الفصل الثاني

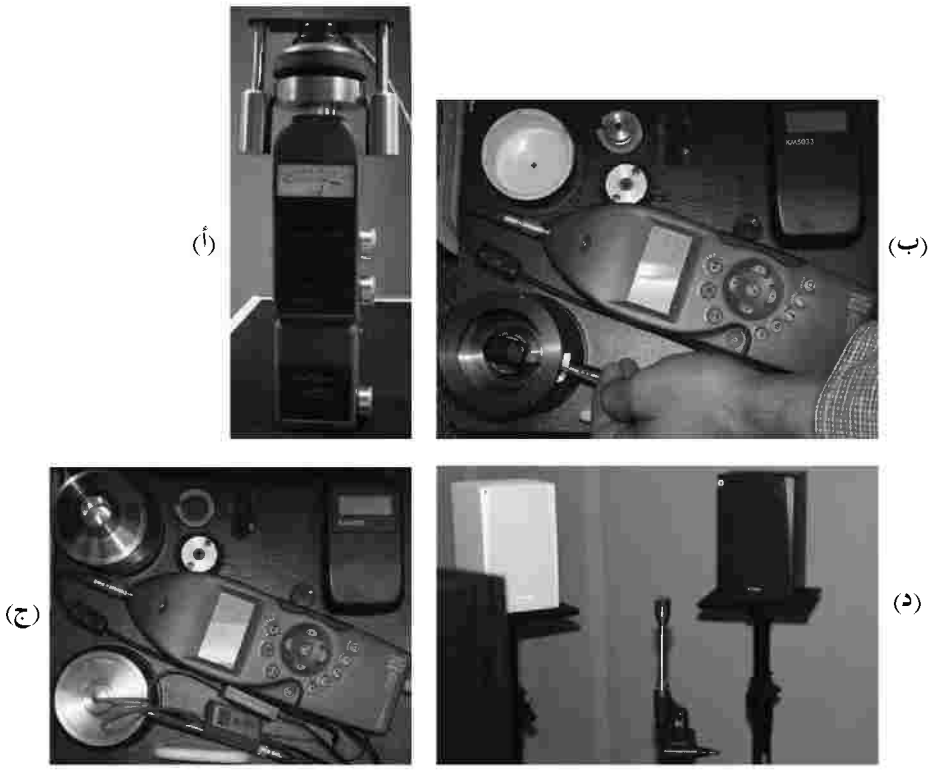
فحص مقياس قوة السمع
Audiometric Testing

ما أهمية معايرة معدات فحص قوة السمع؟

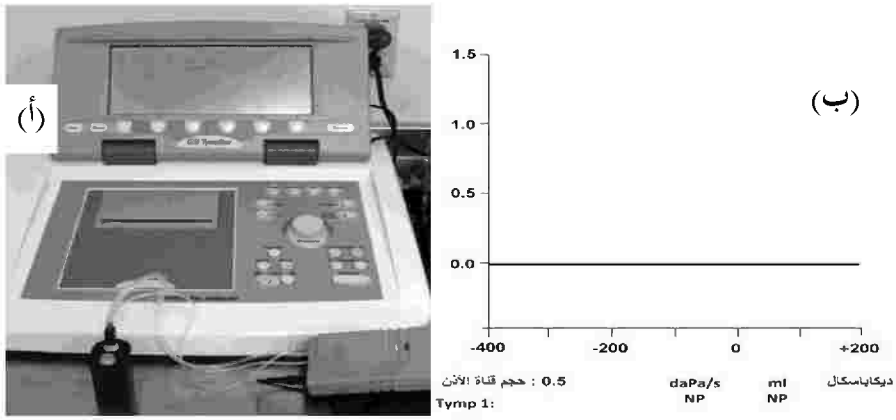
يجب معايرة معدات فحص قوة السمع مرة كل ٣ أشهر، مع معايرة شاملة يتطلَّب عملها سنويًّا؛ للتأكد من أن النتائج التي تم الحصول عليها من فحص مقياس قوة السمع تكون دقيقة. وتطلب بعض الدول عمل المعايرة السنوية، للحصول على الترخيص والمحافظة عليه. ومقاييس (معايير) معايرة معدات فحص قوة السمع مُقدَّمة من المعهد الأمريكي الوطني للمقاييس (ANS)، ومن الهيئة الدولية للتقنيات الكهربائية (IEC). ومعايرة معدات فحص قوة السمع، تشمل استعمال المعدات التالية: بستون فون، ويُستعمل لمعايرة مستوى قياس الصوت، وقياس الفولطية، وميكرفون الضغط، ومكثف المجال الحر، ومقياس مستوى الصوت إما مع فلتر، وإما مع روابط ملائمة، وإما مع حلمة صناعية ووزن ٥٠٠ جرام ٤,٥وزن نيوتن. ويمكن التأكّد من الناتج من مقياس السمع، من خلال محولات الطاقة التي تُستعمل في الفحص (سماعات الرأس، ومذبذب العظام، وسماعات أذن داخلية، ومكبر الصوت) . ويتم ربط محول الطاقة إلى الأذن الصناعية، رابط ٢سم^{٣}، أو عظمة خشاء

صناعي؛ لمعايرة مكبر الصوت، كما في الشكل رقم (٢,١د) . ويتم وضع ميكرفون المجال الحر في غرفة الفحص على مسافة تكون مساوية إلى المركز، حيث يكون رأس المريض، ولكن ليس من الضروري وجود مريض . إن الناتج من الميكرفون المُعاير، يُقرن بمقياس مستوى الصوت المُعاير، مع فلتر إشارات ضوضاء الموجة للنغمات النقية المعدلة، ترسل إلى مكبر الصوت من مقياس السمع، وأن الناتج من مكبر الصوت، يُعاير مع المعدات التي ذكرت أعلاه؛ للتأكد من أن الناتج المُقاس يتقيَّد بمواصفات المعهد الأمريكي للمقاييس (ANSIs3.602004). مواصفات حدود مجالات السمع. ووفقًا للمواصفات الأمريكية ANSI s3.60 2004فهناك مواصفات منفصلة، إذا كان مكبر الصوت عند درجة الصفر، ٤٥ درجة أو ٩٠ درجة، بزاوية سمتية للمريض، أو تم إجراء الفحص لأذن واحدة أو كلتا الأذنين. ومعظم العيادات تختار درجة الصفر مرجعًا لمعايرة مجال الصوت. وبالرجوع إلى الفصل الأول من هذا الكتاب، فإن المعايرة تؤكِّد على أن مقياس السمع المدرج (ذي درجات) صفر ديسبل مستوى السمع، تكون متساوية لمستويات الديسبلات المتوقعة في ضغط الصوت لكل تردد لجميع محولات الطاقة. إضافة إلى أن المعايرة تؤكِّد على عدم وجود تحريف تناغمي، أي أن ١٠٠٠ هيرتز على مقياس السمع، يُعدُّ تمثيلًا للنغمة النقية مع تردد ١٠٠٠ هيرتز، في الوقت الذي يكون فيه تداخل الضوضاء غير موجود، ويكون مدرج جهاز التخفيف مخططًا (ذات خطوط)، أي أن زيادة ٥ ديسبلات في مستوى السمع على مدرج مقياس السمع، ينتج عنها زيادة ٥ ديسبلات في مستوى ضغط الصوت. ويوضح الشكل رقم (٢,١) (صورة) لمعايرة جهاز قياس السمع باستعمال سماعة الرأس (THD-49/50)، مقرونة بمقارن ٦سم^{٣} (أ) أداة تقرن ما بين تيارين كهربائيين، (ER-3A) سماعة الأذن مقرونة بقارن ٢سم^{٣}. (ب)، مذبذب العظام مقرون بعظمة الخشاء الصناعي، ومكبرات الصوت تم معايرتها بميكرفون مجال حر.

هذا، بالإضافة إلى أن المعايرة المنتظمة يجب عملها بأجهزة قياس سمع كهربائية؛ للتأكد من أن النتائج التي تم الحصول عليها لقياس اهتزاز الطبلة، وحدِّ انعكاس الاهتزاز الصوتي، وفحص انعكاس اضمحلال الصوت؛ تكون كلها دقيقة. يوضِّح الشكل رقم (٢,٢) معايرة جهاز قياس السمع باستعمال تجويف سعة ٠,٥ سم^{٣}.



الشكل رقم (٢,١). صورة لمعدات معايرة مقياس السمع: (أ) سماعة رأس وضعت على قارن ٦ سم^{٣}. (ب) سماعة داخل الأذن بقارن ٢سم^{٣}. (ج) مذبذب عظام على حلمة صناعية. (د) سماعات حقل صوتي تمت معايرتها مع ميكرفون حقل حر. ملاحظة: لمعايرة سماعة الرأس ومذبذب العظام، فإنه يتطلَّب وزن ٥٠٠ غرام و ٥، ٤ على التوالي، يتم وضعهما في أعلى محول الطاقة؛ لتحفيز التوتر الملائم على عصابة الرأس.



الشكل رقم (٢,٢). معايرة مقياس السمع الكهربي: (أ) المسبر الكهربي يُوضع داخل تجويف ٠,٥ سم^3. وهو مخطط تشخيصي لطبلة الأذن، يتم عمله والمسبر في القارن. (ب) النتيجة المتوقعة لمعايرة الجهاز الدقيقة تظهر على اليمين. مخطط طبلة الأذن المسطح (غير مرن)، يتم الحصول عليه من قناة الأذن بحجم ٠,٥ سم^3، وهي مساوية لحجم تجويف المعايرة.

ما الحد الأعلى لمستوى الضوضاء المسموح به في محيط الفحص؟

عند قياس حدود السمع، فإنه من الضروري أن مستوى ضوضاء بيئة الفحص لا ينتج عنها حدود عالية الخطأ. وأنه وفقًا (ANSI (ANSI s3.1-1999 revise2003) فعند فحص عتبات النغمة النقية باستعمال سماعات رأس مألوفة (TDH49/50)؛ فإن الحد الأعلى لمستويات الضوضاء المسموح بها، يتراوح من ١٦ إلى ٣٣ ديسبل مستوى ضغط الصوت، كما في الجدول رقم (٢,١)، عمود ٢، بالاعتماد على تردد الفحص. إن الحد الأعلى لمستويات الضوضاء المسموح بها عند استعمال سماعات في مجال الصوت، أو خلال توصيل العظام؛ تكون حتى أقل من (٦-١٦) ديسبل مستوى

ضغط الصوت، كما في الجدول رقم (٢,١)، عمود ٤، بينما هؤلاء الذين يستعملون سماعات الأذن لعمل الفحص، فتكون أعلى من ٤٢ – ٥١ ديسبل مستوى ضغط الصوت، الجدول رقم(٢,١)، عمود ٣. إن مستويات الضوضاء المحيطة غالبًا، سوف تتجاوز الحد الأعلى لمستويات الضوضاء المسموح بها. وعليه فإنه يجب أخذ المزيد من الاحتياط عند تفسير فحوصات السمع في غرف لا تفي بشروط (ANSI (ANSI s3.1 - 1999 revise 2003). وإذا لم يتم تحقيق مستويات الضوضاء المقبولة، فإن استعمال الإشارة أو استعمال حجرة سمع ذات جدارين، يكون مطلوبًا.

الجدول رقم (٢,١). ثلث أكتاف النطاق لفحص النغمة من ٢٥٠ إلى ٨٠٠٠ هرتز.

التردد	سماعة الرأس الهاتفية الفعالة	داخل الأذن	الأذن مفتوحة (حقل الصوت / توصيل العظم
٢٥٠	٢٠.٠	٤٨.٠	١٦
٥٠٠	١٦.٠	٤٥.٠	١١
٨٠٠	١٩.٠	٤٤.٠	١٠
١٠٠٠	٢١.٠	٤٢.٠	٨
١٦٠٠	٢٥.٠	٤٣.٠	٩
٢٠٠٠	٢٩.٠	٤٤.٠	٩
٣١٥٠	٣٣.٠	٤٦.٠	٨
٤٠٠٠	٣٢.٠	٤٥.٠	٦
٦٣٠٠	٣٢.٠	٤٨.٠	٨
٨٠٠٠	٣٢.٠	٥١.٠	٩

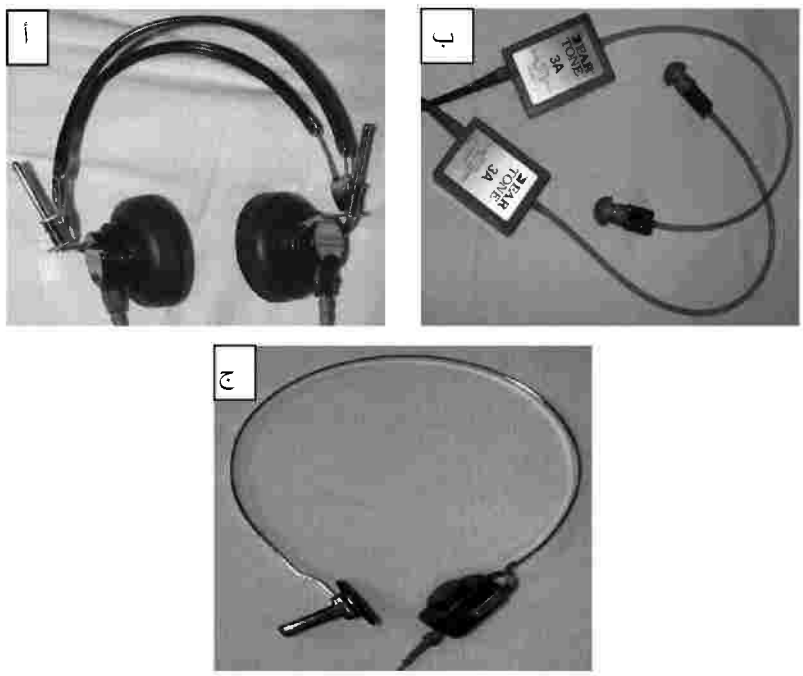
كيف يتم تحديد توصيل الهواء وتوصيل العظام؟

