



28. Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft ERA
HNO-Klinik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
23. und 24. November 2007

Programm und Abstracts

Freitag, 23. November

14:00 **Begrüßung und Eröffnung**

14:15 **Torsten Wohlberedt, Erlangen**
Sprachevozierte Potentiale bei verschiedenen SNR

14:30 **Torsten Rahne, Magdeburg**
Sprachevozierte Potentiale bei CI-Trägern

14:45 **Florian Kandzia, München**
DPOAE-Feinstruktur und DPOAE-Suppression bei Tinnitus-Patienten

15:15 **Andreas Bahmer, Frankfurt**
Laufzeiteffekte in der Cochlea

15:30 **Izet Bajic, Erfurt**
Chirp-BERA: Möglichkeiten und Grenzen

16:00 **Kaffeepause**

16:30 **Gerhard Hoch, Göttingen**
Unterschiede der ASSR bei Maus Mutanten mit Defekt der äußeren Haarzellen (KCNQ4-Knockout) sowie der inneren Haarzellen (Bassoon-Mutante)

16:50 **Roland Mühler, Magdeburg**
Zeitsparende ASSR-Registrierung mit MINT-Stimuli

17:10 **Viktor Koci, Innsbruck**
Erste Erfahrungen: Das ASSR-System von Interacoustics

17:25 **Hellmut von Specht, Magdeburg**
Die ERA der Hallenser Cochlea-Symposien - historische Aktualitäten

17:45 **Technologie-Forum: Kurzvorträge aus der Industrie**

19.30 **Abendessen im Gasthaus „Zum Schad“**

Samstag, 24. November

- 9.00 **Thomas Wesarg, Freiburg**
Fernmessung und -anpassung von CI-Patienten
- 9:15 **Gerlinde Bischoff, Halberstadt**
Entwicklung und Testung von Klebeelektroden
- 9:35 **Thomas Fedtke, Braunschweig**
Neuigkeiten aus der Ohrsimulator-Normung
- 9:50 **Klaus-Vitold Jenderka, Braunschweig**
Rechnersimulation zur zeitlichen Optimierung bei der Bestimmung von Referenz-Hörschwellen

10:05 **Kaffeepause**

10:30 **Sebastian Hoth, Heidelberg**
Elementare Qualitätsmaße bei transienten evozierten Signalen des auditorischen Systems

11:00 **Geschäftssitzung**

Mit freundlicher Unterstützung von:



DPOAE-Feinstruktur und DPOAE-Suppression bei Tinnitus-Patienten

Kandzia, Florian ⁽¹⁾ Neureuther, Carolin ⁽²⁾ Janssen, Thomas ⁽²⁾

(1) Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme / (2) HNO-Klinik
Technische Universität München

Einleitung:

Ziel der Studie war die Untersuchung der Integrität äußerer Haarzellen und der Reflexstärke des efferenten Hörsystems bei Tinnitus-Patienten. Eine mögliche Dysfunktion äußerer Haarzellen sollte mit Hilfe hochaufgelöster DP-Gramme, eine mögliche Dysfunktion des efferenten Hörsystems sollte mittels DPOAE bei Contralateraler akustischer Stimulation (CAS) bestimmt werden. CAS kann eine Verringerung (Suppression) oder eine Erhöhung (Enhancement) des gemessenen DPOAE-Pegels verursachen. Aus diesen Größen lässt sich ein Maß für die Stärke des efferenten Reflexes ableiten (Maison und Libermann 2002). Suppression bzw. Enhancement lassen sich verstärkt bei Frequenzen (f_2) beobachten, an denen eine Feinstruktur-Senke vorliegt (Wagner et al. 2007, Müller et al. 2005).

Methoden:

In der vorliegenden Studie wurden hochaufgelöste DP-Gramme und CAS-DPOAE an Tinnituspatienten (N=15) und an Normalhörenden (N=15) gemessen. Alle Versuchspersonen hatten Hörverluste kleiner gleich 15 dB HL im Tonschwellen-Audiogramm. Die Tinnituspatienten wiesen eine Senke bei 6 kHz auf. Die DPOAE-Feinstruktur wurde im Bereich zwischen 3 kHz und 8 kHz mit einer Auflösung von 47 Hz bei den Primärtonpegeln $L_2 = 60, 50, 40, 30$ und 20 dB SPL aufgenommen. Zur Bestimmung der Reflexstärke des efferenten Hörsystems wurden jeweils in einer Feinstruktursenke (Frequenz $f_2 = f_{\text{dip}}$) DPOAE-Pegelgebirge ($L_2 = 60-20$ dB SPL, $L_1 = 0.4 \cdot L_2 + 39 \pm 10$ dB SPL) mit und ohne contralateral dargebotenes Breitbandrauschen (60 dB SPL) aufgenommen.

