ها را برای این دو مسئله عنوان نمودند. در نمونه آنها، ۷۹ درصد از شنوایی‌شناسان گزارش نمودند که از رویکردهای تجویزی تایید شده استفاده می‌نمایند و تنها ۵۹ درصد از این افراد به طور روتین، از راستی‌آزمایی پروب میکروفون استفاده می‌نمودند. در یافته‌ی دیگری در همین مقاله، متخصصینی عنوان نموده بودند که به صورت همزمان از پروتکل‌های تجویزی تایید شده و راستی‌آزمایی به شیوه‌ی اندازه‌گیری گوش واقعی استفاده می‌نمایند، تنها

۳۷ درصد از آنان عنوان نموده بودند که هدف اولیه استفاده از آزمون‌های پروب میکروفون، تایید تارگت‌های تجویزی می‌باشد. (۲)

گوش واقعی^۱ = پروب میکروفون^۲ = نقشه برداری گفتاری^۳

چندین واژه مختلف و مورد استفاده توسط متخصصین وجود دارند که تمامی آنها به صورت مشابه، بر عمل قرار دادن تیوب در کانال گوش و اندازه‌گیری خروجی سمعک در گوش واقعی دلالت دارند. نخستین واژه‌ای که برای این پروسه استفاده می‌شده است، اندازه‌گیری *in situ* به معنی **در محل**^۴ بود که واژه‌ای منطقی برای این عمل به نظر می‌رسید؛ زیرا بر اندازه‌گیری خروجی سمعک به همان شیوه‌ای که از آن استفاده می‌شود، اشاره داشت. برای عرضه محصولات اندازه‌گیری گوش واقعی به بازار، نیاز بود تا به صورتی مسئله‌ی انجام این اندازه‌گیری‌ها درون گوش واقعی و نه درون کوپلر ابراز گردد. استفاده از واژه‌ی *in situ* برای بیشتر شنوایی شناسان قابل لمس نبود، بنابراین از واژه‌ی ملموس‌تر اندازه‌گیری‌های گوش واقعی^۵ جهت اشاره به این نوع اندازه‌گیری به خصوص استفاده شد. امروزه برای اشاره به این نوع اندازه‌گیری، به صورت اختصاری توسط بیشتر شنوایی شناسان و شرکت‌ها، از واژه‌ی REM که مخفف اندازه‌گیری‌های گوش واقعی می‌باشد، استفاده می‌گردد.

گرچه در بیست سال ابتدایی ارزیابی‌های پروب میکروفون، عمدتاً از محرکات صوت خالص جاروبی^۶ و یا نویزهای ترکیبی استفاده می‌شد، اما در دهه گذشته، به صورت روتین، از سیگنال‌های شبه گفتاری و یا ورودی‌های گفتار واقعی بهره برده می‌شود. استفاده از این سیگنال‌ها در ترکیب با نمایش محدوده پویایی^۷ مراجع در واحد SPL، شنوایی شناسان را ترغیب نموده است که به این تست لقب نقشه برداری گفتاری

1 Real ear
2 Probe microphone
3 Speech mapping
4 In place
5 Real ear measurements
6 Sweaped pure tone
7 Dynamic range

دهند. این واژه برای نخستین بار در اوایل دهه ۱۹۹۰، زمانی که بیل کول و همکاران او، این ویژگی را معرفی نمودند و از آن به اسم تجاری Speechmap در دستگاه اندازه‌گیری کوپلر/ پروب میکروفون Audioscan نام بردند، رواج پیدا نمود. این دستگاه از سیگنال شکل داده شده گفتاری استفاده نمی‌نمود و از سیگنال‌های تون پیپ/ تون برست استفاده می‌نمود که سطوح فرکانسی آنها، منعکس‌کننده‌ی سطوح طیف طولانی مدت میانگین گفتاری^۱ بود. امروزه بیشتر شنوایی‌شناسان از سیگنال ورودی گفتار شکل داده شده/ شبه گفتار استفاده می‌نمایند و در این حالت اگر از سطوح شدت ورودی متفاوتی استفاده و باقیمانده شنوایی مراجع نیز بر روی نمودار نشان داده شود، آنگاه این عمل را نقشه‌برداری گفتاری می‌نامند. در این حالت، اگر این نمودار برای سطوح ورودی متفاوتی رسم نشود، آنگاه نمی‌توان این اندازه‌گیری را نقشه‌برداری گفتاری نامید. از طرفی نمی‌توان بدون استفاده از دستگاه اندازه‌گیری گوش واقعی، نقشه‌برداری گفتاری را انجام داد؛ بنابراین اطلاق نام نقشه‌برداری گفتاری به ارزیابی‌های گوش واقعی منطقی به نظر می‌آید.