إن قياس النغمة المألوفة يتكوَّن من توصيل الهواء والعظام. ويشمل فحص الهواء استعمال سماعات الرأس، كما في الشكل رقم (٢,٣أ)، أو سماعات الأذن، كما في الشكل رقم (٢,٣ب) التي تنقل المنبه ٢٥٠ و٥٠٠ و١٠٠٠ و٢٠٠٠ و٣٠٠٠

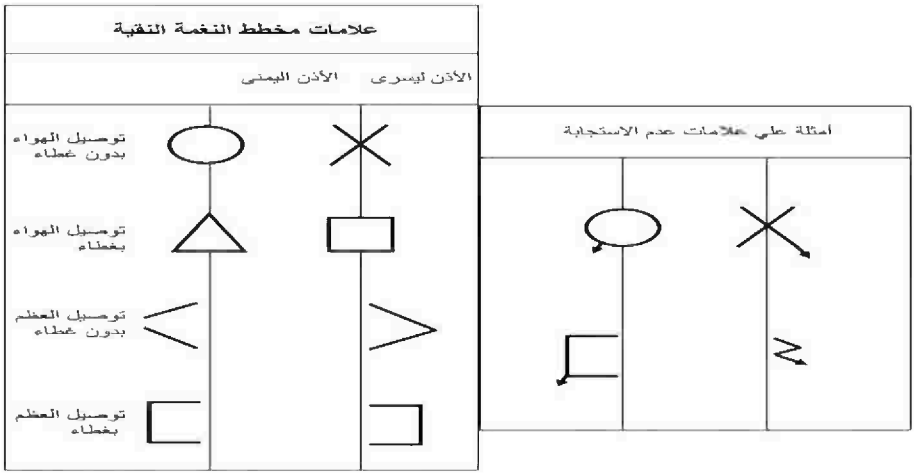
و٤٠٠٠ و ٦٠٠٠ و ٨٠٠٠ هيرتز إلى القناة السمعية الخارجية. إن مدى السمع التي يتم الحصول عليه من فحص توصيل الهواء، يعكس حالة الأذن الخارجية، والأذن الوسطى، والأذن الداخلية. ويشمل فحص توصيل العظام، استعمال مذبذب العظام، كما في الشكل رقم (٢,٣ج)، لنقل المنبه٢٥٠، ٥٠٠، ١٠٠٠، ٢٠٠٠ و ٤٠٠٠ هيرتز إلى نتوء عظمة الخشاء. إن الحدود التي تم الحصول عليها من خلال فحص توصيل العظام، تعكس حالة الأذن الداخلية فقط. ويمكن الحصول على الحد النموذجي باستعمال وضع الأقواس، والتي يقوم أخصائي السمع بزيادة مدرج الصوت وتنقيصه على جهاز قياس السمع (ديسبل مستوى الصوت)، حتى يتم تحديد حدِّ الصوت. ويعرف مدى الصوت بأنه مستوى الشدة المنخفضة (ديسبل مستوى الصوت)، والتي يمكن للمريض أن يسمع المنبه خلال ٥٠٪ من الوقت. (ملاحظة: يتطلَّب عمل فحص النغمة النقية عند الترددات البين تضاعفية مثل ٧٥٠ و ١٥٠٠ هيرتز، إذا كان الفرق أقل من ٢٠ ديسبل مستوى الصوت بين ٥٠٠ و١٠٠٠ هيرتز، أو بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ على التوالي.

ويُمثِّل مدى النغمة النقية على مخطط السمع، بحيث يكون التردد على محور (س)، ومستوى الصوت بالديسبل على محور (ص)، باستعمال رموز قياس السمع الموضحة في الشكل رقم (٢,٤) . إن مخطط السمع يجب أن يحافظ على نسبة ٢٠ ديسبلاً لكل مضاعف، أي إذا كانت المسافة بين صفر و — ٢٠ ديسبل مستوى السمع، كانت بوصة واحدة، فإن المسافة بين كل مضاعف (مثال ٢٥٠ — ٥٠٠) هيرتز، يجب أن تكون كذلك بوصة واحدة. إن حدود السمع للأذن اليمنى عادة ما تُسجَّل باستعمال الرمز الأحمر، وتمثّل بدائرة (غير مغطية)، أو مثلث (مغطية) لتوصيل الصوت، وبشكل هلال مفتوح نحو اليمن؛ لفحص توصيل العظام. وحدود النغمة النقية للأذن اليسرى، عادة ما تُسجَّل باستعمال رموز سوداء أو زرقاء، وتمثل

بعلامة x (غير مغطاة)، أو مربع (مغطى)؛ لتوصيل الهواء، وبهلال مفتوح نحو اليسار. وفي بعض الحالات، لا يوجد استجابة للنغمات النقية عند حدود مقياس السمع. ومثل هذه الاستجابات تسجَّل باستعمال الرمز المناسب (مغطى أو غير مغطى)؛ لتوصيل هواء أو توصيل عظام، بإضافة سهم مائل موجَّه لأسفل الزاوية اليسرى لمخطط السمع لاستجابات الأذن اليمنى، وسهم مائل إلى أسفل الزاوية اليسرى من مخطط السمع لاستجابات الأذن اليسرى.



الشكل رقم (٢,٣). محولات متعددة تُستعمل في فحص النغمة النقية (أ) سماعات رأس TDH49/50. (ب) سماعات داخل الأذن ER-3A. (ج) B71 مذبذب عظم.



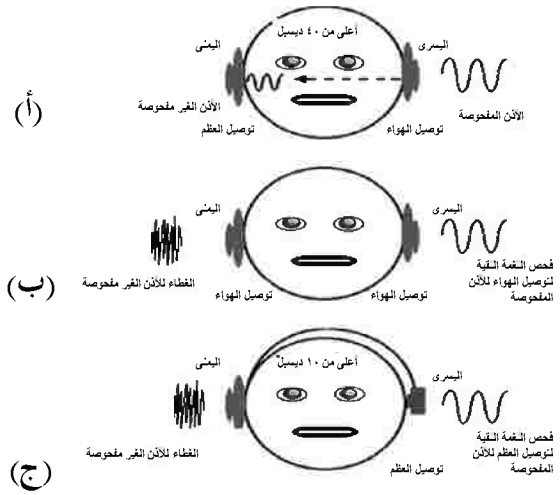
الشكل رقم (٢,٤). رموز مقياس السمع.

متى يتطلَّب الغطاء لفحص توصيل الهواء؟

الغطاء هو استعمال مصدر ضوضاء. وذلك لمنع الأذن التي لا يُراد فحصها من مشاركة أذن المريض في حدود قياس السمع للأذن التي تُفحص . ومصدر الصوت الذي يُستعمل في الغطاء لفحص النغمة النقية، هو ضوضاء موجة ضيقة تتمركز على تردد الفحص (مثال ١٠٠٠ هيرتز ضوضاء ضيقة الموجة إلى الأذن غير المفحوصة، عند تأسيس حد ١٠٠٠ هيرتز في الأذن المفحوصة . والغطاء المستعمل لقياس توصيل الكلام باستعمال ضوضاء كلامية، هي ضوضاء عريضة الموجة تتمركز حول (٥٠٠ و— ٢٠٠٠ هيرتز)، بحيث يتم تصفيتها، لتعكس على المدى الطويل متوسط طيف التخاطب .

ويتطلَّب الغطاء لفحص توصيل الهواء، إذا كان مدى تردد فحص توصيل الهواء في الأذن المفحوصة قد تخطَّى حدَّ توصيل العظام في الأذن غير المفحوصة بمقدار ٤٠ ديسبل مستوى السمع أو أكبر في تردد الفحص نفسه. وعليه. فإن هذا القانون يتطلَّب مقارنة جانبية بين حدِّ توصيل الهواء للأذن المفحوصة، بحدِّ توصيل العظام على التردد نفسه على المقابل أو في الأذن

غير المفحوصة. وقد تم اختيار المعيار ٤٠ ديسبل مستوى الصوت كتخمين محافظ، بوصفه حدًّا أدنى لتخفيف السمع الداخلي لفحص توصيل الهواء. وتخفيف السمع الداخلي، هو المقدار الذي من خلاله يتم تخفيض الإشارة المقدمة إلى الأذن المفحوصة أثناء عبور الجمجمة إلى الأذن غير المفحوصة (Royster-Clark2007). والشكل رقم (٢,٥أ)، يوضِّح العبور إلى الأذن غير المفحوصة، عندما تكون الإشارة أكبر أو مساوية لـ٤٠ ديسبل مستوى الصوت، الذي يُقدِّم للأذن المفحوصة الغطاء المحفز لفحص جميع النغمات النقية، التي تتكوَّن من ضوضاء ضيقة الموجة، المتمركزة حول تردد الفحص إلى الأذن غير المفحوصة، كما في الشكل رقم (٢,٥ب).



الشكل رقم (٢,٥). توضيحات لمعدل انخفاض الصوت داخل الأذن لفحص توصيل الهواء (أ)، وصور القناع لتوصيل الهواء (ب)، وفحص توصيل العظم (ج).

متى يتطلَّب الغطاء لفحص التوصيل العظمي؟

يتطلَّب الغطاء لفحص توصيل العظام، إذا كان مدى توصيل الهواء في الأذن المفحوصة، قد تجاوز مدى توصيل العظام للأذن المفحوصة بمقدار ١٠ ديسبلات

مستوى الصوت، والذي يُشير إلى فجوة بين توصيل الهواء والعظم. إن الحدَّ الأدنى لتخفيف السمع الداخلي لفحص توصيل العظم، هو صفر ديسبل. وعليه فإن المعيار للغطاء يُقلِّل مقارنةً بغطاء فحص توصيل الهواء (الشكل ٢,٥ج). وعليه. فإن هذا القانون يتطلَّب مقارنة على الجانب ذاته بين مدى فحص توصيل الهواء، ومدى توصيل فحص العظام للأذن نفسها على تردد الفحص. وعلى أي حال، فإن الغطاء لفحص توصيل الهواء، يُؤدَّى عبر ضوضاء ضيقة الموجة، تتمركز حول تردد الفحص إلى الأذن غير المفحوصة، باستعمال توصيل الهواء، كما يمكن رؤيته في الشكل رقم (٢,٦)، عندما يكون الغطاء لعتبات توصيل العظم الأيمن، تبقى الأذن اليمنى غير مسدودة، بينما تكون الأذن اليسرى مغطاة بسماعات الرأس، لتمثِّل ضوضاء الغطاء. وفي هذه الحالة، فإن سماعة الأذن تُوضع ببساطة على الجانب الأيمن للرأس، وذلك لعدم سدِّ الأذن اليمنى، ولدعم سماعة الأذن التي وُضعت على الأذن اليسرى.

(أ)

الشكل رقم (٢,٦). صورة المحول لفحص توصيل العظم المقنع في الأذن اليمنى، مع قناع الضجيج، يُقدّم للأذن اليسرى عبر سماعة الأذن. وفي هذه الحالة، فإن سماعة الأذن تُسند على جانب الرأس.

كيف يتم تحديد عتبة تمييز الكلام؟

خلال قياس قوة سمع الكلام، يُطلب من المرضى ترديد قائمة كلمات ذات مقطعين طويلين مثال (كيس رز)، إلى أن يتم ترسيخ عتبة تمييز الكلام، وفي هذه الحالة تخفَّض الكلمات بمقدار ١٠ درجات ديسبل، وتزداد بمقدار ٥ درجات ديسبل، إلى أن يتمكَّن أخصائي السمع من إيجاد أخفض مستوى بالديسبل، حيث يمكن للمريض أن يردد الكلمة بشكل صحيح خلال ٥٠٪ من الوقت (إذًا هذا هو مصطلح عتبة تمييز الكلام). والكلمات ذات المقطعين الطويلين، تُستعمل لترسيخ عتبة تمييز الكلام، والتي تُقدَّم من خلال قائمة مسجلة، أو يمكن لأخصائي السمع أن يستعمل ميكرفونًا لتقديم الكلمات عبر صوت حي مراقب، على الرغم من أنه يفضَّل تقديم صوتي مسجل. وعليه، فإن الاعتماد على النتائج، يكون أكبر مقارنة بين أخصائي السمع والعيادات، وعادة ما يتم استعمال صوت حي مراقب . وفي هذه الحالات التي عادة ما يتم استعمال صوت حي مراقب، فإنه من الضروري أن يقدِّم أخصائي السمع كل مقطع من الكلمة ذات المقطعين عند صفر ديسبل، في حجم وحدات مترية لمقياس السمع لدقة أكبر. إن عتبة استقبال الكلام، يجب أن تكون متوافقة (± ١٠ديسبلات)، مع معدل النغمة النقية للمريض، أو معدَّل مدى النغمة النقية عند ٥٠٠، ١٠٠٠ و٢٠٠٠ هيرتز في جلسة فحص يتم الاعتماد عليها.

