聴力測定

博士補聴器

聴力の検査・測定は、周囲に雑音のある環境では正確に行うことはできません。聴力の検査・測定を正確に行うためには、防音室と呼ばれる専用の部屋を使用します。防音室は、外からの音を遮断するようにつくられています。木製の電話ボックスタイプの簡易的なものから、鋼鉄製で壁が二重になっているもの、地下に作った大掛かりなものなど様々な種類がありますが、防音室内で所望の測定がきちんとできているかが重要です。広さは、1人用の小型タイプや、部屋全体が防音室になっているタイプ等があります。大きなタイプに比べ、小さなタイプでは防音の性能が悪いことが多く、特に低域の周波数を中心に正しく測れない場合があります。また、補聴器装用時の測定(free field test)についてはスピーカーを使う為、音の反射の影響を考慮して、ある程度の広さが無いと行えません。
当店では、きちんと補聴器を装用いただくために、測定もしっかり行います。床面からの低周波振動の影響を受けないように防振処理した、米国ASTM規格準拠の厳しい防音性能基準を満たした4畳程度の総鋼鉄製の高性能防音室を使用しています。また補聴器自体の性能測定も重要と考え、国内で導入されていないタイプの小型防音室付き補聴器特性測定機器を特別に導入し、補聴器のご納品時には、メーカーから到着したすべての補聴器を店舗で再度試験し、試験にパスした補聴器のみをご使用いただいております。ご使用の補聴器の故障が疑われる際にもこの補聴器特性測定機器を使用します。

●純音聴力と語音聴力

純音聴力検査・測定 (pure tone audiometry)

純音聴力検査・測定とは、被験者の周波数別の聴力を確認するためのものです。いくつかの周波数の純音（単一周波数の音）を被験者に提示し、被験者が**聞き取れる最小の音量（閾値）**を計測します。純音聴力検査・測定は、気導（空気中を伝わる音）と骨導（骨を伝わる音）の二種類を測定します。

純音気導聴力検査・測定(Air Conduction；AC)：測定音はヘッドホンから空気を媒介して外耳から中耳及び内耳を経て脳幹から大脳へと伝わります。

純音骨導聴力検査・測定(Bone Conduction；BC)：測定音は骨導受話器から骨等を介して、外耳や中耳を介さずに、直接内耳を経て脳幹から大脳へと伝わります。

純音聴力検査・測定で最も問題になるのが陰影聴取(shadow hearing)です。陰影聴取とは、片耳に対する測定音が大きくなるにつれて、骨などを介してもう片方の耳にも聞こえてしまう現象です。測定しない耳にも検査音が聞こえてしまうと、その測定結果は正しい結果とは言えません。こういった現象を防ぐため、測定しない側の耳には必要に応じてマスキング音と呼ばれる雑音を入れて検査・測定を行います。

語音聴力検査・測定 (speech audiometry)
語音聴力検査・測定は、言葉をどの程度聞き取れているかを確認するために行います。言語は最も一般的な日常生活のコミュニケーションツールとして使用されるものです。そのため、この検査・測定では日常でのコミュニケーションがどの程度困難なのかを推測できます。

語音聴力検査・測定には、語音了解閾値を測定する検査(speech recognation threshold test ; SRT)と語音弁別検査(speech discrimination test)があります。日本では日本聴覚医学会で定められた検査音が使用されています。

語音了解閾値(SRT)の検査では、『ニ』、『サン』、『ヨン』といった一桁の数字を聞かせたときに、そのうちの50%を認識できる音の大きさを求めます。純音聴力検査・測定における平均聴力レベルにほぼ近い値になる為、一般的には測定しませんが、子どもや高齢者などで純音聴力検査の信頼性が疑われる場合や、心因性難聴や後迷路性難聴の診断で耳鼻科医が使用する事があります。

