

RESOUND IN-SITU-AUDIOMETRIE – EIN AUDIOMETER IN IHREM HÖRSYSTEM

Jenny Nesgaard Pedersen, Au.D.

Kurzfassung

Tonaudiometrische Hörschwellen sind der Standard für die Beschreibung des Hörvermögens. Die Funktionen der In-Situ-Audiometrie ermöglichen es, dass Messungen im Ohr mit den erwarteten akustischen Parametern im Gehörgang durchgeführt werden. Dieses Feature ermöglicht es dem Akustiker, audiometrische Messungen durchzuführen und das Hörsystem als Wandler für die Darbietung der Stimuli zu nutzen. Die ReSound In-Situ-Audiometrie bietet ein Mittel, um die Hörempfindlichkeit des Patienten komfortabel und genau zu messen, wobei die Ergebnisse vergleichbar sind mit den Hörschwellen, die auf andere Art mit der konventionellen Audiometrie ermittelt wurden.

Die Tonaudiometrie liefert dem Kliniker in der Audiologie frequenzspezifische und ohrspezifische Informationen über die Hörempfindlichkeit des Patienten. Die tonaudiometrischen Schwellen sind der Standard für die Beschreibung des Hörvermögens.

Die Audiometrie war für mehrere Jahrzehnte das Zentrum der klinischen Audiologie. Systematische Beschreibungen zum Ermitteln der Sinustonschwellen mit audiometrischen Messungen werden in der Literatur bis zurück in die späten zwanziger Jahre des letzten Jahrhunderts beschrieben¹, wobei in den folgenden Jahrzehnten nur geringe Änderungen vorgenommen wurden^{2,3}. Zusätzliche Tests wurden seitdem zu der Testbatterie hinzugefügt, um die Sensitivität für eine periphere und zentrale Dysfunktion des auditorischen Systems zu erhöhen^{4,5}. Eine neuere Ergänzung der klinischen Praxis war die Einführung von Hörsystemen, welche die Funktion der In-Situ-Audiometrie bieten.

In diesem Artikel werden die Funktionsweise und die Vorteile diskutiert, die von der In-Situ-Audiometrie zu erwarten sind, so wie die Genauigkeit der Daten des Hörvermögens, die mit diesem Test erhoben werden.

IN-SITU-FUNKTIONSWEISE

Der Ausdruck „In-Situ“ in diesem Kontext bezieht sich auf Features, die es ermöglichen, Messungen im Ohr über das Hörsystem des Patienten durchzuführen, wobei die akustischen Parameter im Gehörgang berücksichtigt werden (z.B. Otoplastik und Gehörgangsröhrrestvolumen)⁶. Die In-Situ-Audiometrie ermöglicht es dem Kliniker und dem Hörgeräteakustiker audio-

metrische Messungen durchzuführen und dabei das Hörsystem als Wandler für die Darbietung der Stimuli zu nutzen.

Die In-Situ-Funktionen sind seit einigen Jahren in Hörsystemen kommerziell verfügbar. Frühere Ausführungen umfassten die Fähigkeit, die Most Comfortable Levels (MCL) und die Unbehaglichkeitsschwelle (UCL) zu messen und dabei das Restvolumen des versorgten Ohres zu berücksichtigen⁷. Neuere Ausführungen der In-Situ-Audiometrie ermöglichen auch die Messung der Hörschwelle. Mit diesem Feature können die Hörschwellenwerte des Patienten mit dem Ziel einer Hörsystemanpassung gefunden werden. Die gemessenen Hörschwellenwerte sollten gleich sein oder sehr nahe bei den Schwellen liegen, die mit einem konventionellen Audiometer ermittelt wurden. Frühere Ausführungen waren nicht in der Lage, diese Erwartungen zu erfüllen. Die In-Situ-Audiometrie von ReSound wurde basierend auf einem weit verbreiteten Audiometrie-standard entwickelt, um einheitliche Eigenschaften und eine Vergleichbarkeit der Messergebnisse mit den Werten sicherzustellen, die mit der zurzeit akzeptierten konventionellen Audiometrie ermittelt wurden⁸.