وأحيانًا لا يمكن قياس عتبة استقبال الكلام، ويكون أخصائي السمع ببساطة مهتمًا بقياس مستوى السمع، والذي يكون المريض فيها مدركًا للكلام (عتبة تمييز الكلام). ويجب أن تكون عتبة تمييز الكلام متفقة بشكل جيد مع عتبة أفضل نغمة نقية للمريض؛ لأن عتبة تمييز الكلام مجرد مقياس للاكتشاف، ولا تتطلَّب تعريفًا للكلمة ذات المقطعين الطويلين، والجدول رقم (٢,٢) يلخِّص تفسير عتبة استقبال الكلام .

الجدول رقم (٢,٢). تفسير عتبة تمييز الكلام .

عتبات التعرف علي الكلام(بالديسبل مستوي السمع)	التفسير
صفر–١٥	طبيعي
١٦–٢٥	طفيف
٢٦–٤٠	معتدل
٤١–٥٥	متوسط
٥٦–٧٠	متوسط الي شديد
٧١–٩٠	شديد
٩٠ <	عميق

كيف يمكن تحديد إحراز نقاط تمييز الكلمة؟

مقياس آخر شائع يقوم به أخصائي السمع، وهو إحراز نقاط تمييز الكلمة، حيث يقوم المريض بترديد قائمة من ٥٠ كلمة ذات مقطع واحد، وتكون كلمات متوازنة صوتيًّا، حيث يتم من خلالها احتساب نسبة إحراز النقاط الصحيحة. وللمرضى البالغين، فإن قوائم الكلام الأكثر شيوعًا، هي (NU-6) متكلم ذكرًا كان أو أنثى، أو (CID-22) للمتكلم الذكر. وبالنسبة للأطفال، يعدُّ (PBK-50) أكثر قائمة كلمات تُستخدم. إن أفضل تمرين، هو استعمال قائمة الخمسين كلمة كاملة، ما لم يفوّت المريض كلمتين أو أقل خلال الخمس وعشرين كلمة الأولى. وإذا تم تفويت أكثر من كلمتين في الخمس وعشرين كلمة، فإن أفضل تدريب، هو ترديد كامل كلمات القائمة. وللأسف، فإن العديد من أخصائيي السمع يستعملون تقديم صوت حي مراقب للكلمات ذات المقطع الواحد. وفي هذه الممارسة، فإن أخصائي السمع يستعمل

ميكروفونًا لتقديم الكلمات حية (غير مسجلة)، ويقوم/تقوم بمراقبة الجهد الصوتي لمستوى التقديم الذي يقوم به، وذلك بمراقبة مقياس وحدة الصوت على مقياس السمع. والهدف هو بلوغ الكلمات ذروة مرحلة الناقل، ويكون لفظ الكلمة عند صفر ديسبل على مقياس وحدات السمع، ولكن يدع مستوى التقديم الحقيقي للكلمة يسقط أكثر من التقديم الطبيعي. ويمكن أن يُتخيَّل أن هذا ليس التدريب الأكثر تفضيلًا، وسوف يخلق هذا تغيرات ملحوظة أثناء قيام أخصائي السمع به. ويتطلَّب التدريب الأفضل عرض الكلمات الـ ٥٠ في تصميم (شكل معين)، معتمدًا على استعمال قرص مدمج، أو يتم عرض قوائم الكلمات على شريط. والكلمات التي تُعرض على مستوى ديسبل، والتي يمكن للمريض أن يسمعها بوضوح، تكون لمعظم المستمعين الطبيعيين أعلى بمقدار ٤٠ ديسبلاً عن عتبة استقبال الكلام (أي ٤٠ ديسبل مستوى الصوت أو مستوى الإحساس). الجدول رقم (٢,٣) يُقدِّم إرشادات لتفسير إحراز نقاط تمييز الكلمة.

متى يكون غطاء عتبة تمييز الكلام مطلوبًا؟

يكون الغطاء لفحص عتبة تمييز الكلام مطلوبًا، إذا تخطَّى عتبة تمييز الكلام في الأذن المفحوصة توصيل العظم في الأذن غير المفحوصة، ويكون في أفضل حالاته عند أي من ترددات الكلام (٥٠٠، ١٠٠٠ أو ٢٠٠٠ هيرتز)، بمقدار ٤٠ ديسبلاً أو أكثر. ويُستخدم الغطاء لقياس الكلام ضوضاء الكلام التي تعرض على الأذن غير المفحوصة عبر توصيل الهواء.

الجدول رقم (٢,٣). تفسير درجات تمييز الكلمة .

نسبة تفسير درجات تمييز الكلام (١٠٠٪)	التفسير
١٠٠–٩٠	طبيعي
٨٨–٧٦	طفيف من الصعوبة
٧٤–٦٠	متوسط الصعوبة
٥٨–٥٠	ضعيف
أقل من ٥٠	ضعيف جدا

متى يكون غطاء تمييز عتبة الكلمة مطلوبًا؟

يكون الغطاء لفحص تمييز الكلمة مطلوبًا، عندما يتخطَّى عرض مستوى الكلمات في الأذن المفحوصة عتبة توصيل العظام في الأذن غير المفحوصة، ويكون في أفضل حالاته، عندما يكون بمقدار ٤٠ ديسبلاً أو أكثر في أي من ترددات الكلام (٥٠٠ و –٢٠٠٠ هيترز)؛ وذلك لأن فحص تمييز الكلمة النموذجي، يُجرى عندما يكون مستوى الصوت ٤٠ ديسبلاً (بالإشارة إلى مستمع عتبة تمييز الكلام في الأذن نفسها)، وربما يُفترض أن غطاء إحراز نقاط عتبة تمييز الكلام، يجب استعماله دائمًا للمرضى الذين لديهم حساسية سمع متماثلة نسبيًّا. ومرة أخرى، فإن الغطاء لقياس السمع يستخدم ضوضاء كلامية تعرض على الأذن غير المفحوصة عبر توصيل الهواء.

كيف تفسّر (تقرأ) مخطط السمع؟

يشمل تفسير مقياس السمع، تحديد نوع فقدان السمع، ومقداره، وشكله. وكما تمت الإشارة مسبقًا، فإن نوع فقدان السمع، يحدِّد عتبات توصيل الهواء، وتوصيل العظم، ويمكن تصنيفه توصيليًّا، أو حسيًّا عصبيًّا، أو مختلطًا. إن مقدار فقدان السمع يُفسّر على مدى من طبيعي — عميق، ويعتمد على معدَّل النغمة النقية، الذي يساوي معدل العتبات عند ٥٠٠، ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ هيرتز. والجدول رقم (٢,٤) يصف حجم فقدان

السمع. ويمكن أن يصنَّف شكل فقدان السمع بأنه سطحي، أو منحدر، أو مرتفع، أو شديد التحدر، أو منخفض، أو منخفض مقلوب، أو عالي التردد، أو متشظٍّ، أو شعبي. ويتميَّز شكل السطحي بتغيّر بسيط أو عدم تغيّر في المدايات (مفردها مدى) عبر الترددات (± ٢٠ ديسبلاً). ويتميز شكل المنحدر بنقص مدايات السمع (أضعف)، كلما زاد التردد. ويمكن أن يكون شكل المنحدر تدريجيًّا، أو حادًا، أو شديد التحدُّر. ويتميَّز شكل المرتفع بزيادة مدايات السمع (تتحسَّن)، كلما زاد التردد. ويمكن أن يكون شكل المرتفع تدريجيًّا، أو حادًا، أو شديد التحدُّر. ويتميَّز شكل الشديد التحدُّر بنقص مدايات السمع (أضعف)، ويكون حادًا جدًّا بين ترددات جواب (النغمة). ويتميَّز شكل المنخفض بأن مدايات السمع تصبح أضعف في الموجات المتوسطة، ويكون أفضل في الترددات المنخفضة والعالية. وعادة ما يكون هذا الشكل مصحوبًا بفقدان سمع وراثي. ويتميَّز شكل المنخفض المقلوب بأن تكون مدايات السمع أفضل في الترددات المتوسطة، وأضعف في الترددات العالية والمنخفضة. ويتميَّز شكل عالي التردد بأن مدايات السمع، تتراوح بين الحدود الطبيعية من ٢٥٠ و— ٢٠٠٠ هيرتز، ويعقبها فقدان سمع عند ٣٠٠٠ و — ٨٠٠٠ هرتز. أما شكل المتشظي، فيتميز بأن تكون مدايات السمع موجودة في الترددات المنخفضة جدًّا. ويتميَّز شكل المثلم بالسمع الطبيعي عند تردد ٣٠٠٠ هيرتز، ونقص حاد عند ترددات ٤٠٠٠ و٦٠٠٠ هيرتز، ويتحسَّن عند ٨٠٠٠ هيرتز. ويمكن ملاحظة هذا الشكل بوضوح لدى المرضى الذين لديهم تاريخ مرضي، وذلك بتعرُّضهم إلى ضوضاء عالية المستوى. وشكل آخر للثلمة أثناء فحص توصيل العظم، عندما يكون السمع أضعف عند تردد ٢٠٠٠ هيرتز، والسمع أفضل عند ١٠٠٠ و٤٠٠٠ هيرتز. ويُسمَّى هذا أحيانًا بثلمة كاهارت، ويمكن مشاهدته لدى المرضى المصابين بتصلُّب الأذن. (الشكل رقم ٢,٧)، يقدِّم توضيحًا للأشكال التي تم مناقشتها أعلاه.

الجدول رقم (٢,٤) تفسير مقدار ضعف السمع بناء على متوسط النغمة النقية .

متوسط النغمة النقية (بالديسبل مستوي السمع)	مقدار ضعف السمع
صفر–١٥	طبيعي
١٦–٢٥	طفيف
٢٦–٤٠	معتدل
٤١–٥٥	متوسط
٥٦–٧٠	متوسط الي شديد
٧١–٩٠	شديد
٩٠<	عميق

الشكل رقم (٢,٧) صورة مقياس السمع.

ما الفرق بين فقدان السمع التوصيلي، والحسي العصبي، والمختلط؟

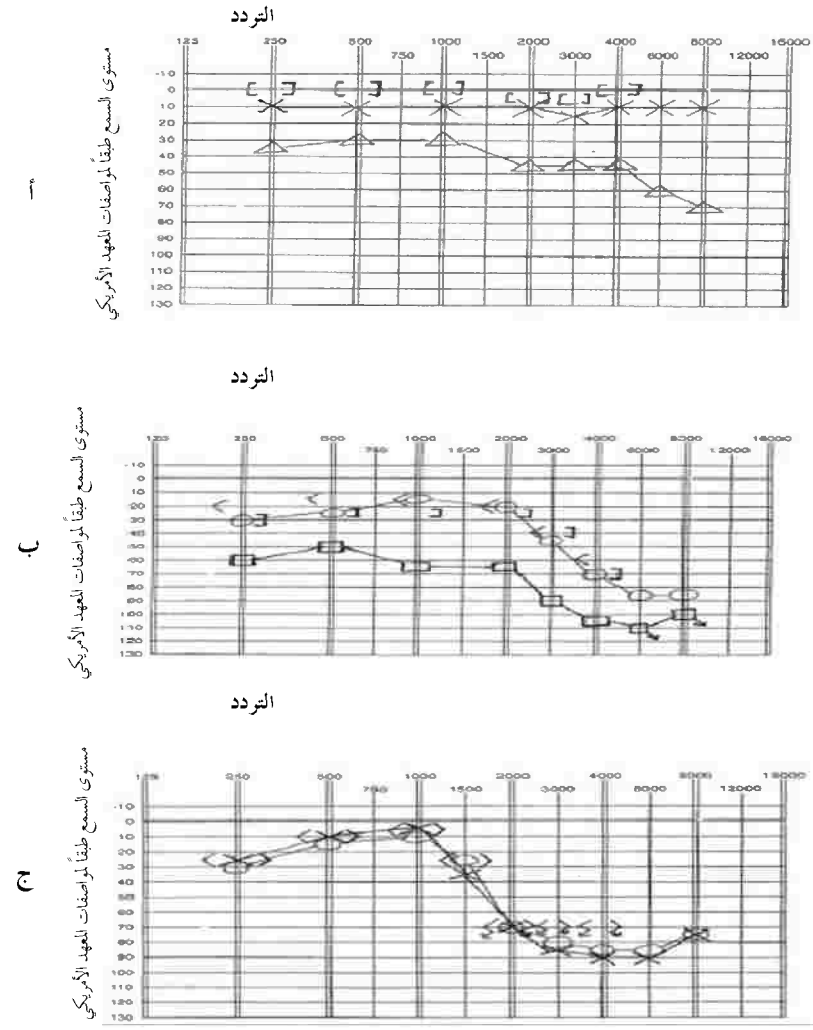
فقدان السمع التوصيلي: هو نتيجة نقل غير فعال للصوت من الأذن الخارجية و/أو الأذن الوسطى إلى الأذن الداخلية، أو وجود أجسام غريبة في القناة السمعية، أو انسداد بسبب الصملاخ. وحالات أخرى، مثل الانسداد الخلقي، والتهاب الأذن الوسطى، وتصلُّب الأذن، يمكن أن تؤدِّي إلى فقدان سمع توصيلي. وعادة ما يتم علاج فقدان السمع التوصيلي طبيًّا أو جراحيًّا.

