





گوشه‌های ما مسئول دو حس حیاتی اما کاملاً متفاوت هستند: شنوایی و تعادل. صداها را تشخیص داده شده از طریق گوشها، اطلاعات اساسی را درباره محیط خارجی به ما می‌دهند و به ما اجازه می‌دهند با روشهای پیچیده‌ای چون گفتار و موسیقی ارتباط برقرار کنیم. علاوه بر این گوشها در حس تعادل ما نیز سهم دارند. درک ناخود آگاه وضعیت بدن در فضا به ما اجازه می‌دهد تا بایستیم و حرکت کنیم بدون آنکه زمین بخوریم.

گوش دارای اندامهای مجزای شنوایی و تعادل است که صداها را دنیای اطرافمان و اطلاعات درونی درباره وضعیت و حرکتمان را تشخیص می‌دهد. ساختمانهای حسی داخل گوش، اشکال متفاوت اطلاعات را به صورت ایمپالسهای عصبی برگردانده تا از طریق اعصاب به قسمتهای مختلف مغز، جایی که اطلاعات تجزیه و تحلیل می‌شوند، فرستاده شوند. توانایی ما در تفسیر اصوات و استفاده از اطلاعات، درباره تعادل در زمان نوزادی و کودکی شکل می‌گیرد.

■ حس تعادل

توانایی ایستادن صاف و راه رفتن بدون آنکه بیفتیم به حس تعادل ما بستگی دارد. ساختمانهایی در گوش داخلی مثل دستگاه وسیتبولار (دهلیزی) شناخته شده‌اند که با تعیین وضعیت و حرکت سر در ایجاد تعادل نقش دارند. دستگاه وسیتبولار از سه مجرای نیم دایره و دهلیز ساخته شده است. حرکت سر بوسیله سلولهای مویی در ساختمانهایی در مجاری نیم دایره که کریستا (cristae) نامیده می‌شوند و دو ساختمان در دهلیز که ماکولا (maculae) نامیده می‌شوند تشخیص داده می‌شود. حرکات چرخشی سر بوسیله کریستا که در مجاری نیم دایره قرار دارند تشخیص داده می‌شوند. بنابراین حرکت سر در هر جهتی بوسیله حداقل یک مجرا تشخیص داده می‌شود. این اطلاعات باعث حفظ تعادل و ثبات بینایی هنگام حرکت سر می‌شود.

■ تعادل و حرکت

در تعادل و حرکت گوشها دارای این عملکرد هستند: آگاهی از موقعیت سر و تشخیص چرخش و حرکت سردر تمامی جهات. مغز اطلاعات گوشها را با اطلاعات حاصل از گیرنده‌های موقعیت در عضلات ، تاندونها و مفاصل و اطلاعات بینایی بدست آمده از چشمها ترکیب می‌کند. ترکیب این اطلاعات باهم ما را قادر می‌سازد تا بدون از دست دادن تعادل در جهات مختلف حرکت کنیم. گوش از سه قسمت خارجی ، میانی و داخلی ساخته شده است. گوش خارجی دارای لاله گوش و مجرا می‌باشد. این لوله پر از هوا به پرده گوش منتهی می‌شود که در پاسخ به صدا مرتعش می‌شود.

پشت پرده گوش ، گوش میانی قرار دارد که از هوا پر شده و دارای سه استخوان ظریف می‌باشد که استخوانهای شنوایی نامیده می‌شوند . چکشی (malleus) ، سندان (incus) و رکابی (stapes) این استخوانها ارتعاش پرده را به غشا دریچه بیضی که جدا کننده گوش میانی از گوش داخلی است ، منتقل می‌کنند. در گوش داخلی که پر از مایع می‌باشد حلزون قرار دارد که دارای گیرنده حسی برای شنوایی و ساختمانهای دیگری برای حرکت و تعادل است .

■ مکانیسم شنوایی

توانایی شنوایی به یک سری وقایع پیچیده در گوش بستگی دارد. امواج صوتی در هوا از طریق ساختمانهایی به گیرنده شنوایی منتقل می‌شوند. این گیرنده اندام کورتی نام داشته و در گوش داخلی قرار گرفته است. داخل اندام کورتی، ارتعاشات فیزیکی بوسیله سلولهای مویی (hair cells) حسی تشخیص داده می‌شود و این سلولها با تولید سیگنالهای الکتریکی پاسخ می‌دهند. اعصاب این سیگنالها را به مغز منتقل می‌کنند و در آنجا این سیگنالها تفسیر می‌شوند.