کدام یک از سه واژه‌ی ارائه شده در عنوان این بخش درست‌تر می‌باشند و باید به طور معمول از آن استفاده نمود؟ به نظر می‌آید واژه‌ی اندازه‌گیری‌های پروب میکروفون به چند دلیل انتخاب مناسب‌تری باشد. نخست، تست رفتاری را که برای راستی‌آزمایی سمعک استفاده می‌شود و آن را بهره عملکردی^۲ می‌نامند به خاطر بیاورید. این اندازه‌گیری‌ها، همان اندازه‌گیری‌های گوش واقعی از عملکرد سمعک می‌باشند. فرم‌هایی از طرف شرکت‌های بیمه و یا دولت وجود دارند که به صورت بسیار اختصاصی تعیین عملکرد سمعک با استفاده از اندازه‌گیری گوش واقعی را برای مراجع در حالتی که یک سمعک بر روی گوش و در حالتی که هر دو سمعک خود را بر روی گوش داشته باشد، درخواست می‌نمایند. منظور این فرم‌ها از این اندازه‌گیری در واقع همان تست سمعک در میدان صوتی باز می‌باشد.

1 Long-term average speech spectrum

2 Functional gain

بسیاری از متخصصین گمان می‌کنند که نقشه‌برداری گفتاری و اندازه‌گیری‌های پروب میکروفون دو عمل مجزای از یکدیگر می‌باشند. تست پروب میکروفون تقریباً همواره شامل نقشه‌برداری گفتاری می‌باشد؛ از طرفی نقشه‌برداری گفتاری تقریباً همواره به عنوان جزئی از ارزیابی‌های پروب میکروفون سمعک می‌باشد. این دو مسئله، مجزای از هم نمی‌باشند و کاملاً تایید کننده‌ی یکدیگر می‌باشند؛ بنابراین، ساده‌تر به نظر می‌رسد اگر تمام پروسه اندازه‌گیری به این روش را اندازه‌گیری‌های پروب میکروفون بنامیم، گرچه این اندازه‌گیری می‌تواند شامل نقشه‌برداری گفتاری نیز باشد؛ اما از طرف دیگر، برخی از تست‌ها را به دلیل عدم استفاده از محرک گفتاری نمی‌توان نقشه‌برداری گفتاری نامید. به عنوان مثال، آزمون‌های اندازه‌گیری حداکثر توان خروجی^۱ با استفاده از جاروب تن خالص و اندازه‌گیری اثر انسداد از این قبیل می‌باشند. برای این دست از اندازه‌گیری‌ها، بجای استفاده از نقشه‌برداری گفتاری، از اندازه‌گیری‌های پروب میکروفون استفاده می‌شود.

1 Maximum power output

دلایل عدم انجام اندازه‌گیری‌های مربوط به گوش واقعی توسط متخصصین

اگرچه اندازه‌گیری‌های مربوط به پروب میکروفون، از لحاظ درستی، قابل تکرار بودن، مبتنی بر شواهد بودن، اخلاقی بودن ثابت شده‌اند، اما تعداد کمی از متخصصین از این اندازه‌گیری‌ها، در کلینیک‌های خود جهت انجام ارزیابی‌های مختلف بهره می‌برند. در طی سالیان طولانی، دلایل بسیاری نسبت به چرایی عدم استفاده از این ارزیابی‌ها مطرح گشته‌اند؛ به علاوه این که مقالاتی با همین عنوان ارائه شده‌اند. (۲) در این قسمت می‌توانید چندین نمونه از این دلایل را ملاحظه نمایید.