فقدان السمع الحسي: يكون نتيجة لتلف الأذن الداخلية أو العصب السمعي. وفقدان سمع الضوضاء المستحثة، والشيخوخة، ومرض منيير تُعدُّ أمثلة على فقدان

السمع الحسي. وفقدان السمع الحسي دائم، ولا يمكن إصلاحه طبيًّا أو جراحيًّا. وعلى أي حال، فإن بعض مسببات فقدان السمع الحسي، مثل مرض منيير، وفقدان السمع الحسي المفاجئ، يمكن أن يتحسنا بالعلاج الطبي.

فقدان السمع المختلط: هو فقدان سمعي توصيلي حسي، مثال شخص لديه فقدان سمع شيخوخي، والتهاب مزمن في الأذن الوسطى الارتشاحي، يمكن أن نعدَّه فقدانًا سمعيًّا مختلطًا.

ويُحدّد نوع فقدان السمع بالعلاقة بين مدايات توصيل الهواء وتوصيل العظم. وفي فحص توصيل الهواء، يتم توصيل المنبه عبر سماعات الأذن، أو سماعة داخل الأذن . ويتم فحص توصيل العظم بتوصيل المنبه عبر التذبذب الذي يحدثه مذبذب العظم، والذي يُوضع على الناتئ الخشائي. وعليه فإن الإشارة تمرُّ عبر الأذن الخارجية والأذن الوسطى، ومباشرة تحفِّز الأذن الداخلية. والأفراد الذين لديهم فقدان سمع توصيلي، لديهم مديات توصيل العظم أقل من ١٥ ديسبل مستوى السمع، ونقص بمدايات توصيل الهواء. وفي تخطيط السمع، يُعرف هذا بالفجوة بين توصيل الهواء وتوصيل العظم، وتكون أكبر من ١٠ديسبلات، كما هو واضح للأذن اليمنى (إشارة مثلث). ويوضِّح الشكل رقم (٢,٨) المرضى الذين لديهم فقدان سمع حسي، ولديهم مدايات توصيل هواء وتوصيل عظم منخفضة أكبر من ١٥ ديسبلات مستوى الصوت، ولا يوجد فجوات بين الهواء–العظم. وهذا موضَّح في الشكل رقم (٨، ٢ب)، حيث إن مدايات توصيل العظم، تتراوح بين ٢٠٠٠ — ٤٠٠٠ هيرتز، وهي خارج حدود مقياس السمع. وأخيًرا، فإن المريض الذي لديه فقدان سمع مختلط، يكون لديه مدايات توصيل عظم وتوصيل هواء ناقصة، مع وجود فجوة هوائية — عظمية متزامنة (أي أن مدى توصيل العظام أكبر من ١٥ ديسبل، ويوجد فجوة هوائية — عظمية ملحوظة، يمكن أن ترى ذلك في الأذن اليسري (□) و[)) والشكل رقم(٢,٨ج).



الشكل رقم (٢,٨). مثال على مخططات السمع: توصيلي، وحسي ومختلط (ج-أ). (أ) اليسرى طبيعية، توصيلي يمنى (معتدل من ٢٥٠ إلى – ١٠٠٠ هيرتز، ينحدر تدريجيًّا إلى معتدل حاد من ٢٠٠٠ إلى –٨٠٠٠ هيرتز). (ب) فقدان السمع الحسي بالجانبين (خفيف يرتفع للطبيعي من٢٥٠ إلى ١٠٠٠ هيرتز، وينحدر بشدة من خفيف إلى حاد من ١٠٠٠إلى –٢٠٠٠ هيرتز، مع نقطة دنيا حادة من ٢٠٠٠إلى – ٨٠٠٠ هيرتز). (ج) ارتفاع معتدل إلى طفيف فقدان سمع حسي في الأذن اليمنى من ٢٥٠ إلى – ١٠٠٠ هيرتز، والذي ينحدر بشدة إلى نقطة دنيا حادة ٨٠٠٠ هيرتز، متوسط حاد فقدان سمع مختلط من ٢٥٠ إلى –٢٠٠٠ هيرتز، انحدار شديد إلى فقدان سمع عميق مختلط من ٤٠٠٠ إلى ٨٠٠٠–هيرتز بالأذن اليسرى.

ما معيار مقياس السمع لورم العصب السمعي؟

يُعدُّ العديد من مقاييس السمع مؤشرًا للرايات الحمراء. لاحتمال ورم العصب السمعي. وعوامل مثل فقدان السمع غير المتماثل في الترددات العالية (عند أكبر من أو يساوي موجتين متحاذيتين)، أو إحراز نقاط ضعيف في تمييز الكلمات، أو تكون عتبة المنعكس الصوتي مرتفعة أو غائبة، أو يكون هناك خلل انعكاس سمعي ؛ فربما يوحي كل ذلك بعلة خلف القوقعة، بالإضافة إلى أن نتائج مقياس السمع، وشكاوى المريض من الأعراض أحادية الجانب، أي طنين وضغط بالأذن، وتنميل بالوجه، يجب أخذها بعين الاعتبار كمؤشرات محتملة لعلة خلف القوقعة، خاصة في الجانب الذي فيه الأعراض. وعندما يكون واحد أو أكثر من مؤشرات الراية الحمراء الواردة أعلاه موجوداً، فإنه عادة ما يُوصى بأن يتابع المريض أخصائي الأذن ؛ لاستبعاد العلة خلف القوقعة، والتي عادة ما تشمل استجابة سمعية لجذع الدماغ.

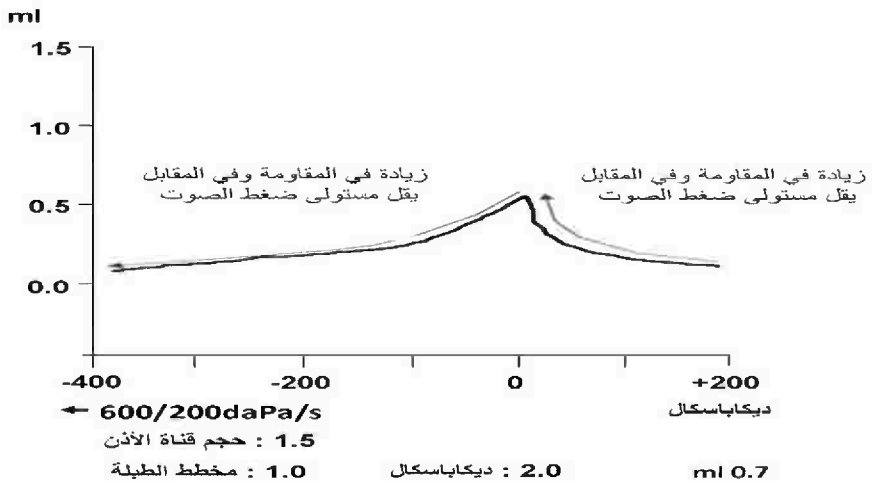
ما مقياس الطبلة؟ وكيف يفسر؟

مقياس الطبلة قياس موضوعي لوظيفة الأذن الوسطى، والذي يحدِّد مقدار الطاقة المحولة من نظام الأذن الوسطى. ويتم الحصول على هذا القياس بوضع مسبار في قناة الأذن، والذي يحتوي على٣ فتحات: مكبر صوت، ومضخة قياس ضغط (الغازات والسوائل)، وميكرفون. ويظهر الشكل رقم (٢,٩) مقياس السمع ومسبرًا مُشاراً إليه بسهم خط غير متقطع. وخلال مقياس الطبلة، يتم تقديم نغمة ٢٢٦ هيرتز بواسطة مكبر الصوت عبر مجموعة المسبر، بينما تقوم مضخة قياس ضغط الغازات والسوائل بتنويع الضغط ذاتيًّا وببطء في قناة الأذن من (+٢٠٠ إلى -٢٠٠) ديكا باسكال . وفي هذا الأثناء، فإن الميكرفون في مجموعة المسبر، يقييس التغيُّر في شدة

ضغط مستوى الصوت، حيث يتنوَّع الضغط. وعندما ينقص المقاومة، أي أن طبلة الأذن أصبحت متصلبة، وتم انعكاس مزيد من الصوت من غشاء الطبلة، ويزداد مستوى ضغط الصوت كلما زاد المقاومة (أي أن طبلة الأذن أصبحت أكثر طواعية، وقلَّ الصوت المعكوس من غشاء الطبلة)؛ فإن قياس ضغط مستوى الصوت يقل. وعند الانتهاء من فحص مقياس الطبلة، يقوم أخصائي السمع بقياس حجم القناة السمعية، وهي المسافة البدنية بين نهاية مجموعة المسبر وغشاء الطبلة. وضغط الأذن الوسطى (أي الضغط على طول الإحداث السيني على مخطط الطبلة، عندما تكون طبلة الأذن في أعلى طواعية، أو عندما يكون الضغط متساوياً في كلا جانبيّ غشاء الطبلة، والكهرباء الساكنة أو الحد الأعلى من المطاوعة (النقطة على طول مخطط الطبلة، حيث تكون كمية الصوت المعكوس أقل ما تكون عليه).

الشكل رقم (٢,٩) .مثال على مقياس السمع الكهربي، يُستعمل لعمل تخطيط الطبلة، وعتبات الانعكاس الصوتي، واضمحلال الانعكاس، وفحص وظيفة قناة أستاكيوس. وتشير مجموعة المسبار إلى السهم غير المتقطع والإدخال للتحفيز بالسهم المتقطع.

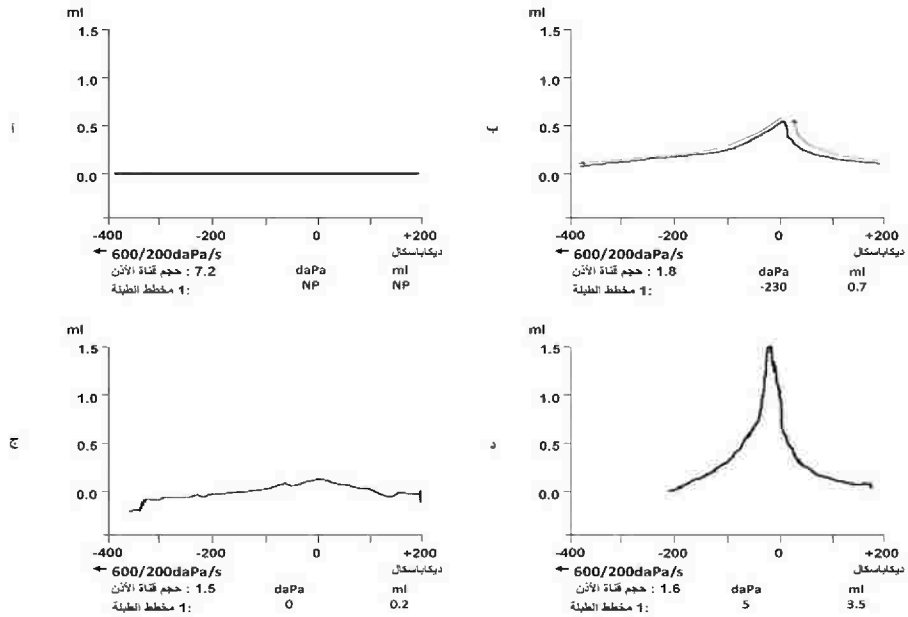
وفي الأذن الوسطى الطبيعية للبالغ، فإن حجم القناة السمعية يكون ما بين ٠,٦ إلى ١,٥ مل، وضغط الأذن الوسطى، سوف يكون ± ١٠٠ ديكا باسكال، والحد الأعلى للطواعية (أي ارتفاع مخطط الطبلة، سوف يكون بين ٠,٣ و١,٤ مل. ويبيِّن الجدول (٢,٥) القيم الطبيعية لتفسير مخطط السمع، بينما يوضِّح الشكل رقم (٢,١٠) تخطيط الطبلة الطبيعي. وإذا كان حجم القناة السمعية أكبر من ١,٥ مل، فربما يوحي هذا بوجود ثقب في غشاء الطبلة، أو في أنبوب معادلة الضغط الوظيفي، الشكل رقم (٢,١١أ)، حيث إن حجم قناة الأذن ٧,٢ مل. وإذا كان حجم القناة السمعية أقل من ٠,٦ مل، فربما يوحي بانسداد صملاخي، والذي يؤدي إلى انسداد مجموعة المسبار أو القناة السمعية الصغيرة غير العادية. وإذا كان ضغط الأذن الوسطى أكبر من ١٠٠ ديكا باسكال، فربما يوحي هذا بوجود خلل وظيفي في القناة السمعية الشكل رقم (٢,١١ب)، بينما يكون ضغط الأذن الوسطى٢٣٠ ديكا باسكال. وإذا كان ضغط الأذن الوسطى أكبر من١٠٠+ديكا باسكال، فربما يوحي بوجود التهاب حاد في الأذن الوسطى. وإذا كانت الطواعية الساكنة أقل من ٠,٣ (mmhos)، فربما يوحي هذا بتيبُّس أو طواعية أقل في نظام الأذن الوسطى، والتي يمكن أن يكون له علاقة – على سبيل المثال– بالتهاب الأذن الوسطى، أو تصلُّب الأذن، الشكل رقم (٢,١١ج)، حيث إن الطواعية الساكنة هي ٠,٢ مل. وإذا كانت الطواعية الساكنة أكبر من ١,٤ (mmhos)، فإن هذا قد يوحي بطواعية زائدة في نظام الأذن الوسطى، والذي قد يكون له علاقة – على سبيل المثال– بوجود ندب في غشاء الطبلة، أو خلل في توصيل عظيمات الأذن الوسطي، (الشكل رقم ٢,١١د)، حيث إن الطواعية الساكنة ١,٥ مل.



