

Arbeitstagung der AG-ERA 2002

in Köln

Abstracts

Eignen sich die OAE als Prädiktor für das zukünftige Hörvermögen?

Sebastian Hoth, Univ.-HNO-Klinik, Heidelberg

Bei der diagnostischen Anwendung der otoakustischen Emissionen (OAE) besteht nahezu täglich Gelegenheit zu der Feststellung, daß zwischen der gemessenen OAE-Amplitude und dem Hörverlust des untersuchten Ohres nur wenig Zusammenhang besteht. Zwei Ohren können trotz unterschiedlicher Hörschwelle gleich große Emissionen aufweisen, ebenso wie sich zwei Ohren mit gleicher Hörschwelle erheblich in der Emissionsamplitude unterscheiden können. Die Innenohrleistung ist daher allenfalls einer unter vielen Faktoren, die für die Amplitude der OAE ausschlaggebend sind.

Sowohl in der klinischen Praxis als auch der Literatur gibt es zahlreiche Hinweise darauf, daß die OAE kleine Veränderungen des Hörvermögens empfindlicher anzeigen als das Tonaudiogramm. Daher trifft man unter Experten immer wieder auf die Vermutung, daß eine verminderte OAE-Amplitude ein Indikator für eine beginnende oder zukünftige Innenohrschädigung sein könnte. Für die Prävention von Lärmschäden und die Erkennung vulnerabler Innenohren hat die Klärung dieser Frage größte Bedeutung.

Um die Richtigkeit dieser Vermutung zu prüfen wurden die Daten von bereits vorliegenden Verlaufsbeobachtungen an 50 Hörsturzpatienten erneut ausgewertet. Die Datenbasis bestand aus 127 EOAE-Messungen (je Sitzung eine TEOAE-Messung mit ca. 80 dB SPL Click und ein DP-gram mit 2 Punkten pro Oktave bei $L1 = L2 = 70$ dB SPL) und 101 Tonaudiogrammen an 26 Ohren. Aus den Daten wurde nach den folgenden Kriterien eine Auswahl getroffen: Es wurde nur das vom Hörsturz betroffene Ohr betrachtet, dieses mußte eine systematische und signifikante Erholung der Hörschwelle aufweisen, zumindest in einem Teil der Messungen mußten eindeutige und verwertbare OAE vorliegen und die BERA mußte in Hinblick auf eine retrocochleäre Störung unauffällig sein. Je Patient lagen 3 bis 9 Untersuchungen vor, das Beobachtungsintervall betrug 3 bis 505 (durchschnittlich 53) Tage.

Zwischen Hörverlust und Emissionspegel besteht, wie bereits vielfach beschrieben, nur wenig Zusammenhang: Wird die eine dieser Größen in Abhängigkeit von der anderen aufgetragen, dann streuen die Meßpunkte über eine große Fläche des Diagramms (Korrelationskoeffizient $R = -0.48$). Wird die OAE-Amplitude über der Hörschwelle eines *früher* erhobenen Tonaudiogramms aufgetragen, so wird die Streuung noch größer und die Korrelation verschlechtert sich ($R = -0.25$). Bei Betrachtung der OAE im Vergleich zu *späteren* Audiogrammen hingegen liegen die Meßpunkte wesentlich enger gebündelt und die Korrelation verbessert sich ($R = -0.52$). Die Konstellation „zu Beginn kleine Emissionen und am Ende gut hören“ wird selten angetroffen. Dies bedeutet: *Ein Ohr, das unmittelbar nach dem Hörsturz kleine Emissionen hat, wird am Ende der Therapie keine normale Schwelle aufweisen.* Ebenso ist die Konstellation „zu Beginn große Emissionen und am Ende schlecht hören“ selten: *Ein Ohr, das unmittelbar nach dem Hörsturz große Emissionen hat, wird am Ende der Therapie keinen großen Hörverlust haben.*

Die Beobachtungen können als Hinweis darauf interpretiert werden, daß die OAE der Hörschwelle in der Entwicklung vorauslaufen. Diese Schlußfolgerung gilt allerdings nur für die beschriebene kleine Stichprobe der hier untersuchten Hörsturzpatienten und sie bedarf insbesondere wegen ihrer weitreichenden Konsequenzen einer weiteren statistischen Absicherung. Keinesfalls kann derzeit aus dem OAE-Befund eine individuelle Prognose abgeleitet werden.