فرکانسهای مختلف صوتی سلولهای مویی را در قسمتهای مختلف اندام کورتی تحریک کرده و باعث درک اصواتی مثل موسیقی و مکالمه می‌شوند. صدا در نواحی شنوایی دو طرفه مغز پردازش می‌شود. اما صحبت بیشتر در طرف چپ مغز تفسیر می‌شود.

■ کیفیت صوت

در واقع صوت ارتعاش مولکولها در هوای اطراف ماست. درجه بلندی (Pitch) یک صدا (میزان بم یا زیر بودن) ویژگی‌ای از امواج صوت می‌باشد که **فرکانس** (تواتر) نامیده می‌شود. فرکانس تعداد ارتعاش در هر ثانیه است و در واحدهایی به نام **Hertz** سنجیده می‌شود. هر چقدر فرکانس بالاتر باشد صدا زیرتر است. شدت و قدرت یک صدا به نیروی امواج صوتی بستگی دارد که در واحدهایی به نام **دسی بل (Decibel)** اندازه‌گیری می‌شود. مکالمه بطور معمول در حدود ۶۰ دسی بل است صدایی تقریبی ترافیک معمولاً در حدود ۸۰ دسی بل می‌باشد. فرار گرفتن در معرض صدای بالاتر از ۱۲۰ دسی بل حتی برای مدتی کوتاه می‌تواند به شنوایی ما آسیب برساند. میزان توانایی ما در تجزیه صداهای مرکب مثل موسیقی و اینکه یک صدا چقدر بلند باشد تا قادر به شنیدن آن باشیم با یکدیگر متفاوت است. گوش انسان بطور معمول قادر است صداهایی با فرکانسهای بین ۲۰ - ۲۰۰۰۰ هرتز را تشخیص دهد، اما توانایی شنیدن صداهای فرکانس بالا با افزایش سن، کاهش می‌یابد. حیواناتی مثل خفاش (**bat**) و سگ می‌توانند صداهایی با فرکانس‌های بالاتر از حد طبیعی شنوایی انسان را بشنوند.

شنوایی سنجی عمده‌ترین روش ارزیابی شنوایی است. ادیومتری با صدای خالص و گاه‌ها ادیومتری گفتاری، جهت برآورد شدت، محل و نوع اختلالات شنوایی بکار می‌روند.

■ شنوایی سنجی با صدای خالص

■ **Pure - tone audiology (PTA)** با استفاده از دستگاه ادیومتر با صدای خالص، اصواتی با فرکانسهای مختلف به فرد ارائه می‌شود و آستانه شنواییهای تعیین شده برای انتقال هوایی و انتقال استخوانی بطور جداگانه اندازه‌گیری شده و به ترتیب توسط خطوط ممتد و نقطه چین بهم متصل می‌شوند.

نتایج حاصل از انتقال هوایی و استخوانی در منحنی به نام ادیوگرام ثبت میشود.

■ ادیوگرام

ادیوگرام دارای دو محور است. محور عمودی **شدت صوت** را نشان می‌دهد (برحسب دسی بل). در این محور عدد صفر بیانگر حداقل شدت صوتی است که بیش از نیمی از افراد نرمال می‌توانند بشنوند. محور افقی فرکانسهای بکار رفته را نشان می‌دهند. معمولاً هفت **فرکانس** از ۲۵۰ تا ۸۰۰۰ هرتز که بیشتر سر و کار داریم مورد بررسی قرار می‌گیرند.

■ محاسبه میزان کاهش شنوایی

برای محاسبه میزان کاهش شنوایی، میانگین شنواییها را برای فرکانسهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ بر حسب هرتز حساب می‌کنند. در حد آستانه شنوایی انتقال هوایی و استخوانی را اندازه گرفته گوش راست را با رنگ قرمز و گوش چپ را با رنگ آبی، نشان می‌دهند. در شنوایی نرمال دو خط بر هم منطبق هستند و در نمودار هر دو بالای ۲۰ هرتز هستند. در کاهش شنوایی عصبی دو خط برهم منطبق هستند و هر دو زیر ۲۰ هرتز می‌باشند. در کاهش شنوایی انتقالی آستانه انتقال استخوانی نرمال و آستانه انتقال هوایی کاهش می‌یابد و دو خط بیش از ۱۰ هرتز باهم فاصله دارند.