الشكل رقم (٢,١٠) مثال على مخطط طبلة الأذن الطبيعي .

الجدول رقم (٢,٥) تفسير لمقياس الطبلة .

المتغيرات	المعدل الطبيعي
حجم قناة الاذن الخارجية	٠,٦ - ١,٥ ملي
ضغط الاذن الوسطي	±١٠٠ daPa
ثابت القبول	٠,٣ - ١,٥ mmhos

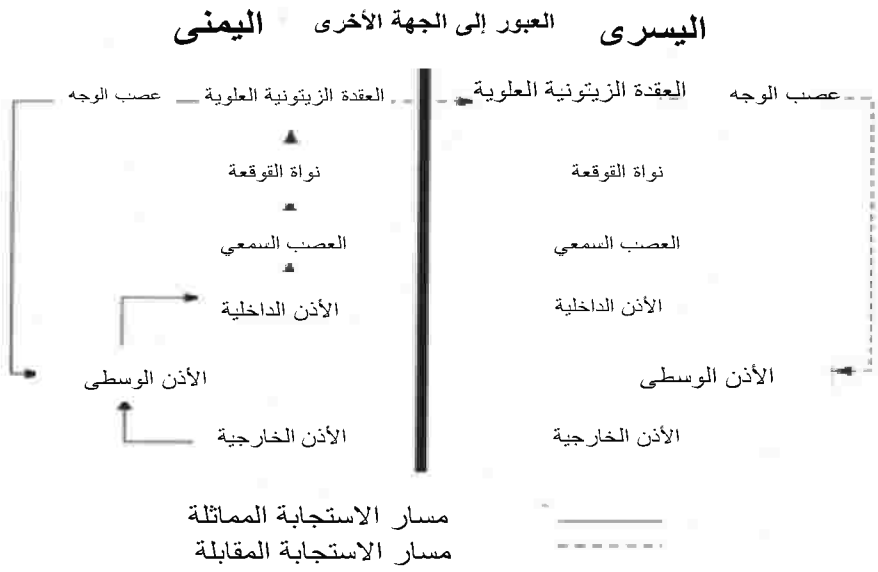


الشكل رقم (٢,١١). (أ) **مخطط طبلة مسطحة مصحوب بتوسع حجم قناة الأذن: رسم توضيحي٢,١١مخططات طبلة غير طبيعية ٢٣٠ديكا–٢,٧مل متناغم مع ثقب الطبلة أوالقناة المفتوحة لبضع الطبلة،(ب)ضغط سلبي ملحوظ (باسكال)، (ج)مخطط طبلة فرط المطاوعة (٠,٥مل).**

ما عتبات الانعكاس الصوتي؟ وكيف يمكن تفسيرها؟

إن تعرُّض قناة الأذن في أي من الأذنين لصوت عالٍ، ينتج عنه الانعكاس الصوتي، أو انقباض العضلة الركابية (وبدرجة أقل للعضلة الموترة للطبلة)؛ مما يسبِّب تيبُّس غشاء الطبلة، ويُسبِّب تغُيراً في انتقال الصوت عن طريق الأذن الوسطى نتيجة لذلك. وهذا التغيُّر في انتقال الصوت، يُقاس على أنه زيادة في مستوى ضغط الصوت بميكرفون مجموعة المسبار. وعتبات الانعكاس الصوتي أو أقل مستوى، والتي يمكن للمنعكس الصوتي أن ينحرف إلى أكبر من أو يساوي ٠,٢مل، وهي مفيدة من الناحية

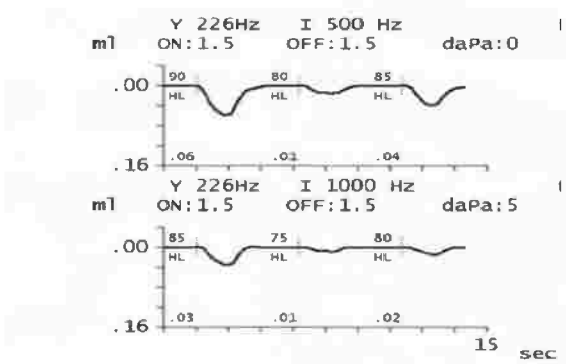
السريرية بالتقييم المباشر لحالة الأذن الوسطى، والتقييم غير المباشر لحالة القوقعة وخلف القوقعة. ويمكن قياس عتبات انعكاس الصوت على الجانب ذاته (المنبه في مسبار الأذن)، أو على الجانب المقابل (المنبه ليس في مسبار الأذن)، بوضعه فوق الأذن، أو داخل القناة السمعية (يُشار إليها بالسهم المتقطع في الشكل رقم (٢,٩)، وعادة ما تُقاس على ترددات: ٥٠٠، ١٠٠٠، ٢٠٠٠ و ٤٠٠٠ هيرتز. ويوضح الشكل رقم (٢,١٢) ممر تنبيه الانعكاس الصوتي على الجانب ذاته (الخط غير المتقطع)، وعلى الجانب المقابل (الخط المتقطع). وكما يمكن مشاهدته في الشكل رقم (٢,١٢)، فإن قياس عتبات الانعكاس الصوتي، لا تقدِّم معلومات تتعلَّق بحالة نظام الأذن الوسطى فقط، بل تقدِّم معلومات عن الأذن الداخلية، والعصب السمعي، ومناطق جذع المخ السمعية السفلي، والعصب الوجهي.



الشكل رقم (٢,١٢) يبيِّن قوس الانعكاس الصوتي، وعلى الجانب ذاته الأيمن (الخط غير المتقطع)، وفي الجانب المقابل الأيمن الخط المتقطع.

وقد وضَّح الشكل رقم (٢,١٣) الآثار التي تمَّ الحصول عليها من فحص عتبات انعكاس الصوت على الجانب المقابل عند ٥٠٠ هيرتز علوي، و ١٠٠٠هيرتز سفلي. وفي الشكل رقم (٢,١٣)، فإن عتبة انعكاس الصوت عند ٥٠٠ هيرتز، يكون ٨٥ ديسبل مستوى الصوت، وعند ١٠٠٠ هيرتز، يكون ٨٠ ديسبل مستوى الصوت، وهذا المستوى أنواع، والذي يُلاحظ فيه انحراف أكبر من أو يساوي ٠٢,٠مل (لاحظ أن تحت اتساع الانعكاس أقل من٠٢,٠، ويزداد اتساع الانعكاس فوق العتبة. والوجود النموذجي لعتبات الانعكاس الصوتي، يكون بين ٧٠ و — ١٠٠ ديسبل مستوى الصوت لدى المرضى ذوي السمع الطبيعي. وتكون الانعكاسات على الجانب المقابل من ٥ و ١٠ديسبل مستوى الصوت بشكل عام. وتكون عتبة الانعكاس الصوتي على الجانب ذاته على تردد متوافق. ويمكن أن تكون عتبات الانعكاس الصوتي موجودة على مستويات إحساس طبيعية، ومستوى أصوات مرتفعة ومنخفضة، أو ربما تكون غائبة تمامًا. ويلخِّص الجدول رقم (٢,٦) تفسير عتبات انعكاس الصوت.

فحص ٢ منعكس العتبات



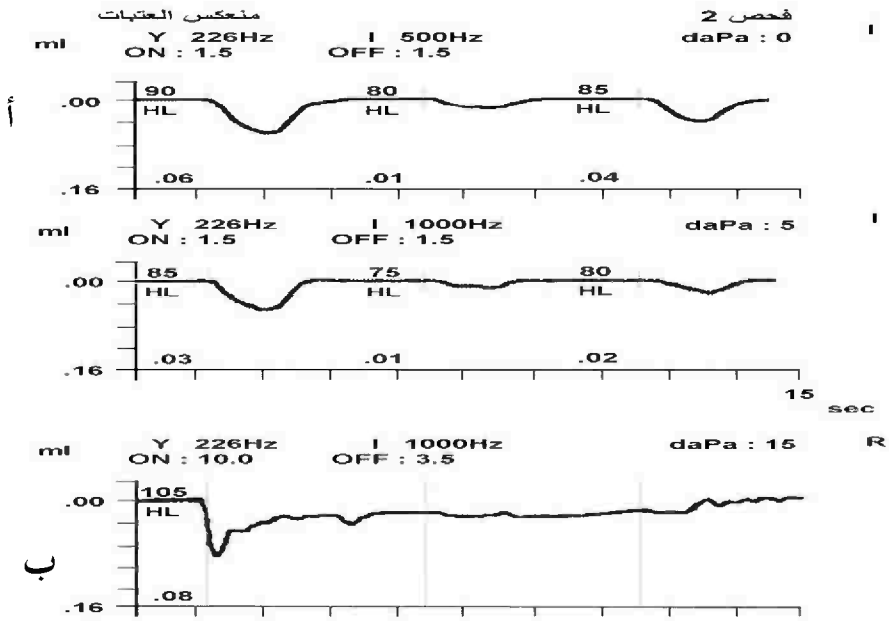
الشكل رقم (٢,١٣). يُبيِّن عتبات الانعكاس الصوتي على الجانب ذاته عند ٥٠٠ هرتز (المنحى العلوي)، و١٠٠٠هرتز (المنحنى السفلي) لمريض ذي سمع طبيعي. وعتبة انعكاس الصوت عند ٥٠٠ هيرتز نشأ عند ٨٥ ديسبل مستوى السمع، وعند ١٠٠٠ هيرتز نشأ عند ٨٠ ديسبل مستوى السمع.

الجدول رقم(٦, ٢) تفسير عتبات الانعكاس الصوتي.

حالة السمع	بداية الإنعكاس الصوتي المتوقع بالديسبل مستوي السمع
طبيعي	٧٠-١٠٠ ديسبل مستوي السمع
ضعف سمعي توصيلي	مرتفع او غير موجود
ضعف سمعي منشأه القوقعة	مستوي إحساس طبيعي أو منخفض
ضعف سمعي منشأه عصب السمع	مستوي إحساس طبيعي او مرتفع او غير موجود

ما اضمحلال الانعكاس الصوتي وكيف يفسر؟

اضمحلال الانعكاس الصوتي هو مقياس مقدار الاضمحلال الصوتي، أو ما مدة بقاء العضلة الركابية منقبضة خلال التنبيه المستمر. ويُقاس اضمحلال الانعكاس من منبه على الجانب المقابل عند ٥٠٠ و ١٠٠٠ هيرتز، وعند ١٠ ديسبلات مستوى الصوت (عتبة الانعكاس الصوتي من الجانب المقابل. ويتم تقديم النغمة باستمرار، ولمدة ١٠ ثوانٍ، وتُعطى تعليمات للمريض بأن يبقى ثابتًا قدر الإمكان. ويشير اضمحلال الانعكاس الصوتي إلى أن حجم انعكاس الانقباض الركابي، لم ينقص بأكبر من أو يساوي ٥٠ ٪ خلال الخمس الثواني الأولى من الفحص، الشكل رقم(٢,١٤ب) بينما يشير اضمحلال الانعكاس الإيجابي إلى أن حجم انعكاس الانقباض الركابي نقص بأكبر من أو يساوي ٥٠ ٪ في الخمس الدقائق الأولى من الفحص، (الشكل رقم٢,١٤ب). وربما يوحي اضمحلال الانعكاس الإيجابي للصوت بمرض خلف القوقعة، ويوصى بقوة بعمل مزيد من التقييم من أخصائي الأذن .



الشكل رقم (٢,١٤) . سلبي(أ) وإيجابي (ب) اضمحلال الصوت عند ١٠٠٠هيرتز.

ما فحص ستنجر؟ وكيف يتم إجراء فحص النغمة النقية والكلام؟

فحص ستنجر ذو فائدة في التشخيص التفريقي لفقدان السمع الوظيفي، عندما يحضر شخص لديه فقدان سمع لا متناسق أو أحادي الجانب (فرق ٢٠ ديسبلات أو أكبر في عتبات السمع بين الأذنين في بعض ترددات قياس السمع، أو عتبة استقبال الصوت. والمؤشرات السريرية إلى احتمال التمارض، ربما تشمل فقدان الاتفاق بين معدل النغمة النقية وعتبة استقبال الكلام (± ١٠ ديسبلات، عندما تكون عتبة استقبال الكلام أفضل من النغمة النقية)، استجابات متضاربة أو مبالغ فيها. وإذا كان مقياس عتبة استقبال الكلام لا يتفق مع المقدرة الأولية للمريض، للإجابة بسهولة عن التاريخ المرضي للحالة أو التعليمات، أو عندما يجيب المريض إيجابيًّا عن كل سؤال في التاريخ

المرضي للحالة فعليًّا. وعلامات أخرى ربما تحذّر أخصائي السمع، وهى أنه ربما يبالغ المريض بفقدان السمع، وذلك إذا كان سبب الزيارة لغرض التعويض، أو كجزء من دعوى قضائية. ويشمل فحص ستنجر، تقديم النغمة النقية أو منبه الكلام (كلمات ذات مقطعين طويلين) لكلتا الأذنين معًا في وقت واحد. ونظريًّا، عندما يتمُّ تقديم منبه النغمة أو الكلام إلى الأذنين في الوقت نفسه، مع منبه أعلى في أذن واحدة، فإن الأذن التي يكون فيها مستوى الصوت هو الأكبر؛ سوف تستقبل الصوت. وفحص ستنجر للنغمة النقية، يقدِّم النغمة للأذن "الأفضل"، أي الأذن التي يكون فيها عتبة الصوت فوق ١٠ ديسبل، والأضعف التي يكون فيها عتبة الصوت المقبول أقل من ١٠ ديسبلات. وإذا استجاب المريض إلى النغمات، فإن أخصائي السمع، سوف يعرف بالضبط أنه/أنها سمع/سمعت بالأذن الأفضل. وعلى أي حال، فإذا أخفق المريض في الاستجابة، فإن هذا يشير إلى أن الشخص يتمارض. وعلى سبيل المثال، فإن لدى المريض عتبة سمع مقبول عند ١٠٠٠ هيرتز في الأذن اليمنى، و ٦٠ ديسبلاً في الأذن اليسرى. ويختار أخصائي السمع فحص ستنجر للنغمة النقية؛ لاستبعاد التمارض، وعليه يقدِّم في وقت واحد نغمة ١٠٠٠ هيرتز للأذن اليمنى، عند ٣٠ ديسبل مستوى الصوت (١٠ديسبل فوق العتبة)، والأذن اليسرى مستوى صوت ٥٠ ديسبل (أقل ١٠ديسبلات من العتبة). وإذا استجاب المريض للنغمات المقدمة، فيعني هذا أن فحص ستنجر سلبي، ويوحي بأن لدى المريض سمعًا أضعف فعليًّا في الأذن التي نحن بصددها. وإذا أخفق المريض في الاستجابة، فإن فحص ستنجر يكون إيجابيًّا، ويوحي بفقدان سمع طبيعي في الأذن الأضعف.