Ergebnisse:

Die im Tonschwellenaudiogramm beobachtete Senke bei 6 kHz war im Verlauf der hochaufgelösten DP-Gramme nicht erkennbar. Im Mittel war bei den Tinnituspatienten im Vergleich zum Normalkollektiv der DPOAE-Pegel jedoch bei 6 kHz kleiner. Die verschiedenen Parameter der Feinstruktur (Rauheit, Steigungsprofil, mittlere Emissionspegel) zeigten keine signifikanten Abweichungen zwischen den Gruppen. Die Reflexstärke des efferenten Hörsystems zeigte ebenfalls keinen signifikanten Unterschied. Im Mittel war jedoch bei den Tinnituspatienten die Reflexstärke größer.

Diskussion:

Mit den erhobenen Messgrößen ließen sich keine überzeugenden Hinweise auf eine veränderte Integrität der äußeren Haarzellen oder ein verändertes Verhalten des efferenten Hörsystems bei Tinnitus-Patienten finden. Funktionsstörungen äußerer Haarzellen kommen damit nicht als Korrelat des Tinnitus in Betracht. Die beobachtete Diskrepanz zwischen der Tonschwelle und dem DP-Gramm bei 6 kHz spricht für eine veränderte Schallverarbeitung auf höheren Stufen der Hörbahn. Wegen der geringen Fallzahl kann jedoch kein abschließendes Urteil gebildet werden.

Literatur:

- Maison SF, Liberman MC (2000) Predicting Vulnerability to Acoustic Injury with a Noninvasive Assay of Olivocochlear Reflex Strength. J Neurosci 20: 4701-4707
- Müller J, Janssen T, Heppelmann G, Wagner W (2005) Relationship between fine structure, contralateral suppression and ipsilateral adaptation of distortion product otoacoustic emissions in humans. J Acoust Soc Am 118(6): 3747-3756
- Wagner W, Heppelmann G, Müller J, Janssen T, Zenner HP (2007) Olivocochlear reflex effect on human distortion product otoacoustic emissions is largest at frequencies with distinct fine structure dips. Hear Res 223:83-92

Chirp-BERA: Möglichkeiten und Grenzen

Izet Baljić

HELIOS Klinikum Erfurt, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Plastische Operationen,
Nordhäuserstr. 74, 99089 Erfurt
E-Mail: izet.baljic@helios-kliniken.de

Die Frequenzdispersion entlang der Basilarmembran ist Ursache dafür, dass die Latenz der Welle V der FAEP von der Stimulusfrequenz abhängig ist. Das bedeutet, dass wegen der Eigenschaften des auslösenden Reizes klickevozierte Hirnstammpotentiale in den verschiedenen Frequenzbereichen nicht synchron generiert werden können. Auf die Notwendigkeit des Einsatzes eines Stimulus, welcher zwecks verbesserter Synchronisation Laufzeitunterschiede der Wanderwelle ausgleichen soll, haben schon Lütkenhöner et al. (1990) hingewiesen. Die Bemühungen, dies effizient zu realisieren, dauern noch an.

Eine vielversprechende Realisierung wurde von Dau et al. (2000) vorgestellt. Anhand des linearen Cochlear-Models (de Boer, 1980) entwickelten Dau et al. einen Chirp-Reiz, welcher theoretisch die gesamte BM gleichzeitig anregt. Der Original-Reiz weist ein breites und über alle Frequenzen flaches Spektrum auf. Zudem ist der Chirp mit ansteigender Momentan-Frequenz konstruiert worden, wobei die hochfrequenten Signalanteile um eine gewisse Zeit gegenüber den tieffrequenten Anteilen verzögert sind.

Die ersten chirpevozierten Hirnstammpotentiale wurden an einem normalhörenden Versuchspersonen-Kollektiv im Rahmen der Studien von Dau et al. (siehe Dau et al. 2000 und Wagener und Dau 2002) registriert. Dabei wurde vor allem auf ein besseres S/N-Verhältnis der chirpevozierten gegenüber den klickevozierten FEAP hingewiesen, das als Folge der erhöhten Synchronisation in der Cochlea begründet wurde. Ebenfalls wurde in diesen Arbeiten nachgewiesen, dass mittels tieffrequenter bzw. hochfrequenter Chirp-Ausschnitte frequenzspezifische Hirnstammpotentiale ausgelöst werden können.