GENAUIGKEIT DER MESSUNGEN MIT DER RESOUND IN-SITU-AUDIOMETRIE

Bei der Durchführung der konventionellen Audiometrie wird erwartet, dass die Test-Retest-Werte nicht mehr als 10 dB HL voneinander abweichen⁹. Vorherige Studien haben ergeben, dass die Reliabilität der unversorgten Test-Retest-Schwellen bei der In-Situ-Audiometrie der erwarteten Test-Retest-Reliabilität bei der konventionellen Audiometrie entspricht.

ReSound

■■■■■■■■■■
rediscover hearing

Es wurde eine Untersuchung mit dem Ziel durchgeführt, einen Einblick in die Genauigkeit der Schwellenmessungen bei der In-Situ-Audiometrie zu erhalten. In dieser Pilotstudie wurde die In-Situ-Audiometrie an 14 Testpersonen mit einem bekannten mittel- bis hochgradigen Hörverlust durchgeführt. Die individuellen Hörschwellen wurden mit der ReSound In-Situ-Audiometrie in Kombination mit dem ReSound Alera™ 967 Mini-HdO durchgeführt, das mit einer individuellen Otoplastik mit abgedichtetem Vent oder einem Comply Snap Tip (für Probanden, die kein eigenes Ohrpassstück hatten) verbunden war. Die Hörschwellen der Testteilnehmer wurden mit der konventionellen Audiometrie überprüft (durchgeführt mit dem AURICAL Audiometermodul in Kombination mit den Wandler TDH39 und den circumauralen Polstern ME70). Folgende Streuung ergab sich bei der Datenverteilung für 500, 1000, 2000 und 4000 Hz.

500 Hz

Variable	Min	Max	Mittelwert
Konventionelle Audiometrie	10	80	37,500
ReSound In-Situ-Audiometrie	10	85	38,714

1000 Hz

Variable	Min	Max	Mittelwert
Konventionelle Audiometrie	10	80	47,500
ReSound In-Situ-Audiometrie	10	80	46,071

2000 Hz

Variable	Min	Max	Mittelwert
Konventionelle Audiometrie	25	80	56,250
ReSound In-Situ-Audiometrie	30	80	59,036

4000 Hz

Variable	Min	Max	Mittelwert
Konventionelle Audiometrie	35	100	70,893
ReSound In-Situ-Audiometrie	30	100	69,714

Die Daten oben zeigen, dass der Mittelwert für jede Frequenz so wie die minimalen und maximalen Schwellenwerte für die konventionelle Audiometrie und die ReSound In-Situ-Audiometrie innerhalb der Test-Retest-Toleranz von 10 dB HL liegen.

Mit den Daten wurde ein Abhängiger t-Test durchgeführt, um sicherzustellen, dass keine statistische Differenz zwischen den mit der ReSound In-Situ-Audio-

metrie ermittelten und den mit dem konventionellen Audiometer gemessenen Schwellenwerten existiert. Vor der Anwendung des t-Tests wurden die mit dem konventionellen Audiometer gemessenen Schwellenwerte von den mit der ReSound In-Situ-Audiometrie ermittelten Werten für jede Testperson für 500, 1000, 2000 und 4000 Hz paarweise subtrahiert. Auf diese Weise ließen sich die Hörschwellendifferenzen zwischen den Probanden eliminieren, und es fand eine Analyse der Differenz nur zwischen den Testmethoden statt. Die Ergebnisse der statistischen Analyse sind in Abb. 1 dargestellt.

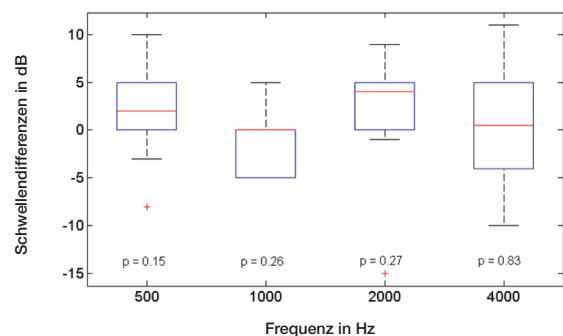


Abbildung 1: Die Schwellendifferenzen aller Versuchspersonen bei 500, 1000, 2000 und 4000 Hz. Die Mittelwerte werden als rote Linie angezeigt, die Kanten der Boxen zeigen die 25. und 75. Perzentile, und die Whiskers markieren die maximalen und minimalen Werte des Datensatzes.