كيف يتم استخدام فحص الشوكة الرنانة سريريًّا؟

نادرًا ما يستعمل أخصائيو السمع فحوصات الشوكة الرنانة، ولكن يستعملها أخصائيو الأذن وأخصائيو الأذن والحنجرة بانتظام أكثر. وإذا لم يجرِ أخصائي السمع مثل هذه الفحوصات، فإنه/فإنها سوف يستعمل مذبذب توصيل العظام على نحو نموذجي، بدلًا من الشوكة الرنانة لتقديم المنبه. وهذا بسبب أنه تم إرسال منبه صافٍ من أي تشويه عن طريق منبه العظام بمستوى شدة معروف ومعاير، ولم تنقص الشدة بمرور الوقت.

وتشمل فحوصات الشوكة الرنانة لقياس السمع فحوص سواباش، وبنغ، وريني، وويبر. وتعمل جميع هذه الفحوص على تحديد نوع ضعف السمع وجهته. ويُستعمل فحص ويبر لتعريف فقدان السمع أحادي الجانب، سواء كان حسيًّا أو توصيليًّا. والشوكة الرنانة (عادة ٥١٢ أو ١٠٢٤ هيرتز)، توضع في خط وسط الجمجمة على جبهة المريض، ويُطلب من المريض تحديد أين سمع/سمعت الصوت. وإذا سمع المريض الصوت في الأذن الأفضل، فإن الفحص يوحي بفقدان سمع حسي في الأذن الأفضل، وإذا سمع المريض الصوت في الأذن الأضعف، فإن الفحص يوحي بفقدان سمع توصيلي بالأذن الأضعف. والأشخاص الذين لديهم سمع طبيعي، أو فقدان سمع حسي بالجانبين، سوف يسمعون الصوت في خط الوسط، أو سوف يسمعون النغمة بكلتا الأذنين بالتساوي. وربما يمكن استعمال فحص ويبر كذلك مع استعمال مذبذب توصيل العظم ،كجزء من تقييم مقياس السمع. وكذلك يُستعمل فحص ريني لتعريف فقدان السمع، إذا كان توصيليًّا أو حسيًّا، ويشمل وضع الشوكة الرنانة بالقرب من القناة السمعية الخارجية ونتوء الخشاء، ويسأل المريض في أي وضع تكون نغمات الأصوات أعلى. وإذا أفاد المريض أن الصوت يكون أعلى، عندما وضعت الشوكة الرنانة على نتوء الخشاء، فإن الفحص يوحي بفقدان سمع توصيلي،

وإذا أفاد المريض بأن النغمة الأعلى كانت عندما وُضعت الشوكة الرنانة عند الأذن الخارجية، فإن الفحص يوحي بفقدان سمع حسي. ويستعمل فحص بنغ إذا كان تأثير الانسداد موجودًا، عندما أغلقت القناة السمعية للمريض. وتُوضع الشوكة الرنانة على نتوء الخشاء، بينما تفتح القناة السمعية وتغلق بالتناوب، وذلك بالضغط على الوتدة. وإذا كان الصوت أعلى عندما تكون قناة الأذن مغلقة، فإن الفحص يوحي بسمع طبيعي، أو فقدان سمع حسي. وإذا كان صوت النغمة ليس الأعلى عندما تكون قناة الأذن مغلقة. فعليه فإن الفحص يوحي بفقدان سمع توصيلي. وفحص الشوكة الرنانة ذات الاستخدام الأقل شيوعًا، وهو فحص سوباتش، والذي يُستعمل لتقدير عتبات توصيل الهواء للمريض، بقياس مقدار الوقت الذي يستغرقه المريض للتوقف عن سماع النغمة، بعد أن تم ضرب الشوكة. والجدول رقم(٢,٧) يقدِّم إرشادات تفسير لفحوصات الشوكة الرنانة الأكثر شيوعًا بنغ، وريني، وويبر.

الجدول رقم (٢,٧). تفسير لفحص الشةكة الرنانة.

فحص الشوكة الرنانة	النتيجة	التفسير
فحص ويبر	يتحول الي الأذن ذات السمع الأفضل	ضعف سمعي حسي في الأذن ذات السمع الأسوء
	يتحول الي الأذن ذات السمع الأسوء	ضعف سمعي توصيلي في الأذن ذات السمع الأسوء
فحص ريني	يسمع االرنين أعلي عن طريق توصيل العظم	ضعف سمعي توصيلي
	يسمع الرنين أعلي عن طريق توصيل الهواء	طبيعي او ضعف سمعي حسي
فحص بنق	يسمع الرنين عند سد قناة الأذن برنمتها أعلي من عدمه	طبيعي او ضعف سمعي حسي
	يسمع الرنين بنفس القوة سواء سدت الأذن او لم تسد	طبيعي او ضعف سمعي حسي

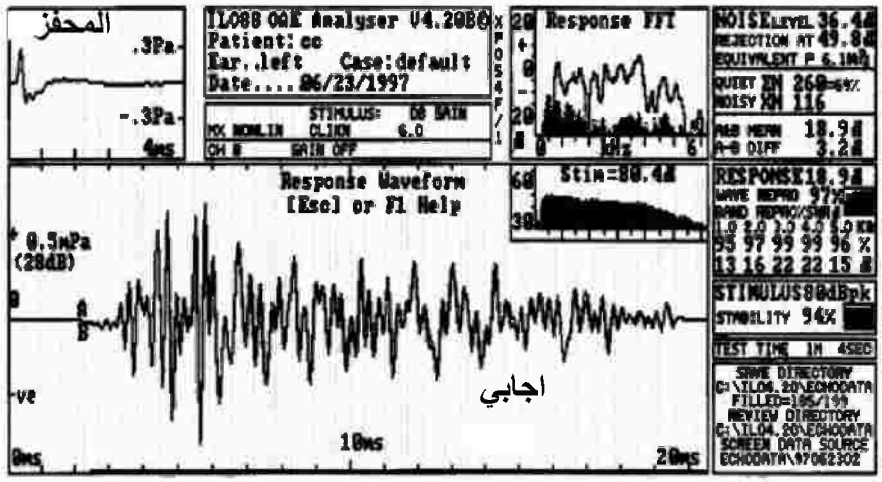
ما الانبعاثات الأذنية السمعية؟ وكيف تفسر؟

الانبعاثات الأذنية السمعية، تشير بشكل عام إلى "صدى القوقعة"، وتعكس العمليات النشطة لخلايا السمع الخارجي للقوقعة. وبالرغم من أن بعض الأفراد لديهم إصدارات أذنية سمعية عفوية، إلا أن معظم الأفراد ليس لديهم ذلك. والإثارة الأذنية السمعية بصورة أوضح، هي إثارة الأصوات الأذنية السمعية العابرة، والانبعاثات الأذنية السمعية المشوهة الناتجة، الأكثر استعمالًا في الإطار السريري للتقييم الموضوعي لوظيفة الخلية الشعرية الخارجية. وتقدّم الانبعاثات الأذنية السمعية معلومات مباشرة فيما يتعلّق بحالة الأذن الداخلية (فقدان سمع حسي غائب، أو متوسط، أو عميق)، ومعلومات غير مباشرة عن حالة الأذن الوسطى (غياب مستوى السمع التوصيلي)، وتكون مفيدة خاصة في تخطيطات سمع حديثي الولادة؛ لتحديد المرض العصبي الحسي، ومراقبة التسمم الأذني، في حالات التمارض المشتبه بها، والمرضى الذين يصعب التعامل معهم سلوكيًّا.

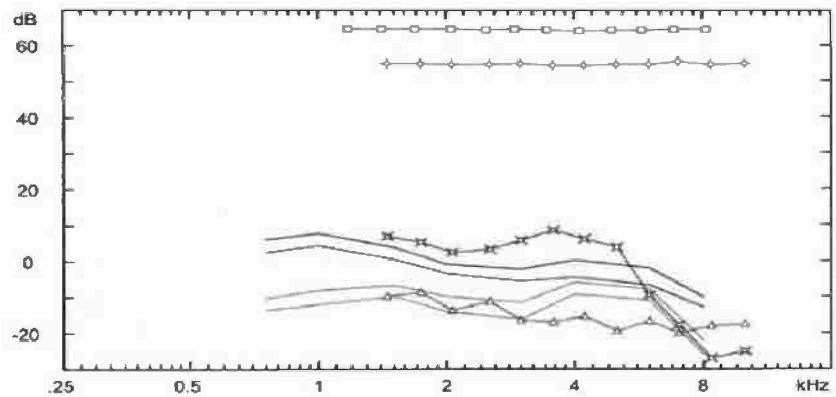
ووجود الانبعاثات الأذنية السمعية، لا يعني أن السمع طبيعي، حيث إن الانبعاثات الأذنية السمعية تبدأ في النقص تقريبًا عند ٣٠ إلى – ٤٠ ديسبل مستوى الصوت (Glattke&Robinette,2007). وعليه فإنه لا يمكن استعمال الانبعاثات الأذنية السمعية لتخمين عتبات السمع. وتُقاس الانبعاثات الأذنية السمعية بمجموعة المسبار، وذلك بوضعها على القناة الأذنية، حيث إنها تحتوي على فتحيتين أو ثلاث فتحات: ١ أو ٢ مكبر صوت لتقديم المنبه، وميكرفون لتسجيل الانبعاثات الأذنية السمعية في قناة الأذن . ويتم قياس الانبعاثات الأذنية السمعية من خلال معدل إشارة إغلاق الوقت، وأجواء الفحص الهادئة وهدوء المريض، تُعدُّ كلها عوامل مهمة.

ويتم إثارة الانبعاثات الأذنية السمعية باستعمال نقرة أو تفجير نغمة منبهة، حيث إن الاستجابة التي يتم الحصول عليها، تمثِّل حركة الخلية الشعرية الخارجية في منطقة التردد، محيط ٢٠٠٠ هيرتز لمنبه النقرة، وعند تردد تفجير النغمة لمنبه تفجير النغمة. ويعتمد التحليل النموذجي لإثارة الانبعاثات الأذنية السمعية على مدى اتساع استجابة التوليد، وإشارة نسبة الضوضاء، والتي تقارن بالبيانات الطبيعية. ويتم تقديم ١٠٠٠ منبه تقريبًا عند مستوى ٨٠ ديسبلاً ذروة التكافؤ مستوى ضغط الصوت، والمدى المقاس عادة ما يكون ٦٠ إلى ٧٠ ديسبلاً أقل من مستوى التقديم (Glattke & Robinette,2007). والشكل رقم(٢,١٥) يوضِّح مثالًا على إثارة الانبعاثات الأذنية السمعية لمنبه النقرة ٨٠ ديسبلاً (peSPL)، تم الحصول عليها من أذن المريض اليسرى، الذي لديه سمع طبيعي. وهذا المريض قُدّم لإثارة الانبعاثات الأذنية السمعية، وتم الحكم عليها من مدى الاستجابة عند ٩،١٨ ديسبل، ويكون توليد الاستجابة عند ٩٥, ٩٧, ٩٩, ٩٩ و ٩٥ ٪ عند ١٠٠٠، ٢٠٠٠، ٣٠٠٠، ٤٠٠٠ و ٥٠٠٠ هيرتز على التوالي الشكل رقم (٢, ١٥).

وتُثار الانبعاثات الأذنية السمعية المشوهة الناتجة بمنبه يقدّم في نغمتين نقيتين F1 and F2)، وهما منفصلتان بالتردد بنسبة ١,٢تقريبًا، وتم تقديم F1 عند ٦٠ ديسبل مستوى ضغط الصوت، وتقديم F2 عند ٥٥ ديسبل مستوى ضغط الصوت في قناة الأذن على التوالي، حيث يُستعمل لمراقبة ملاءمة المسبار خلال الفحص. والكثير من الانبعاثات الأذنية السمعية المشوهة الناتجة، وإثارة الأصوات الأذنية السمعية العابرة، يتم تقييمها على أساس المدى، والتوليد، وإشارة نسبة الضوضاء، التي تُقارن بالبيانات المعارية.