In späteren Studien (siehe Baljic et al. 2005 und Plotz et al. 2006) wurden Messungen auch an Schwerhörigen durchgeführt, wobei die Effektivität unterschiedlicher Chirp-Ausschnitte erprobt wurde. Des Weiteren wurde versucht, die Chirp-BERA (vor allem die tieffrequente) in Verbindung mit einem kommerziell erhältlichen Messsystem für die klinische Routine zu optimieren.

In dem Vortrag werden, neben dem kurzen geschichtlichen Rückblick und theoretischen Grundlagen zum Chirp-Reiz gegeben. Anschließend werden eigene Forschungsergebnisse vorgestellt, aus denen hervorgeht, dass zumindest mit der tieffrequenten Chirp-BERA bessere Ergebnisse als mit den vergleichbaren Verfahren erzielt werden können. Außerdem werden die möglichen Schwächen dieser Methode sowie die Grenzen der Einsatzmöglichkeiten des Chirp-Reizes gezeigt. Darüber hinaus werden auf die Weiterentwicklungsmöglichkeiten, wie auch auf die in Frage kommenden Anwendungsbereiche der Chirp-BERA, hingewiesen.

Literatur

Baljic, I., Plotz, K., Hansen, M., Schönfeld, R. (2005): Objektive Bestimmung der Hörschwelle für die Erstanpassung von Hörgeräten bei Kleinkindern und Kindern. In 8. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie, Zeitschrift für Audiologie, Suppl. 8, p. CD-ROM.

de Boer E. (1980): Auditory physics. Physical principles in hearing theory I. Phys. Rep. 62, 87–174.

Dau T., Wegner O., Mellert V., Kollmeier B. (2000): Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilarmembrane dispersion. J. Acoust. Soc. Am. 107(3), 1530–1540.

Lütkenhöner B., Kauffmann G., Pantev C., Ross B. (1990): Verbesserung der Synchronisation auditorisch evozierter Hirnstammpotentiale durch Verwendung eines die kochleären Laufzeitunterschiede kompensierenden Stimulus. Arch. Otolaryngol. Suppl. II pp. 157–159.

Plotz Karsten, Izet Baljic, Rüdiger Schönfeld, Martin Hansen (2006): Ermittlung der tieffrequenten Hörschwelle mittels der low-CHIRP-BERA. In: M. Gross und E. Kruse (Hrsg.): Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte Bd. 14, Verlag Books on Demand GmbH, Norderstedt, S.151-160.

Wegner O. and Dau T. (2002): Frequency specificity of chirp-evoked auditory brainstem responses. J. Acoust. Soc. Am. 111(3), 1318–1329.

Zeitsparende ASSR-Registrierung mit ‚multiple-intensity‘-Reizen

Roland Mühler

Abteilung für Experimentelle Audiologie und Medizinische Physik, Universitäts-HNO-Klinik Magdeburg

Arbeitstagung der AG-ERA am 23. und 24. November 2007 in Halle/Saale

Der Beitrag behandelt ein methodisches Problem der objektiven Hörschwellenbestimmung mit stationären auditorischen Potentialen (ASSR). Einer der Vorteile der Registrierung von ASSR liegt in der Möglichkeit, Reize zu konstruieren, die eine simultane Auslösung dieser Potentiale bei bis zu vier Testfrequenzen je Ohr ermöglichen. Dieses als MASTER (Multiple Auditory Steady-state Responses) bezeichnete Verfahren eröffnet die theoretische Möglichkeit einer beträchtlichen Zeiteinsparung gegenüber einer Registrierung mit einer einzelnen Testfrequenz.

In der klinischen Praxis treten jedoch empfindliche Einschränkungen dieser auf den ersten Blick faszinierenden Technik zu Tage. Registriert man simultan 4 (oder bei beiden Ohren 8) Antworten, so kann eine Messung erst dann beendet werden, wenn für alle 4 bzw. 8 Frequenzen statistisch gesicherte Aussagen über das Vorhandensein oder das Fehlen der Antworten vorliegen. Unterschiedliche Pegelkennlinien bei verschiedenen Testfrequenzen und ein nicht gleichförmiger Verlauf der Hörschwelle führen jedoch zu einer großen Variabilität der Messzeiten für die einzelnen Testfrequenzen.