語音弁別検査では、会話における頻出度の高い上位50個の単音節を組み合わせた57-S語表(50語)や67-S語表(20語)を用いて、『ことばの聞き取り』を調べます。補聴器の装用効果や、補聴器の目標利得、人工内耳の術前後の評価、社会生活での不自由度などを評価します。音の大きさを変化させ、各音量での正答率（語音弁別スコア）を求めます。そのうちの最高値（最高明瞭度）を語音弁別能としています。語音弁別検査は聴覚中枢の損傷の診断にも役に立ちます。さらにこの結果から補聴器装用の効果も推測する事が出来ます。語音聴力検査・測定においても純音聴力検査同様にマスキングが必要な場合があります。

●伝音難聴評価のための聴覚検査
インピーダンスオージオメトリー (impedance audiometry)
鼓膜で反射した音響を調べることで鼓膜のインピーダンスを計測します。中

耳、顔面神経及び脳幹聴神経機能を客観的に検査し、伝音難聴の原因を調べるだけでなく、顔面神経機能、耳管機能及び脳幹聴神経機能を調べる為に使われます。ティンパノメトリー/チンパノメトリー(tympanometry)と耳小骨筋反射(acoustic reflex ; AR / stapedius reflex ; SR)の2種類が有名です。

●感音難聴評価のための聴覚検査

感音難聴の特徴として、補充現象(recruitment phenomenon)があります。これは、実際の音の変化量よりも耳で感じる音の変化量が正常な耳に比べて異常に大きく感じられる現象です。つまり、片耳が障害によって聞き取りにくくなっているにも関わらず、ある一定以上の音量になると健康な方の耳と同じくらいの大きさに聞こえる現象のことをいいます。

耳音響反射 (OtoAcoustic Emission ; OAE)

内耳の蝸牛にある外有毛細胞は音の刺激により反応します。耳音響反射とは、この反応を外耳道で捉え外有毛細胞の機能をチェックするとともに、聴覚障害が発生している位置を特定するための検査です。外耳道内に高精度な小型のプローブマイクを装着し音の刺激に対する反応をみます。耳音響反射(OAE)は、誘発性耳音響反射(Evoked OAE ; EOAE)と歪成分耳音響反射(Distortion Product OAE ; DPOAE)が広く知られています。
耳音響反射(OAE)は2〜3分で行うことができ、特に新生児聴覚スクリーニングに用います。

バランステスト (Alternate Binaural Loudness Balance test ; ABLB test)

バランステスト(ABLB test)は一側の耳が正常な例を対象とする検査であり、難聴側と正常側で同じ大きさに聞こえる音を探し、難聴側での音の増加を正常側と比較します。

SISI検査 (Short Increment Sensitivity Index test ; SISI test)

SISI検査は、測定耳に閾値上20dBの検査音を聞かせながら、5秒間に1度、200ms[1/5秒]で1dBだけ音量を大きくし、この増音を20回のうち何回認識したを検査するものです。健常耳では1dB程度のわずかな音の大きさの変化を認識できませんが、補充現象がみられるの耳では閾値上の音の変化を実際の大きさの変化以上に強く感じるため、わずか1dBの音の大きさの変化も容易に感じることができます。1dBの音の大きさの変化に気が付いた割合（SISIスコア）が健常耳だと15%以下ですが、SISIスコアが60%以上だと補充現象陽性耳だと推定されます。特に補充現象が顕著であるメニエール病では多くの場合SISIスコアが90%以上になります。

MCL検査 (Most Confortable Loudness test ; MCL test)とUCL検査 (UnConfortable Loudness test ; UCL test)

音を大きくして聞いていくと、大きすぎず、また、小さすぎないで快適に聞こえる音の大きさがあります。これを快適レベル（MCL）といいます。またさらに大きくしていくと、次第にうるさく感じるようになり、これ以上聞いていられない不快な音になって、痛みさえ感じるようになります。これを不快レベル(UCL)といいます。これらの音のレベルを調べる検査・測定です。

自記オージオメトリー (self-recording audiometry)