■ شنوایی سنجی گفتاری

در روش **Speech audiometry** بجای صدای خالص از صداهای گفتاری (کلمات) استفاده می‌شود. این آزمون شامل دو قسمت است :

■ آستانه درک گفتار

■ **Speech reception threshold (SRT)** سطحی است که در آن فرد شنونده باید بتواند ۵۰ درصد کلمات یک لیست از کلمات دو سیلابی مشخص را تکرار کند **PAT** و **SRT** باید بهم شبیه باشند .

توانایی تفکیک گفتار

■ **(SDS) Speech discrimination SCORE** با استفاده از یک لیست کلمات تک سیلابی و با شدت معادل ۴۰ هرتز یا بیشتر انجام می‌شود. افراد طبیعی ، ۱۰۰ - ۹۵ درصد این کلمات را به درستی تکرار می‌کنند. بیماران مبتلا به کاهش شنوایی عصبی یا مرکب ممکن است قادر به تکرار میزان بسیار کمتری از کلمات باشند .

■ تیمپانومتری

■ در شنوایی امپدانس (Impedence) یا تیمپانومتری میزان قابلیت پذیرش (کمپلیانس) یا برعکس آن ، مقاومت (امپدانس) سیستم شنوایی سنجیده می‌شود. هر چقدر قدرت پذیرش بیشتر باشد، انرژی صوتی بیشتری جذب خواهد شد و هر چقدر مقاومت بیشتر باشد، سیستم غیر قابل انعطاف بوده و انرژی بیشتری به مجرای گوش بر می‌گردد. تیمپانومتری روش ساده‌ای است که بویژه در کودکان کم سن و سال مفید واقع می‌شود.

در تیمپانومتری از یک دستگاه با سه سوراخ مجزا استفاده می‌شود که می‌توان با ایجاد صوت و دمیدن هوا از طریق آن ، شرایط انتقال را در حالات مختلف سنجید. با رسم کردن ایمپدانس یا مقاومت در یک محور و فشار هوا در محور دیگر ، یک تیمپانوگرام بدست می‌آید که میزان مقاومت یا پذیرش **انرژی صوتی** توسط گوش را نشان می‌دهد. قابلیت پذیرش صوتی هنگام مساوی بودن فشارها در دو طرف **برده صماخ** بیشترین مقدار را دارد .

پاسخ شنیداری ساقه مغز - (Auditory Brainstem) ABR) Response

- ABR رایج ترین آزمون الکتروفیزیولوژیک است. آزمون ABR سیگنال الکتریکی ثبت شده از ساقه مغز است که به وسیله محرک صوتی برانگیخته می شود و به صورت ۷ سری موج مثبت ثبت می شود که حدود ۱۰ میلی ثانیه طول می کشد. در واقع ABR روشی است برای بررسی عملکرد دو گوش، اعصاب شنوایی و سیستم شنوایی مرکزی تا ساقه مغز می باشد. اولین موج ABR حدود ۵/۱ تا ۲ میلی ثانیه بعد از اولین تحریک ظاهر می شود. موج ۷ واضح ترین موج است و بیشترین ارتباط را با آستانه شنوایی دارد. امواج ولتاژ پایین (کمتر از ۱ میکرو ولت) دارند، بنا بر این عوامل بسیاری مانند حرکات ماهیچه ای و.... در ثبت پاسخ تاثیر می گذارند به همین دلیل برای ثبت امواج تقویت، فیلتراسیون و میانگین گیری انجام می شود. مناسب ترین محرک برای ثبت امواج ABR کلیک است اما در مواردی که بخواهیم پاسخ فرکانس خاص را ثبت کنیم لازم است از محرک تون برست استفاده کنیم.

آزمون ABR توسط ادیولوژیست انجام می‌شود. برای ثبت امواج، الکترودهایی را در ناحیه رستنگاه مو (VERTEX)، نرمه گوش یا زائده ماستویید همان طرف، نرمه گوش یا زائده ماستویید طرف مقابل می‌چسبانند. محرك صوتی از طریق هدفون وارد گوش می‌شود و سپس الکترودهای متصل به سر پاسخ الکتریکی را دریافت می‌کنند. انجام ABR برای بیمار ناراحت کننده و دردناک نیست اما بهتر است بیمار هنگام آزمایش بخوابد. انجام آزمون ممکن است تا یک ساعت هم طول بکشد.

کاربرد بالینی ABR

در برآورد حساسیت شنوایی، ارزیابی عصب شنوایی و ارزیابی شنوایی نوزادان، کودکانی که تاخیر رشد دارند، کودکان یا بزرگسالان چند معلولیتی، افراد مبتلا به اتیسم، افراد مته‌راض کاربرد دارد.