John et al. haben bereits 2002 vorgeschlagen, multifrequente Reize zu benutzen, bei denen nicht alle Frequenzkomponenten den gleichen Pegel aufweisen. Mit dieser MINT-Technik (Multiple Intensity Technique) sollte es möglich sein, durch eine adaptive Anpassung der Pegelverteilung an den individuellen Hörschwellenverlauf eine merkliche Verkürzung der Messzeit zu erreichen.

Im Beitrag wird eine Implementation dieses Verfahrens auf einem Laborsystem vorgestellt. Zur Ausgabe der mit Matlab™ generierten multifrequenten Reize wird eine hochwertige Soundkarte (24 Bit Auflösung, 108 dB Ausgangsdynamik) in Verbindung mit einem programmierbaren Abschwächer benutzt. Der Algorithmus zur Registrierung der mit MINT-Reizen ausgelösten ASSR benutzt ein robustes Abbruchkriterium und separate Mittelungspuffer für jede Frequenz.

John MS, Purcell D, Dimitrijevic A, Picton TW (2002). Advantages and caveats when recording steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *J Am Acad Audiol* **13**, 246-259.

Entwicklung und Testung von Klebeelektroden

Dr. Gerlinde Bischoff

Tyco Healthcare Deutschland Manufacturing GmbH, Werk Halberstadt
Quedlinburger Str. 39a, 38820 Halberstadt,
gerlinde.bischoff@covidien.com, +49-3941-697764

Tyco Healthcare, Werk Halberstadt, produziert für den weltweiten Einsatz Körperelektroden, u.a. die Marke "ARBO". Bei der Entwicklung und Produktion von Elektroden sind neben den gesetzlichen Bestimmungen eine Vielzahl von anwendungsbezogenen Eigenschaften zu berücksichtigen. Die Kompetenz der F+E Abteilung, Werk Halberstadt, liegt in der Entwicklung von polymerisierten und unpolymerisierten Hydrogelen. Elektrische Kennwerte, getestet nach ANSI/AAMI EC 12-2000 Standard, weisen auf die Güte der Signalübertragung von Gelen hin.

Des Weiteren werden interne Untersuchungen zur Hauthaftung erläutert. Klebeelektroden können bei unerwünscht hoher Haftung auf Haut zu deren Schädigung führen. Zu geringe Haftung andererseits vermindert den sicheren Körperkontakt und führt zu Störungen in der Signalübertragung.

Unterschiede der ASSR bei Maus Mutanten mit Defekt der äußeren Haarzellen (KCNQ4 Knockout) sowie der inneren Haarzellen (Bassoon Mutante)

G. Hoch, D. Pauli-Magnus, N. Strenzke und T. Moser

Innenohrlabor

Abt. HNO-Heilkunde und Center for Molecular Physiology of the Brain,
Universität Göttingen

Das Tiermodell der Maus gewinnt zunehmend an Bedeutung in der Grundlagenforschung.

Aufgrund der weitgehenden Entschlüsselung des Mausgenoms und der bei der Maus erfolgreich möglichen homologen Rekombination ergibt sich die Möglichkeit, durch gezielte Genmanipulationen Tiere mit Genüberexpression, -mutation und -deletion zu schaffen, hierdurch können die direkten Auswirkungen genetischer Veränderungen auf Morphologie und Funktion untersucht werden. Dies eröffnet unter anderem die Möglichkeit Funktionsstörungen im Bereich des Hörens zu analysieren.

Zur frequenzspezifischen, objektiven audiologischen Diagnostik werden stationär akustisch evozierte Potentiale durch amplitudenmodulierte Sinustöne (auditory steady state responses, ASSR) verstärkt eingesetzt. Durch die Betrachtung der Antwort im Frequenzbereich kann ein objektives, statistisches Verfahren zur Bewertung eingesetzt werden. Wir setzten die ASSR hier erstmalig zur hörphysiologischen Charakterisierung von Mausmutanten ein und wählten hierzu anhand der gemessenen Modulations-Transfer-Funktionen (MTF) Modulationsfrequenzen in den Bereichen von 200 Hz, 600 Hz und 900 Hz, sowie eine Trägerfrequenz im Bereich des besten Hörens der Maus bei 10000 Hz. Mit Hilfe der Phaseninformationen schätzten wir die apparente Latenz der ASSR auf etwa 3 ms, was auf eine Generierung im auditorischen Hirnstamm (Nucleus cochlearis) hindeutet.