الشكل رقم (٢,١٥). استجابة عبور الانبعاث الصوتي المستدعى من الأذن اليسرى لمريض لديه عتبات مقياس سمعي طبيعي.



مخطط تشويه المنتج **التردد (ف٢)**

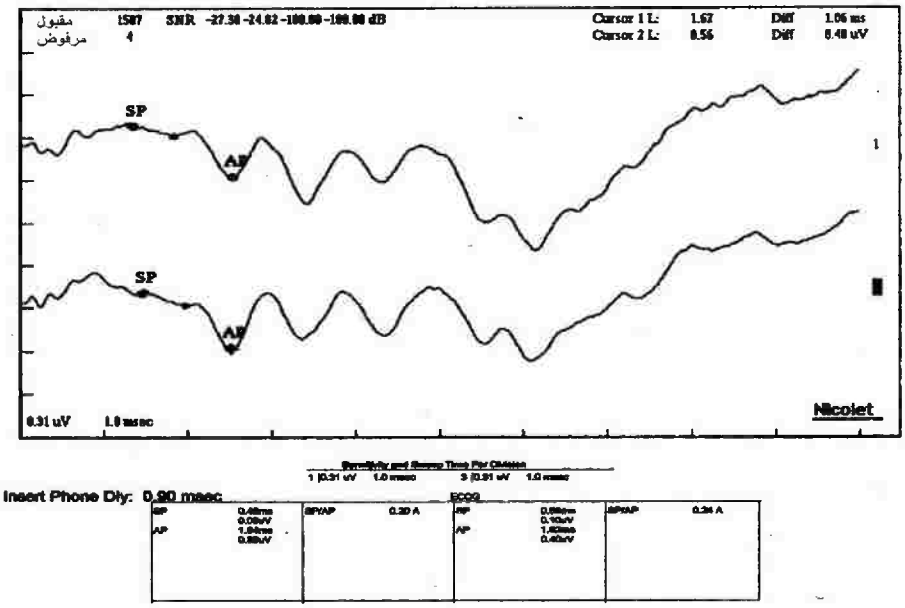
الشكل رقم (٢,١٦). رسام التشويه المنتج، يرسم بيانيًا تشوُّش انبعاثات النتاج الأذني الصوتي من الأذن اليسرى لمريض لديه عتبات مقياس سمع طبيعي. وتشوُّش انبعاثات الناتج الأذني الصوتي، تمَّ قياسها باستعمال طريقة مراقبة تسمم الأذن؛ لذلك تم قياس الانبعاثات ١٥٠٠ إلى ١٠٠٠٠ هيرتز تقريبًا .

ما تخطيط القوقعة الكهربي؟

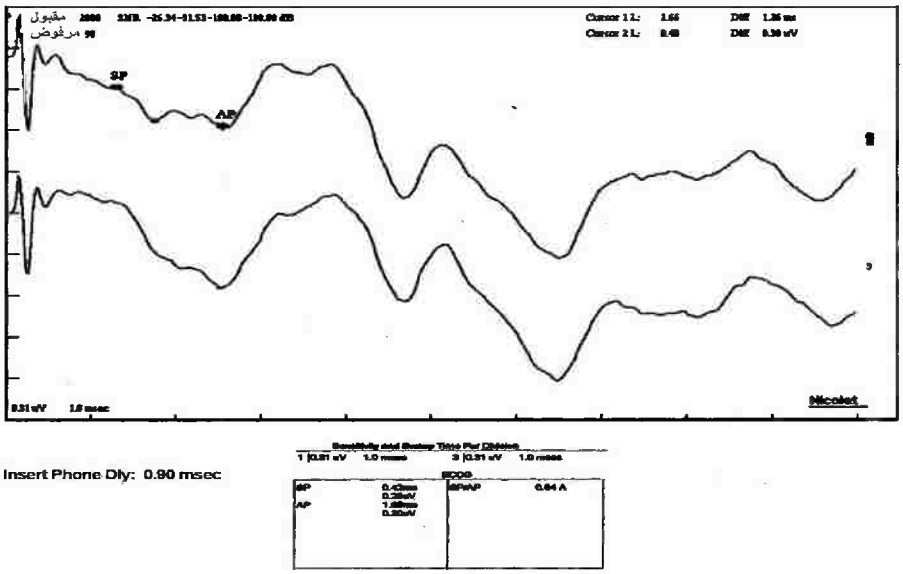
يقيس فحص إثارة السمع كهربائيًّا كمية النشاط الكهربي لجهاز السمع العصبي المركزي والمحيطي، بوصفه استجابة لمنبه سمعي. وينتج عن قياس إثارة السمع كهربائيًّا، توليد شكل الموجة مع الوقت جزء من الثانية، المرسومة على محور (س)، ومدى الميكرفولت على محور (ص)، يستعمل مقدار متغير القيمة في تفسير إثارة السمع كهربائيًّا، ويشمل هذا كمون الاستجابة، وشكل تشكُّل الموجة والمدى، والتي تُقارن بالبيانات الطبيعية. ويتطلَّب فحص إثارة السمع كهربائيًّا حالة استرخاء المريض، واستعمال معدل إغلاق إشارة الوقت، وترشيح تحسين مستوى نسبة إشارة الضوضاء، وتقليل ما يصنعه الإنسان من البيئة الخارجية والداخلية بسبب المريض، مثل مصادر الضوضاء.

وتخطيط القوقعة الكهربي يُعدُّ واحدًا من فحوص إثارة السمع بالجهد الكهربي، والذي يقيس النشاط الكهربي المتولِّد في القوقعة، والعصب القوقعي الدهليزي. ومكونات إثارة السمع كهربائيًّا، هي ميكرفون القوقعة، الذي يعمل بالجهد الكهربي، والجهد الكهربي الجمعي، وفعل الجهد الكهربي المركَّب للعصب السمعي. ومواقع توليد التخطيط الكهربي للقوقعة تتكوَّن من التالي: خلايا الشعر الخارجية، وخلايا الشعر الداخلية، وألياف ناقلة للعصب الجمجمي الثامن البعيد، وعقدة لولبية (Ferraro,2007). وبفحص التخطيط الكهربي للقوقعة، يتم تقديم نقرات قطبية متناوبة منبهة عند أكبر من أو يساوي ٨٥ ديسبل مستوى الصوت (ديسبل مستوى سمع طبيعي) إلى الأذن المفحوصة، ويتم تسجيل الاستجابة بعمل مونتاج للقطب الكهربائي (قطب كهربائي نشط أحادي الجانب على قناة الأذن)، أو يمكن وضعها على غشاء الطبلة، أو نتوء جسدي، وقطب كهربائي مرجعي يتم وضعه على قمة الرأس، أو على شحمة الأذن في الجانب المقابل، وإلكترويد أرضي على جبهة الرأس.

هذه الاستجابة تحدث في الخمس الأولى من جزء من الثانية، عقب عتبة المنبه الصوتي، ويتم تسجيل الأجزاء المكونة على جهاز تخطيط القوقعة الكهربي. ويتم تفسير فحص التخطيط الكهربي للقوقعة بجمع محصل الجهد الكهربي (نشاط الجهد الكهربي نسبة للمدى)، بينما نسبة محصل الجهد الكهربي، هي (نشاط الجهد الكهربي الطبيعي يعدُّ أقل من٠,٥ ميكروفولتات)، والشكل رقم (٢,١٧) يوضِّح تخطيط القوقعة الكهربي الطبيعي. ويُستعمل التخطيط الكهربي للقوقعة بشكل عام في التشخيص التفريقي لمرض منيير، إضافة إلى أنه يمكن استعمال فحص التخطيط الكهربي للقوقعة؛ من أجل تعزيز النغمة لاستجابة جذع المخ السمعي لنشاط الجهد الكهربي؛ بغية في تخطيط القوقعة الكهربي، والمراقبة خلال التشغيل، في محاولة للحفاظ على السمع، وفي تشخيص علة السمع العصبية. والمرضى الذين لديهم مرض منيير، نجد أن محصلة الجهد الكهربي، تكون أكبر من أو يساوي ٠,٥ ميكروفولتات، كما هو موضَّح في الشكل رقم (٢,١٨) . إن من الضروري التذكير بأن أمراض أخرى، يمكن أن تُؤثِّر على آلية غشاء القاعدة، مثل وجود ناصور في القناة الهليزية العلوية، كما أن ناصور اللمف المحيطي، يمكن أن يؤدِّي إلى توسُّع الجهد الكهربي. وعليه فإن نسبة نشاط الجهد ومحصلة الجهد تكون غير طبيعية .



الشكل رقم (٢,١٧) مخطط كهربي طبيعي للقوقعة.



الشكل رقم (٢,١٨) مخطط كهربي غير طبيعي للقوقعة.

ما استجابة جذع المخ السمعي؟

إن فحص جذع المخ، هو قياس عصبي متزامن للعصب السمعي، وجذع المخ السمعي، يعدُّ استجابة لمنبه سمعي. ويُستخدم فحص جذع المخ نقرة و/أو تفجير نغمة منبهة، والتي يتمُّ تقديمها للأذن من خلال إدخال سماعة أذن، أو سماعة رأس، أو منبه توصيل العظم. ويُوضع القطب على قمة الرأس، وعلى كل شحمة أذن أو (الخشاء)، حيث تُستعمل لتسجيل شكل موجة فحص جذع المخ، التي تحتوي على من ٥ إلى — ٧ رؤوس مستدقة (ذروة)، على قمة الرأس، والتي تتولَّد خلال ١٠ من جزء من الثانية الأولى بعد عتبة المنبه، ويتم وضع ملصقات عليها باستعمال أرقام رومانية.

ويشمل شكل موجة استجابة جذع المخ السمعي مولِد مواقع متعددة على طول الجهاز السمعي العصبي. وتؤلِّف الموجة رقم ١ نشاط الجهد الكهربي للأجزاء البعيدة عن العصب السمعي، في حين تؤلف الموجة رقم ٢ النشاط المتزامن للعصب السمعي القريب، والموجة من ٣ إلى ٥, هي المواقع المولدة في جذع المخ السمعي (Hood,1989). والموجة من ١ إلى ٣ و٥، هي الأكثر وضوحًا لمكونات فحص استجابة جذع المخ السمعي، كما أن اتساع هذه الموجات وكمونها، يُستعمل في تفسير استجابة جذع المخ السمعي. إن مقدار متغير القيمة التالية، عادة ما يُستمعل لتفسير مدى، ونسبة مدى الكمون المطلق، والكمونات المطلقة للموجات: ١-٥، و١-٣، و٣-٥، وكمون ضمن الذروة للموجات ١-٥، و٣-٥، و١-٣، وعمل (وظيفة) شدة الكمون، وتحويل الكمون للموجة رقم ٥، مع زيادة نسبة المنبه، وفرق الكمون للسمع الداخلي للموجة رقم ٥، هذا بالإضافة إلى أن تشكُّل شكل الموجة وتكرارها، يُعدُّ عوامل مهمة لتفسير استجابة جذع المخ السمعي. والجدول رقم (٢,٨) يُقدِّم معلومات طبيعية لتنوُّع متغيرات القيمة التي تُستعمل في تفسير الرسيم التصويري وتوضيحه.

إن فحص استجابة جذع المخ السمعي، يكون أداة مفيدة سريريًّا؛ لتخمين حساسية السمع للمرضى الذين يصعب فحصهم من الناحية السلوكية، ويكون كذلك أداة تشخيص عصبي، في محاولة لتقييم حالة خلف القوقعة (أي التشخيص التفريقي لورم العصب السمعي)؛ لمراقبة التشغيل الداخلي، وكذلك يُستعمل في مخطط سمع حديثي الولادة. وعندما يُستخدم فحص استجابة جذع المخ السمعي لغرض تخمين حساسية السمع، فإن شدة المنبه تتناقص تدريجيًّا إلى أقل مستوى يمكن أن تكون فيه الموجة رقم ٥ موجودة، أو يمكن تحديدها. ويُعرف هذا المستوى بعتبة استجابة جذع المخ السمعي، ويمكن أن ينبئ عن حساسية سمع من ٥ إلى ٢٠ ديسبلاً (Arnold,2007). وفحص عتبة جذع المخ السمعي، يجب أن يستعمل منبهات كلٍّ من النقرة وتفجير الموجة؛ للحصول على كثير من المعلومات التشخيصية قدر الإمكان؛ لأن منبه النقرة يُخمِّن حساسية السمع فقط لمدى التردد العريض حول ٢٠٠٠ هيرتز.