▪ در دسترس نبودن دستگاه‌های اندازه‌گیری گوش واقعی

در دسترس نبودن دستگاه‌های اندازه‌گیری گوش واقعی از جمله دلایل عدم استفاده از این شیوه راستی‌آزمایی در روند تجویز سمعک می‌باشد. با توجه به سود سالیانه‌ی بالای حاصل از تجویز سمعک که در کلینیک‌های شنوایی‌شناسی انجام می‌گردد، خرید دستگاهی که می‌تواند موجب رضایت مراجع و سودمندی استفاده از سمعک برای او گردد، و نسبت به سود سالیانه هزینه کمی را به متخصص تحمیل می‌نماید، چندان غیرمنطقی به نظر نمی‌آید؛ به عبارت دیگر آیا یک شنوایی شناس می‌تواند بدون خرید یک ادیومتر کلینیک خود را دایر نماید؟ به عنوان ابزاری عالی، هر شنوایی‌شناسی که کار تجویز سمعک انجام می‌دهد باید دستگاه ارزیابی گوش واقعی را در کلینیک خود داشته باشد.

▪ عدم وجود زمان کافی

زمانی که سمعکی تجویز می‌گردد، چه میزان از هزینه‌ی دریافتی مربوط به خود سمعک و چه میزان از آن مربوط به خدمات ارائه شده می‌باشد؟ هر میزان که هزینه پرداختی مراجع برای خود سمعک‌ها زیاد باشد، اما باز هم سهم پرداختی قابل توجهی توسط مراجع جهت خدمات تخصصی‌ای صورت می‌گیرد که باید توسط شنوایی شناس مربوطه به او ارائه گردد. بهینه نمودن بهره‌ارائه شده توسط سمعک جهت فراهم نمودن سودمندی کافی برای مراجع و اطمینان از سودمندی و رضایت او، بخشی از این خدمات تخصصی

می‌باشد. این موضوع، هدف بسیاری از پروسه‌های تایید بهره و خروجی تجویزی است که از طریق راستی‌آزمایی به وسیله‌ی آزمون‌های پروب میکروفون صورت می‌گیرد؛ مانند متخصصان هر حوزه‌ای، نیاز است تا وقت کافی جهت انجام درست این مسئله صرف گردد.

■ معتبر نبودن با وجود تکنولوژی‌های امروزی

اگر چندین سال در حوزه‌ی تجویز سمعک مشغول به فعالیت بوده باشید، احتمالاً از متخصصین دیگر شنیده‌اید که با توجه به تکنولوژی موجود نمی‌توان اندازه‌گیری‌های گوش واقعی را به درستی انجام داد. از جمله مواردی را که این متخصصان عنوان می‌نمایند شامل: نمی‌توان اندازه‌گیری گوش واقعی را برای سمعک‌های با تراکم محدوده پویای وسیع^۱ انجام داد، نمی‌توان اندازه‌گیری‌های گوش واقعی را برای سمعک‌های قابل برنامه‌ریزی انجام داد، نمی‌توان اندازه‌گیری‌های گوش واقعی را برای سمعک‌هایی که از پردازش دیجیتال استفاده می‌نمایند انجام داد. (۳) هیچ کدام از این موارد نمی‌توانند درست باشند. در بسیاری از موارد، هر چقدر که پردازش موجود در سمعک پیچیده‌تر باشد، تعداد آزمون‌هایی را که می‌توانید با استفاده از ارزیابی گوش واقعی انجام دهید بیشتر خواهد بود و از طرفی راستی‌آزمایی این موارد اهمیت بیشتری پیدا خواهد کرد. با ورودی‌های گفتار واقعی مورد استفاده در دستگاه‌های امروزی، نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های پروب میکروفون، تخمین منطقی‌تری از قابلیت شنیدن در دنیای واقعی را ارائه می‌دهد. به طور قطع در اندازه‌گیری‌های پروب میکروفون چندین کمبود نیز وجود دارد اما می‌توان به سادگی بر آنها چیره شد. اگر برای ما متخصصین، هدف اصلی تجویز سمعک، دستیابی به میزان درستی از قابلیت شنیدن گفتار باشد، به نظر منطقی است که این عملکرد را در دنیای واقعی نیز تحت آزمایش قرار دهیم.