Die p-Werte des Abhängigen t-Tests finden sich unten in der Abbildung 1. Der Test wurde für jede einzelne Frequenz durchgeführt. Die Null-Hypothese war, dass die Differenz zwischen den mit dem konventionellen Audiometer ermittelten Schwellen und den mit der ReSound In-Situ-Audiometrie gemessenen Werten eine randomisierte Probe ist, die aus einer Normalverteilung stammt, wobei der Mittelwert 0 dB HL mit einer unbekanntem Varianz beträgt. Im Gegensatz dazu steht die alternative Hypothese, die besagt, dass der Mittelwert nicht 0 dB HL ist. Die individuellen p-Werte im Diagramm bestätigen die Null-Hypothese bei einem Signifikanzniveau von 0,05 bei jeder Frequenz. Die Differenz zwischen den Testmethoden war nahe oder gleich 0 dB HL bei einem statistisch signifikanten Niveau (500 Hz $p=0,15$, 1000 Hz $p=0,26$, 2000 Hz $p=0,27$, 4000 Hz $p=0,83$). Es wurde ein zusätzlicher Abhängiger t-Test zu den mittleren Frequenzwerten aller Testpersonen durchgeführt, und das Ergebnis dieser Analyse wies auch darauf hin, dass die Differenzen

zwischen den Testmethoden bei einem statistisch signifikanten Niveau ($p=0,33$, $df=11$ bei 95%-Konfidenzintervall) nahe oder gleich 0 dB HL waren. Die Ergebnisse von den beiden audiometrischen Testmethoden hätten derselben Testmethode gemessen sein können. Die Ergebnisse der ReSound In-Situ-Audiometrie sind zuverlässig und direkt mit den Schwellenwerten vergleichbar, die mit der konventionellen Audiometrie ermittelt worden wären.

IN-SITU-AUDIOMETRIE IN AVENTA 3

Die ReSound In-Situ-Audiometrie kann über den Voranpassungsbildschirm in Aventa 3 aufgerufen werden. Es wurde viel Arbeit investiert, um die Funktionsweise, die von einem konventionellen Audiometerinterface zu erwarten ist, nachzubilden.

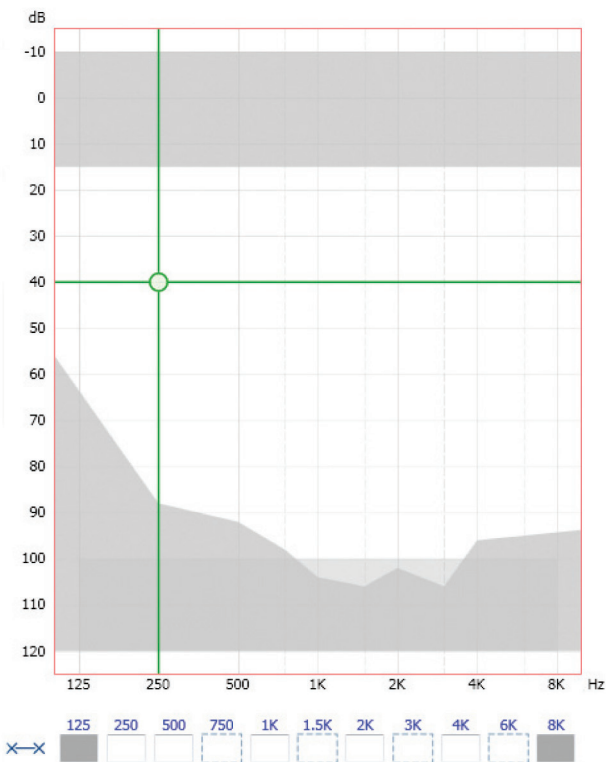


Abbildung 2: Ansicht des ReSound In-Situ-Audiometriemoduls in der Anpasssoftware Aventa 3.

Es stehen Sinustöne und Wobbeltöne als Stimuli zur Verfügung. Die Dauer der Stimuluspräsentation kann manuell variiert oder in den Benutzereinstellungen ausgewählt werden.