Mutationen im KCNQ4-Gen führen zu DFNA2, einer autosomal-dominant vererbten Form fortschreitender Taubheit. Das KCNQ4-Gen wird hauptsächlich in den äußeren Haarzellen der Cochlea exprimiert und ein Funktionsverlust führt zu einer Störung des Kaliumkreislaufes und der Degeneration der äußeren Haarzellen. Der Defekt in der Verstärkung zeigte sich in der ASSR Amplitude durch einen steilen Anstieg bei Lautstärken ab ca 70 dB. Demgegenüber stieg die ASSR Amplitude bei Mutanten mit defekter synaptischer Übertragung (Bassoon) insgesamt nur gering mit der Intensität an. Im Vergleich zu entsprechenden gesunden Kontrolltieren zeigte sich bei beiden Mausmutanten im Alter von acht Wochen eine Zunahme der ASSR-Schwellen von ca. 40 dB.

Die Ergebnisse der Bestimmung der Hörschwellen sowie der Amplitudenwachstumsfunktionen entsprachen denen des Routineverfahrens der BERA. Insgesamt erwies sich die ASSR als eine gut durchführbare und zuverlässige Methode zur hörphysiologischen Untersuchung von Mausmutanten.

Elementare Qualitätsmaße bei transienten evozierten Signalen des auditorischen Systems

Sebastian Hoth
Univ.-HNO-Klinik Heidelberg
Arbeitstagung der AGERA am 23. und 24. November 2007 in Halle

Zuverlässige Daten sind das Fundament der objektiven Audiometrie. Diese auf den ersten Blick triviale Feststellung erhält einen wesentlichen Teil ihrer Daseinsberechtigung durch das Maß, in welchem sie von den Herstellern befolgt und in der Praxis eingehalten wird. Es gibt Anwender, die nicht nach Qualitätskriterien fragen und es gibt Hersteller, die diese Frage nicht beantworten. Außer der AGERA gibt es nicht viele Instanzen, die daran etwas ändern können.

Bei der Nutzung der evozierten Signale des auditorischen Systems (OAE und AEP) spielen Qualitätsbetrachtungen in zweierlei Hinsicht eine Rolle: bei den Messbedingungen und beim Signalnachweis. Hierbei geht es sowohl um die Optimierung der Qualität als auch um ihre quantitative Abschätzung und Dokumentation mit Hilfe geeigneter Parameter:

	Optimierung	Abschätzung
Messbedingungen	Umgebung Sensoren (Sonde bzw. Elektroden) Patient Selektion	Sensoren (ECR bzw. Impedanz) Reiz (gain / level) Varianz der Reststörung
Signalnachweis	Selektion Mittlung (Amplitude und Polarität) Filterung	Reproduzierbarkeit Signal/Rausch-Verhältnis Signalstatistik Mustererkennung

ECR = Ear Canal Response

Eine Schlüsselrolle spielt die Reststörung: Sie legt fest, welche Amplitude ein Signal mindestens haben muss, um nachgewiesen werden zu können, und sie ist bestimmend für die Größen, die die Sicherheit des Signalnachweises beschreiben. Ein hohes Niveau der Reststörung hat in jedem Fall eine kleine Reproduzierbarkeit bzw. (dazu näherungsweise äquivalent) ein kleines Signal/Rausch-Verhältnis zur Folge – die Umkehrung dieses Satzes ist aber nicht richtig (im Falle einer abwesenden Reizantwort erlaubt die Reproduzierbarkeit bzw. das Signal/Rausch-Verhältnis keinen Rückschluss auf das Niveau der Reststörung).

Somit lässt sich aus der Reproduzierbarkeit bzw. dem Signal/Rausch-Verhältnis nur unter gleichzeitiger Beachtung der Reststörung eine Aussage über den Signalnachweis ableiten. Diese Aussage beruht allein auf Mittelwert und Standardabweichung, ohne Berücksichtigung der statistischen Eigenschaften von Nutz- und Störsignal. Daher liegt es nahe, als Ergänzung zu diesen Parametern die Verteilungsdichte (Amplitudenhistogramm) der Mittelungsergebnisse zu analysieren und ihre Abweichung von der Normalverteilung mit Hilfe des χ^2 -Tests oder des Kolmogoroff-Smirnow-Tests zu prüfen. Überraschenderweise tritt aber zumindest für die TEOAE sehr häufig keine signifikante Abweichung von der Gaußverteilung auf (kleine Spezifität). Emissionsnegative Messungen werden demgegenüber nahezu immer richtig erkannt (hohe Sensitivität). Dies ist zumindest ein Hinweis darauf, dass die automatische Signalerkennung durch Kombination von Form und Formparametern der Amplitudenverteilung optimiert werden kann.