▪ عدم آموزش کافی

عدم استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری گوش واقعی در فعالیت بالینی را می‌توان به نبود آموزش آکادمیک به دانشجویان در این زمینه نسبت داد. در اینجا کامنتی از مایک والته، پیشرو در تست‌های اندازه‌گیری گوش واقعی که در برنامه‌های آموزش مربوط به دانشجویان آمده است را می‌خوانید:

" بر اساس آماري که از فرد هماهنگ‌کننده‌ی کلینیک‌های دانشجویان در یکی از برنامه‌های دانشگاهی به دست آمده است، در ۱۶ کلینیک از ۲۰ کلینیکی که دانشجویان برای کسب مهارت‌های بالینی فرستاده شده بودند، از ابزار پروب میکروفون در هیچ حالتی استفاده نمی‌گردید و یا اینکه تنها برای موارد خاص از آن استفاده می‌شده است. بنابراین، در صورت درخواست استفاده از اندازه‌گیری‌های گوش واقعی از دانشجویان، این مسئله موجب تعجب آنان شده بود. از سمتی، بیشتر دانشجویان که از دانشگاه فارغ‌التحصیل می‌شوند، اندازه‌گیری‌های مربوط به گوش واقعی را لازم و ضروری می‌دانند اما در محلی که مشغول به فعالیت می‌شوند، ابزارهای اندازه‌گیری گوش واقعی وجود ندارد و یا از آنها به صورت روتین استفاده نمی‌گردد. برای بیشتر تازه فارغ‌التحصیلانی که به اولین شغل خود دست پیدا می‌کنند، تغییر در پروسه‌ی کار بالینی آن کلینیک و استفاده از دستگاه‌هایی مانند دستگاه ارزیابی گوش واقعی می‌تواند اندکی دشوار باشد." (۴)

▪ نرم‌افزار تجویزی همه چیز را درست انجام می‌دهد

شاید بزرگترین دلیل برای عدم استفاده از راستی‌آزمایی توسط دستگاه پروب میکروفون، عقیده کلی بسیاری از شنوایی‌شناسان مبنی بر درست بودن مقادیر تجویزی توسط نرم‌افزار و عدم نیاز به هر گونه راستی‌آزمایی باشد. برخلاف این تفکر، تحقیقات نشان داده‌اند زمانی که از فرمول‌های تجویزی و یا ویژگی‌های موجود در نرم‌افزار استفاده می‌نمایید، میزان بهره و دیگر ویژگی‌ها به همان صورت در دنیای واقعی اعمال نخواهند شد.

طبق مطالعه‌ای که توسط مولر (۲۰۱۵) صورت گرفت، نشان داده شد بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده، تعداد شنوایی شناسانی که تنظیم اختصاصی شرکت را ترجیح و استفاده می‌کنند نسبت به گروه دوم که از فرمولهای تایید شده مانند NAL-NL2 و غیره استفاده می‌کنند و اهداف تجویزی توسط آنها را راستی‌آزمایی نمی‌کنند، بسیار بیشتر می‌باشند. با جمع‌آوری اطلاعات مشخص شده است حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد از سمعک‌ها، بر اساس روش‌های تجویزی تایید شده تنظیم شده بودند. از طرفی، واضح است که موفقیت مراجع در استفاده از سمعک زمانی که با استفاده از یک متود تجویزی تایید شده صورت می‌گیرد و یا اینکه قابلیت شنیدن با سمعک مناسب باشد، بیشتر خواهد بود. بجز استفاده از اندازه‌گیری‌های گوش واقعی، راهکار دیگری جهت تایید این مسئله وجود ندارد. عدم انجام این نوع از اندازه‌گیری، موجب وجود ضعف در کار بالینی متخصص می‌باشد و عدم استفاده از این ارزیابی‌ها، منجر به عدم رضایت، عدم سودمندی و قابلیت شنیدن ضعیف در مراجعین خواهد شد. در ادامه دستگاه مورد استفاده و موارد چگونگی انجام آزمون‌ها شرح داده شده‌اند.