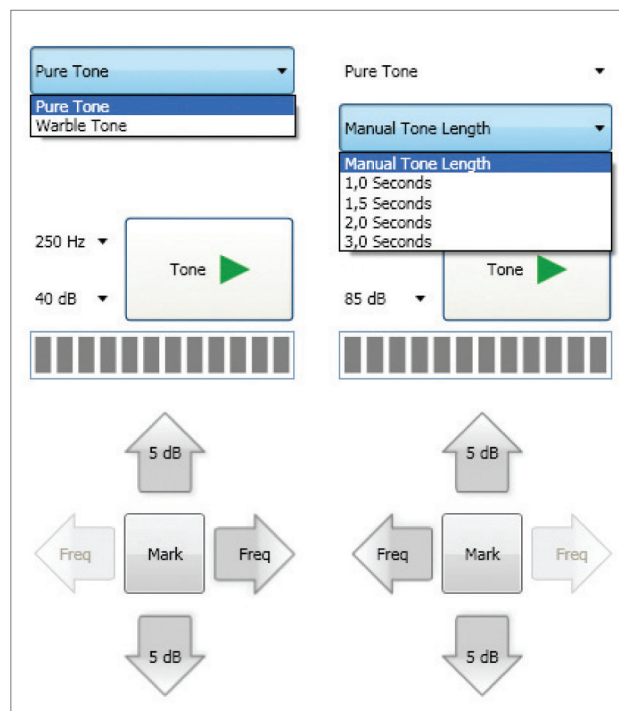


Abbildung 3: Änderung der Auswahl und Dauer der Stimuli im ReSound In-Situ-Audiometriemodul.

Es ist auch eine Sprechfunktion mit einem linearen Verstärkungssteller verfügbar, so dass eine Erhöhung der Sprecherlautstärke möglich ist.

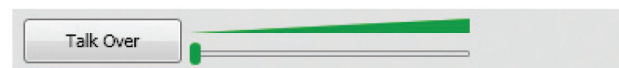


Abbildung 4: Hinsprechfunktion im ReSound In-Situ-Audiometriemodul

Es ist auch möglich, die Hörschwellen, die mit der konventionellen Audiometrie ermittelt wurden, mit der In-Situ-Audiometrie zu kombinieren.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Feature der ReSound In-Situ-Audiometrie ermöglicht es den Kliniker oder Hörgeräteakustiker die Audiometrie mit dem Hörsystem als Wandler zur Präsentation der Stimuli durchzuführen. Dies hat das Potential dem Ablauf der Hörsystemanpassung bequemer und effizienter zu gestalten, weil die Möglichkeit, Stimuli über das Hörsystem zu präsentieren, weniger Geräte und Platz erfordert sowie weniger zeitaufwändig ist. Dieses Feature bietet die Mittel, die Hörempfindlichkeit des Patienten zu messen, wobei die resultierenden Hörschwellen vergleichbar sind mit den Werten, die auf andere Art mit der konventionellen Audiometrie ermittelt wurden.

LITERATUR

1. Bunch, C.C., Age Variations in Auditory Acuity. Archives of Otolaryngology, 1929. 9(6): p. 625-636.
2. Bunch, C.C., Clinical Audiometry. 1943, St. Louis: Mosby.
3. Carhart, R. and J.F. Jerger, Preferred Method for Clinical determination of Pure-Tone Thresholds. Journal of Speech and Hearing Disorders, 1959. 24(4): p. 330-345.
4. Hall, J.W. and H.G. Mueller, Audiologists' Desk Reference. 1997, San Diego: Singular Publishing Group Inc.
5. ASHA, Preferred Practice Patterns for the Profession of Audiology. 2006.
6. Smith-Olinde, L., et al., Test-Retest Reliability of In-Situ Unaided Thresholds in Adults. American Journal of Audiology, 2006. 15: p. 75-80.
7. Kiessling, J., In-Situ audiometry (ISO). Hearing Instruments, 1987. 38(1): p. 28-29.
8. ANSI, American National Standard Specifications for Audiometers, in S3.6-1996. 1996.
9. Schmuziger, N., R. Probst, and J. Smurzynski, Test-Retest Reliability of Pure Tone Thresholds from 0.5 to 16 kHz using Sennheiser HDA 200 and Etymotic Research ER-2 Earphones. Ear & Hearing, 2004. 25(2).