被検者に応答用のスイッチを持たせ、音が聞こえている間は、スイッチを押し続け、聞こえなくなったら離すように指示します。この際、スイッチが押されている間は刺激音が一定の速度で小さくなり、スイッチを離すと刺激音が一定の速度で大きくなります。音は低い音から高い音まで変化し、周波数は連続的に計測が可能です。純音聴力検査・測定では測定しない周波数も測定できるメリットがありますが、測定に時間がかかるというデメリットもあります。その為、時間を短縮した固定周波数自記オージオメトリーもあります。

蝸電図検査 (ElectrocochleoGram ; EcochG)

音の刺激によって生じる内耳および蝸牛神経の電気反応を、鼓膜表面もしくは鼓室内の岬角に設置した電極により記録したものを蝸電図と呼びます。

●他覚的聴覚検査

聴性脳幹反応 (Auditory Brain-stem Response ; ABR)

聴覚神経系における、音刺激の生理学的電気反応を計測します。一般的には比較的高い周波数(2〜4kHz等)における聴力レベルの状態を客観的にみる事が出来ます。ABRは比較的安定して反応波形が得られる為、最も施行されている他覚的聴覚検査の1つです。体動により結果に影響が出るため、新生児及び、乳幼児の場合は薬を使用したり、睡眠下で検査を行います。この結果から、聴神経腫瘍、頭部外傷、意識障害、多発性硬化症、脳死の判定、蝸牛の状態をみる事も出来ます。

聴性定常(状態誘発)反応 (Auditory Steady-State Response ; ASSR)

高頻度で繰り返し与えられる刺激によって誘発される反応を定常(状態誘発)反応(Steady-State Response ; SSR)と呼び、そのうち音によって誘発される反応を聴性定常(状態誘発)反応(Audutory Steady-State Response ; ASSR)と呼びます。ABRと比較して、より低い周波数領域での聴力の情報が得られると考えられています。ASSRはシールド防音室で検査を行う必要があります。

●乳幼児の聴力検査
上記の検査の他に乳幼児の聴覚検査には、下記のものがあります。

聴性行動反応聴力検査 (Behavioral Observation Audiometry ; BOA)
純音聴力検査では被検者自身でボタンを押す必要が有りますが、乳幼児の場合はそれが困難です。BOAでは、後ろからの音の反応に振り返ったり、顔を向けたり、ニコニコする、ハッとするなどの反応で閾値を推測します。
適応年齢：乳幼児

条件詮索反応聴力検査 (Conditioned Orientation Response audiometry ; COR)
防音室内で専用の装置を使用し検査します。左右に1つずつ人形がおいてあり電球で照らされると見えるように設置します。親に子どもを抱いてもらい装置の前に座り、子どもが十分に聞こえる音をスピーカーから出し、同時あるいは少し遅れて同じ側の人形を照します。この操作を2、3回繰り返すと条件反射ができ、音刺激のみで子どもは振り向くようになります。これを利用して音圧を下げていき閾値を測定します。操作は装置の上面にあるので、操作しながら子どもの反応を観察します。音に振り向いたら必ず人形を照らして、条件づけを続けます。難聴の多くは高音部障害が多いために条件付けには500Hzの低音を使用します。
適応年齢：生後4ヶ月〜2歳

ピープショウテスト
のぞき窓がついた装置を使用し、音がしたときにスイッチを押すとのぞき窓に照明がつき中の動物が見えるようになっており、音がしないときに押しても照明はつきません。音が聞こえた時のみスイッチを押すよう理解させ、閾値を計測します。両耳で聞いて測定する為に良聴耳を測定していることになります。
適応年齢：3歳以上

遊戯聴力検査 (Barr法)
つみき、おはじき、数遊び玩具等を用いて、十分に聞こえる音を聞かせて、聞こえたら、玩具を捨てる、動かすことを覚えさせます。覚えたら、閾値測定を行います。
適応年齢：3歳以上

※聴力測定は上記が全てではなく、その他耳鳴検査や、新たに開発された検査も存在します。