وعند القيام بفحص استجابة جذع المخ السمعي للتشخيص العصبي، فإنه يتم تقديم منبهات نقرية فوق مستويات العتبة، وتكون أكبر من أو يساوي ٧٥ ديسبل مستوى الصوت للأذن المفحوصة، وفرق كمون السمع الداخلي للموجة رقم ٥، وكمونات ضمن الذروة للموجة من ١ إلى ٥، تُحلل وتُقارن بالبيانات المعيارية. إضافة إلى أنه يمكن تقديم المنبهات على نحو بطيء (أي ١,٢١منبهات لكل ثانية)، وسريع (أي ١,٦٧ منبهات لكل ثانية)، ونسبة التقديم ومقدار تحولات كمون الموجة، تُحلَّل وتُقارن بالبيانات المعيارية. ومعيار تحويل المريض لفحص جذع المخ السمعي، والسمعي العصبي يشمل فقدان السمع الحسي أحادي الجانب و/أو المتزامن، وطنين أحادي الجانب، والدوخة المتمركزة في أصلها، وضعف فحص إحراز نقاط تمييز الكلمة أكثر من المتوقع، واضمحلال الانعكاس الصوتي الكبير، وغياب عتبات

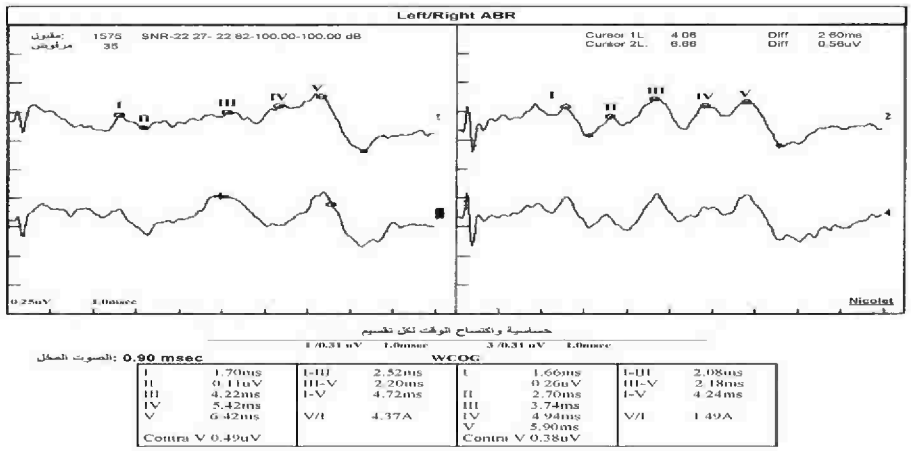
الانعكاس الصوتي. وعند التحويل لعمل فحص جذع المخ السمعي، يجب التذكُّر بأن درجة فقدان السمع وانحداره، يمكن أن يؤثِّر على المقدرة للحصول على نتائج حاسمة.

وبشكل عام، فإن نتائج جذع المخ السمعي للمرضى الذين لديهم ضعف سمعي أكثر من ٨٠ ديسبلاً عند ٢٠٠٠ هيرتز، أو أعلى على مخطط النغمة النقية؛ ربما يؤدِّي إلى نتائج غير نهائية. وفحص جذع المخ السمعي القياسي يكون أكثر حساسية لكشف الأورام المتوسطة والكبيرة (أكبر من ٥,١ سم). وتطبيق سمعي عصبي آخر لفحص جذع المخ السمعي، يشمل استعماله مؤشرًا مؤكدًا قبل العملية؛ لحفظ السمع عقب الجراحة لمريض لديه ورم بالعصب السمعي. إن من المرجَّح أن يكون الحفاظ على السمع للمريض الذي لديه ورم في العصب السمعي، مع تشكُّل ضعيف و/أو أشكال موجات غائبة لفحص جذع المخ السمعي قبل العملية؛ أن يكون صغيرًا.

وتعتمد النماذج الشائعة للحفاظ على بقاء استجابة جذع المخ السمعي على المرض، كما أن فقدان السمع التوصيلي، يؤدي إلى إطالة مدى جميع الموجات. وعليه فإن الكمونات المطلقة للموجة تؤخَّر، بينما الكمونات التي تقع ضمن الرأس المستدق (الذروة)، تكون ضمن الطبيعي. ويمكن أن يؤدِّي فقدان السمع القوقعي إلى غياب الموجة رقم١ أو تأخرها، ومن ثمَّ فإن كمون ضمن الموجة ١-٥ ربما يقلُّ، ويمكن للانحدار الشديد لعمل شدة الكمون أن يبقى. وربما يؤدِّي المرض خلف القوقعة إلى كمونات مطلقة طويلة، وكمونات طويلة ضمن الذروة، واختلاف السمع الداخلي للكمون المطلق للموجة رقم ٥، والتشكيل الضعيف.

الجدول رقم (٢,٨). تفسير القيم الطبيعية لمختلف استجابات فحص جذع الدماغ.

عامل إستجابة فحص جذع الدماغ	القيم الطبيعية
المقدار	٠،٠١ـ ٠،٥ ميكروفولت
مطلق الكمون عند ٧٥ ديسبل مستوي السمع الموجة ١ الموجة ٣ الموجة ٥	 ١،٦ ملي ثانية ± ٠،٢ ملي ثانية ٣،٧ ملي ثانية ± ٠،٢ ملي ثانية ٥،٦ ملي ثانية ± ٠،٢ ملي ثانية
الكمونات بين القمم موجة١ الي موجة ٣ موجة ٣الي موجة ٥ موجة ١الي موجة ٥	 ٢ ملي ثانية ± ٠،٤ ملي ثانية ١،٨ ملي ثانية ± ٠،٤ ملي ثانية ٣،٨ ملي ثانية ± ٠،٤ ملي ثانية
وظيفة شدة الكمون (٥٠ـ٧٥ ديسبل مستوي السمع) الموجة ٥	 ٠،٣ ملي ثانية لكل ١٠ ديسبل
الزيادة في معدل التحفيز (٢١،١لك ثانية الي ٦٧،١ لكل ثانية) التحول في كمون الموجة ٥	 أقل من ٠،٥ ملي ثانية
نسبة المقدار الموجة ٥ /١	 أكبر من ١،٠ ميكروفولت
الفرق في الكمون بين الأذنين للموجة ٥	أقل من ٠،٤ ملي ثانية



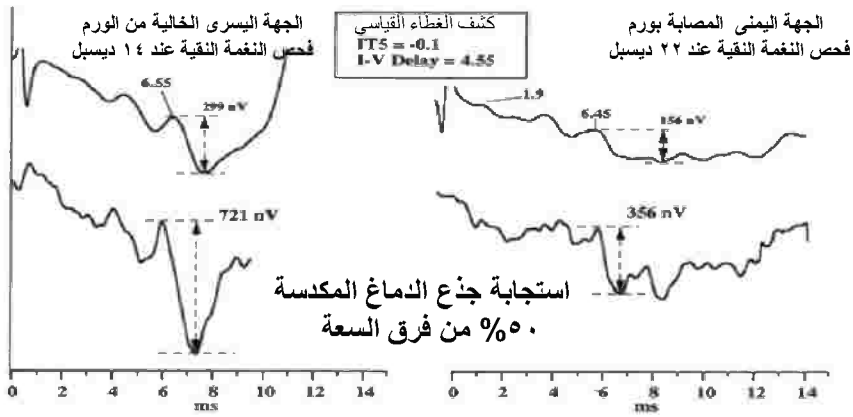
الشكل رقم (٢,١٩). نتائج استجابة جذع الدماغ الصوتية لمريض يشكو باستمرار من الطنين في الأذن اليسرى، وتوحي نتائج استجابة جذع الدماغ الصوتية بخلل وظيفي خلف القوقعة للأذن اليسرى، ولكنها كانت طبيعية بالنسبة للأذن اليمنى.

ما فحص استجابة جذع المخ السمعي المتراكم؟

إنها طريقة جديدة لقياس جذع المخ السمعي، في محاولة لكشف الأورام الصغيرة (أقل من ١سم)، وهي فحص استجابة جذع المخ السمعي المتراكم. إن فحص استجابة جذع المخ السمعي المتراكم يستغرق وقتًا أكثر من فحص استجابة جذع المخ السمعي القياسي، ويتطلَّب ضبطًا أكبر لوضع الحالة، كما أن استجابة جذع المخ السمعي المتراكم، يتطلَّب جمع معلومات أكثر، وجهدا صناعيًّا أكبر للعضلة، من فحص استجابة جذع المخ السمعي القياسي، إضافة إلى أن استجابة جذع المخ السمعي المتراكم، يستعمل مونتاج القطب نفسه، كما هو الحال في فحص استجابة جذع المخ السمعي القياسي، وعليه فإنه يتطلَّب دقة أكبر في المسافة بين الأقطاب .

وفحص استجابة جذع المخ السمعي المتراكم، يستعمل نقرة موجة عريضة من ٦٠ إلى ٦٥ ديسبل مستوى الصوت؛ لتنبيه منطقة تردد عريضة للقوقعة والعصب السمعي بالتطابق والتماثل لفحص استجابة جذع المخ السمعي القياسي، ونقرات (ب) بوجود ضوضاء الترديد العالية القرمزية، وتنوُّع تردد القطع (٨٠٠٠، ٤٠٠٠، ٢٠٠٠، ١٠٠٠ و ٥٠٠ هيرتز)؛ لفصل الاستجابات لمناطق التردد الأكثر تفردًا للقوقعة والعصب السمعي (Don, Kwong, Tanka, Brackmann & Nelson 2005).

وأما الاستجابات للنقرات في وجود حجب للضوضاء، فإنها قد جُمعت أو تراكمت لتخمين النشاط العصبي الكلي، ويُقارن مدى نتيجة فحص استجابة جذع المخ السمعي المتراكم بالبيانات المعيارية، و/أو بمدى فحص استجابة جذع المخ السمعي المتراكم للأذن المقابلة. وللمرضى الذين لديهم مرض خلف القوقعة، فإن مدى فحص استجابة جذع المخ السمعي المتراكم، سوف ينقص أيضًا في السمع الداخلي للموجة رقم ٥. ويُوضِّح الشكل رقم (٢,٢٠) نتائج فحص استجابة جذع المخ السمعي المتراكم لمريض لديه ورم في العصب السمعي الأيمن. ويجب ملاحظة ذلك؛ لأنه قياس يعتمد على المدى، وأن درجة فقدان السمع القوقعي ربما يُقلِّل مدى الاستجابة. وبالتالي يؤدِّي إلى نتائج غير حاسمة.

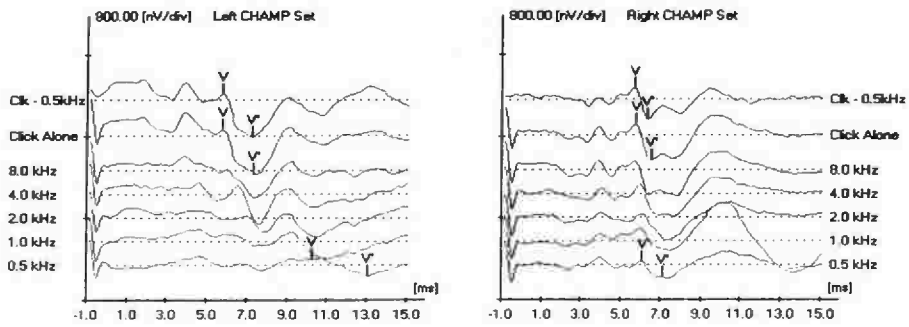


الشكل رقم (٢,٢٠). نتائج استجابة جذع الدماغ الصوتية المكدسة لمريض لديه ورم عصبي ١ سم في الأذن اليمنى. ولدى هذا المريض اختلاف كمون طبيعي بين الأذنين للموجة رقم ٥، وكمون طبيعي في الموجة ١- إلى ٥ بين الذروة للأذن اليسرى في استجابة جذع الدماغ الصوتي القياسي. ونقص المدى إلى ٥٠ ٪ في استجابة جذع الدماغ الصوتية المكدسة في جانب الورم، مقارنة بالجانب الذي لا يوجد فيه ورم.

ما طريقة تحليل تقنيع موه القوقعة؟

فحص طريقة تحليل تقنيع موه القوقعة، يُستخدم للتشخيص التفريقي لمرض منيير؛ لأن مرض منيير يبدِّل آلية الغشاء القاعدي، وطريقة معلومات نتوءات القوقعة السمعية. ويعتقد أن تردد غطاء الموجة المنخفضة يكون أقل تأثيرًا لغطاء مناطق التردد العالي للقوقعة (Don, Kwong, Tanka 2005). ويستعمل فحص طريقة تحليل تقنيع موه القوقعة منتج القطب الكهربائي نفسه؛ لفحص استجابة جذع المخ السمعي القياسي، بينما يتم تسليم منبهات النقرة إلى الأذن، في وجود ضوضاء التردد العالية القرمزية، وتنوُّع تردد القطع بالتماثل، لإجراء استجابة جذع المخ السمعي القياسي نفسه.

والمرضى الذين لديهم مرض منيير، نجد أن الموجة رقم ٥ ، تزيد بالكمون، مع استمرار تقديم كميات كبيرة من طاقة الموجة المنخفضة في حجاب الضوضاء، بينما للمرضى الذين ليس لديهم مرض منيير، فإن الموجة ٥ تزداد في كمون مساوٍ لحجم تردد الموجة المنخفضة في ساتر الضوضاء. ويُوضِّح الشكل رقم (٢,٢١) استجابة طريقة تحليل تقنيع موه القوقعة لمريض لديه مرض منيير في الأذن اليمنى. واستجابة الأذن اليسرى كان ضمن الحدود الطبيعية، كما أن كمون الموجة رقم ٥ ، يزداد أكثر كلما توسَّع طيف ساتر الضوضاء. وعلى أي حالة، فإن استجابة الأذن اليمنى كانت غير طبيعية، حيث إن كمون الموجة رقم ٥ أخفق أن يتحوَّل بشكل ملحوظ.



	اليسرى	اليمنى	الطبيعي ١
تأخر (ms)	4.50	0.31	>0.30
الكمون	0.98	0.89	>0.95

لشكل رقم (٢,٢١) . رسم تحليل غطاء موه القوقعة . نتيجة طبيعية وُجدت في الأذن اليسرى، كما لُوحظت بانتقال كمون موجة الخامسة . وعلى أي حال، فإن نتائج الأذن اليمنى كانت غير طبيعية، حيث كان انتقال كمون الموجة الخامسة غير ملحوظ.