دستگاه پروب میکروفون

آزمون‌های راستی‌آزمایی به شیوه اندازه‌گیری گوش واقعی و به صورت آزمایشگاهی از سال ۱۹۴۰ انجام می‌شدند؛ (۵) با این وجود، تا سال ۱۹۷۰، دستگاهی که بتوان با استفاده از آن به آسانی از پس راستی‌آزمایی سمعک به شکل گوش واقعی برآمد، در دسترس نبود. در سال ۱۹۷۹، هارفورد در سمپوزیومی عنوان نمود که توانسته است در روند کار بالینی عملکرد سمعک را در گوش فرد با استفاده از میکروفون کوچکی اندازه‌گیری نماید. این میکروفون به رابط سیستم تطبیق امپدانس وصل می‌شد که می‌توانست به عنوان سیستم تحلیل‌گر سمعک عمل نماید. بر خلاف سیستم‌های پروب میکروفون امروزی، در روش‌های ابتدایی اندازه‌گیری گوش واقعی، کل میکروفون (به ابعاد $۴ * ۵ * ۲$ میلی‌متر) باید در کانال گوش و درست در زیر پرده تمپان قرار می‌گرفت. در صورت وجود سرومن در کانال گوش، متخصص بالینی با چالش‌های فراوانی مواجه بود. (۶)

دستگاه‌های پروب میکروفون به شکل امروزی، نخستین بار در دهه ۱۹۸۰ و به شیوه سیستم میکروفون پروب تیوب کامپیوتری شده، که Rastronics CCI-10 (که در دانمارک به وسیله‌ی استین راسموسن پدید آمده بود) نامیده می‌شد، به بازار فروش راه پیدا کرد. (۷) این سیستم، دارای تیوب سیلیکونی‌ای بود که به میکروفون متصل می‌گردید و نیاز به قرار گیری خود میکروفون در کانال گوش را از بین می‌برد. در اوایل ۱۹۸۵، سه یا چهار شرکت مختلف دستگاه‌های پروب میکروفون جدید خودشان را معرفی نمودند و پروسه راستی‌آزمایی سمعک به این شکل، به عنوان جزئی از پروتکل استاندارد برای بسیاری از کلینیک‌های شنوایی‌شناسی درآمد.

با توجه به تغییرات مدارات و پردازش سیگنال در سمعک‌ها، توانایی راستی‌آزمایی بهره و خروجی سمعک‌های مدرن کنونی، با استفاده از دستگاه پروب میکروفونی که در سال ۱۹۸۰ استفاده می‌شد، کمی دور از ذهن به نظر می‌رسد. دلیلی که برای این جمله وجود دارد، مسئله اختصاص بهره‌های متفاوت برای محرکات گفتاری در مقایسه با محرکات غیرگفتاری که به سمعک راه می‌یابند می‌باشد. خوشبختانه، در طی سالیان گذشته، دستگاه‌های پروب میکروفون نیز با پیشرفت قابل ملاحظه همراه بوده‌اند و اکنون می‌توانند پا به پای پیشرفت سمعک‌ها در راستی‌آزمایی آنها قدم بردارند. این پیشرفت‌ها شامل سیگنال‌های تستی جدید، نحوه آنالیز سیگنال، تست‌های ویژه برای ویژگی‌های منحصر به فرد سمعک‌ها، و انواع پردازش‌ها و قابلیت جابجایی دستگاه می‌باشد. ابزارهای امروزی یقیناً شکل‌های متفاوتی دارند، از واحدهای فول سایز و کلینیکال (تصویر ۱) تا سیستم‌های بسیار پرتابل مدآرایکس، که شامل مجموعه‌ی پروب میکروفون به شکل یک باکس و یک پورت یواس‌بی که مستقیماً به کامپوتر شما متصل می‌گردد (تصویر ۲) را در بر می‌گیرند. جدای از اندازه و پیچیدگی دستگاه، تمامی این دستگاه‌ها، اجزای پایه‌ای مشترکی دارند که از ابتدای ابداع آنها در سال ۱۹۸۲، چندان تغییر نکرده‌اند.



تصویر ۱. نمونه‌ای از دستگاه پروب میکروفون (Audioscan)



تصویر ۲. نمونه‌ای از دستگاه پروب میکروفون پرتابل، فلش نشان داده شده در تصویر به کامپیوتر متصل می‌گردد و مازول دیگر که دارای لوپ است، بر روی گوش قرار می‌گیرد. (MedRX)