

耳音響放射検査についての解説

(一社) 日本耳鼻咽喉科学会乳幼児委員会

耳音響放射とは？

耳音響放射（Otoacoustic emission：OAE）は入力された音によって蝸牛で作られた振動が蝸牛から中耳を通して外耳道内で音として測定される一連の現象をいいます。この振動は蝸牛の生体反応で作られており、小さな音を聴くときに顕著となりますので、耳音響放射が記録できない場合は小さな音が聞き取れなくなっていることが推測できます。

耳音響放射を記録する機器は近年内耳機能を評価する目的で急速に普及してきており、比較的安価な機器も発売されてまいりました。操作も簡便なため導入のハードルも低く、新生児聴覚スクリーニング機器としての活用もなされております。しかし、内耳の機能だけしか測定できず、中耳の影響も受けます。結果の解釈等に注意を要するので、現在では新生児聴覚スクリーニング機器としては推奨されておられません。その一方で、小児でも非鎮静下でも検査ができ、左右別の評価が可能であることから、機能性難聴の評価や後天性または進行性内耳性難聴の経過観察などには非常に有効な機器でもあります。以下、耳音響放射のメカニズム、小児難聴診断・評価における効果的な活用方法及び、結果解釈における注意点を解説いたします。

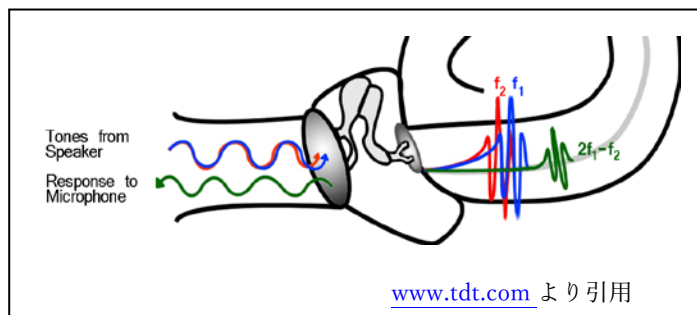
1. 耳音響放射のメカニズム歪成分音響放射（DPOAE）を例に

音が蝸牛にはいると有毛細胞などを含むコルチ器がのった基底板が振動します。基底板振動によって有毛細胞の頂部にある聴毛からイオンが流れ込み、有毛細胞の基部からでていきます。このイオンの流れによって有毛細胞が有する膜電位が変化します。

外有毛細胞と内有毛細胞

哺乳類には 2 つの有毛細胞があります。

- ・内有毛細胞：膜電位の変化で刺激を感知し、蝸牛神経に音情報を伝えます。
- ・外有毛細胞：膜電位の変化によって能動的に収縮弛緩します。この能動運動はコルチ器がないときの基底板振動の、おおよそですが、最大で約 1000 倍の振幅があり、基底板振動を増幅します。また有毛細胞のイオンの流れは聴毛の硬さも変化させます。これら有毛細胞の変化が、基底板振動を修飾し、入ってきた音の周波数 (f_1 と f_2) と異なる周波数をもった振動 ($2f_1-f_2$) が基



底板につくられます。この振動が逆に内耳から中耳、鼓膜に伝わり、外耳道内へ音として放射され、記録することができます。これが耳音響放射です。この生体反応は小さな音を聴くときに著明となりますので耳音響放射が記録できない場合は少なくとも小さな音は聞き取れなくなっていることが推測できます。また生体反応ですので、外有毛細胞は正常でも内耳全体の働きが落ちると記録できません。

2. 耳音響放射の種類

耳音響放射を用いた検査方法は主に以下のようなものが存在します。

A. 誘発耳音響放射（EOAE または TEOAE）

クリックなど単音刺激に対する音響放射を測定するものです。周波数特異性を見るためトーンバーストを用いることもあります。

B. 歪成分耳音響放射（DPOAE）

2つの異なる周波数の純音で同時刺激した際の音響放射を測定します。周波数を変えることで、複数の周波数ごとに音響放射測定が可能です。

C. 自発耳音響放射（SOAE）

刺激音の無い状態で、音響放射を測定します。新生児では記録されることが多いですが年齢とともに記録されにくくなります。

臨床的には誘発耳音響放射（TEOAE）または歪成分音響放射（DPOAE）の2種類の検査が用いられていますが、歪成分音響放射（DPOAE）の方が普及しており、以下はDPOAEについて解説いたします。

3. 耳音響放射測定時の注意点

A. 耳垢や中耳炎はないですか？

耳音響放射は外耳道と中耳を経て測定を行うため、耳垢や中耳病変があれば内耳障害が無くても反応は消失します。正しい評価を行うためには、検査前に耳垢がないか、滲出性中耳炎などの中耳病変がないかをあらかじめ確認しておく必要があります。また、鼓膜にチューブを留置している場合などにも結果が正しく出ないことがあるため、注意が必要です。

B. 周りは騒がしくないですか？

耳音響放射は周囲の雑音に大きく影響さ



耳介を外方に牽引し、イヤプローブは外耳道に沿ってクルリと回すような気持ちで入れると正しい位置に入りやすくなります。

（新生児聴覚スクリーニングマニュアルより引用）

れます。可能な限り防音設備の整った場所で行うことが推奨されます。十分な防音設備が得られない場所では耳栓がしっかりフィットするよう特に注意する必要があります。また、被検児から生じる雑音にも注意が必要です。具体的には被検児の動き、泣き声、いびき、装着している人工呼吸器などのノイズなどが挙げられます。

4. 耳音響放射の結果解釈における注意点

A. 後迷路性難聴や内毛細胞の評価はできません

耳音響放射は内耳の機能を評価するにすぎません。Auditory neuropathy spectrum disorder (ANSD)、聴神経腫瘍、聴覚情報処理障害等の後迷路性難聴があったとしても反応が認められることがあります。ANSDを呈する病態としては、未熟児、新生児黄疸、無酸素および低酸素状態、ANSDの家族歴、頭部外傷などがあります。また、*OTOF* 遺伝子変異、*OPA-1* 遺伝子変異などを有する先天性難聴の場合、当初はDPOAEの反応が認められることはよく知られています。特に先天性難聴を疑う症例では耳音響放射検査で反応があったとしても難聴は否定できないと考えるべきです。こうした場合は、DPOAEのみで診断するのではなく、聴性脳幹反応検査（ABR）や乳幼児聴力検査を行うか、これら検査が行える機関（精密聴力検査機関又は二次聴力検査機関）へ精査を依頼することが必要です。後天性難聴についても家族・本人からの訴えがある場合はDPOAEの結果だけではなくその他検査と総合して難聴の確定診断を慎重に行うことが求められます。

B. 中耳炎などの伝音難聴でも反応は消失します

DPOAEは一般に35 dB～40 dB以上の内耳性難聴で反応が消失するといわれますが、内耳性難聴以外に伝音難聴でも消失します。耳垢栓塞・中耳炎・中耳奇形などが疑われないか外耳道・鼓膜所見を確認し、必要に応じてCT評価等を行う必要があります。

C. 難聴の程度は評価できません

DPOAEの検査はスクリーニング機器であればPass/Referと示され、一般検査機器でも特殊な方法を用いない限り、反応の有無という定性的な評価しかできません。薬剤やウイルスによる急性の聴力低下が疑われる場合に検査を行うことで、早期に難聴が発見できる可能性はありますが、難聴の定量的な評価のためには他覚的聴性反応検査（ABRやASSR）や乳幼児聴力検査が必要となってきます。

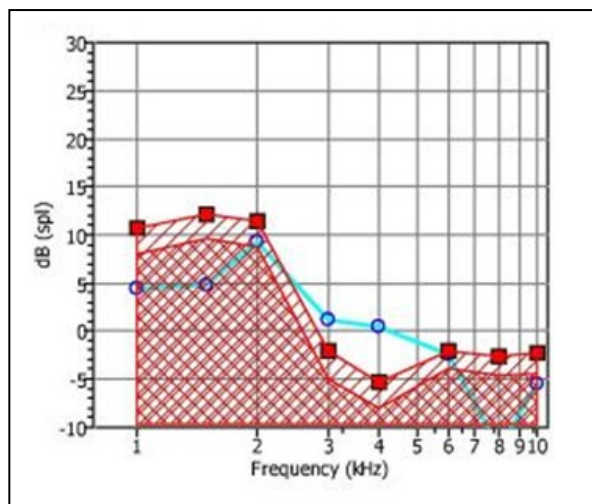
D. 低音域は評価できません

低音域（低周波数）は生体雑音の影響が大きくなるため多くの検査機器は1kHz以上を測定します。低周波数域の評価は行われていないため、低音障害型の難聴診断は困難な場合が多いです。

E. 雑音が多い場合は評価が困難です

音響放射は周囲の雑音に強く影響されます。一般の検査機器では音響放射の反応

レベルとともに雑音レベルが表示されております。雑音レベルが大きい場合や、音響放射値に近い場合は正確な評価ができていない可能性があるため、周囲雑音を除去する工夫を施し再測定します。雑音の除去が困難な場合は測定を繰り返し、再現性を確認します。



* この結果だけをみて、「感音難聴」と判断することはできません。

F. 一部の周波数のみの反応では正常といえません

スクリーニング機器では、3周波数または6周波数で検査を行います。これらの一部で反応が認められても正常と評価することはできません。

5. 耳音響放射検査の有効活用例

外来で簡単に検査ができますので、もともと難聴がないことが分かっている患者さんに対して、聴力が落ちていないかを確認することに有用です。

例として

A. 先天性サイトメガロウイルス感染症に伴う進行性難聴の評価

先天性サイトメガロウイルス感染症では生後に内耳性難聴が進行する場合があります。定期的に聴力の評価が必要となります。乳幼児期の聴性行動聴力検査では左右別の評価が困難で片側難聴は検出できず、ABRは鎮静を行う必要があるため、まず耳音響放射検査にて確認を行う事例は多いようです。ただし、乳幼児期は滲出性中耳炎に伴う伝音難聴を併発することも多く、耳音響放射検査だけでは難聴の診断もできないので、結果の解釈はその他の検査と合わせて慎重に行う必要があります。

B. ムンプス難聴・突発性難聴など、急性の一側性内耳性難聴が疑われる場合の評価

ムンプス、突発性難聴、外リンパ瘻など急性の、また一側性内耳性難聴が疑われても、ヘッドホンによる左右別の聴力検査が施行できない年齢の乳幼児に対して、耳音響放射検査は簡易な検査法として有用です。ただし、難聴の程度を評価するこ

とは不可能であることに注意が必要です。耳かき外傷などで難聴の可能性は評価できますが伝音・感音難聴の鑑別はできません。

C. 機能性難聴の評価

健診などで難聴が指摘され、純音聴力検査または乳幼児聴力検査で難聴を呈するものの、日常生活場面では通常の会話が可能で、聴力検査結果と乖離があることがあります。このような場合はまず耳音響放射検査を実施し、反応が認められれば機能性難聴を強く疑う所見となります。ただし、後迷路性難聴を否定することはできませんので、最終的には ABR などの結果も併せて評価を慎重に行う必要があります。