Kontakt: sebastian_hoth@med.uni-heidelberg.de

Auswahl und Dimensionierung von automatischen Auswertalgorithmen für OAE und ABR

Andre Lodwig, München

Wenn über die Qualität einer automatischen Auswertung von OAEs oder ABR die Rede ist, sind wechselnde Untersuchungsbedingungen oft die Ursache für schlecht vergleichbare Ergebnisse. Das bezieht sich besonders auf Werte wie Sensitivität, Spezifität und mittlere Meßzeit. ABRs sind hiervon grundsätzlich stärker als OAEs betroffen, weil die Messung von ABR störepfindlicher und zeitintensiver ist.

Bei der Dimensionierung von Algorithmen und Artefaktunterdrückungsmechanismen hat man als Entwickler eine ganze Reihe von Parametern zur Hand, die das Verhalten eines Gerätes in der Praxis beeinflussen. Das sind großenteils nicht Parameter des Algorithmus' selbst, sondern Programmteile, die "Arbeitsbedingungen" der statistischen Auswertung überwachen und regeln. Die elektrischen und akustischen Umgebungsbedingungen sowie Untersucher und Patient haben erheblichen Einfluß auf das Optimum dieser Einstellungen. Einige Beispiele und der Effekt auf das Verhalten in der Praxis sollen zur Diskussion gestellt werden.

Kontakt: a.lodwig@fischer-zoth.de

Objektive Erkennung auditiver steady-state Antworten - ein Vergleich von one-sample und q-sample Tests

Cebulla M., Stürzebecher E.; Frankfurt/M.

Grundsätzlich sind 2 Arten auditory steady-state responses (ASSR) zu unterscheiden:

1. klickevozierte ASSR (z.B. 40Hz Antwort; Galambos et al., 1981) und 2. ASSR, die durch amplituden- und/oder frequenzmodulierte Töne evoziert werden (AMFR, Picton 1987). Bisher werden zum Nachweis von steady-state Antworten überwiegend im Frequenzbereich arbeitende one-sample Tests eingesetzt, wie z.B. Rayleigh-Test (Jervis et al., 1983; Picton et al., 1987), MSC-Test (Dobie & Wilson, 1989), Hotelling'scher T^2 -Test (Valdes et al., 1997). Bei unseren Untersuchungen sind wir davon ausgegangen, dass die AMFR und erst recht klickevozierte ASSR keine exakt sinusförmigen Antworten sind, im Frequenzbereich also nicht nur durch die bisher detektierte Grundwelle, sondern auch durch weitere Harmonische repräsentiert werden. One-sample Tests sind zum Nachweis solcher Antwort nicht optimal geeignet, da zum Nachweis nur die erste Harmonische verwendet wird. Die restlichen Harmonischen bleiben unberücksichtigt. Hier bieten sich zum Nachweis im Frequenzbereich arbeitende q-sample Tests an.

In der vorliegenden Untersuchung wurden zum Nachweis von AMFR und klickevozierten ASSR im Frequenzbereich arbeitende one-sample Tests, modifizierter Rayleigh Test (Moore, 1980); MSC-Test (Dobie & Wilson, 1989), und q-sample Tests, q-sample uniform scores Test (Mardia, 1972); modifizierter q-sample uniform scores Test (Stürzebecher et al., 1996), ausgewählt. Als Maß für die Leistungsfähigkeit der Tests wurden die mittlere Nachweisrate sowie die zum Nachweis erforderliche durchschnittlich Messzeit ermittelt. Als Datenbasis dienten bereits aus früheren Untersuchungen vorliegende Rohdaten online registrierter AMFR (1484 Datensätze) und klickevozierter ASSR (114 Datensätze). Aufgrund der umfangreichen Datensammlung wurden, im Gegensatz zur bisherigen Vorgehensweise, die kritischen Testwerte für die Statistiktests nicht aus Simulationsrechnungen sondern anhand realer Daten ermittelt. Dieses Vorgehen dient vor allem der Überprüfung der aus vorangegangenen Monte-Carlo-Simulation ermittelten kritischen Testwerte.

In den Ergebnissen zeigte sich, dass die Schätzung der Dichtefunktion für die Nullhypothese anhand realer Daten von der durch Monte-Carlo-Simulation geschätzten Dichtefunktion nur gering abweicht. Zum Nachweis von AMFR eignen sich besonders die one-sample Tests. Das zeigte sich sowohl in der ermittelten mittleren Nachweisrate als auch in der mittleren Nachweiszeit. Nicht geeignet sind die one-sample Tests zum Nachweis klickevozierter ASSR. Hier erwiesen sich die q-sample Tests als deutlich überlegen. Bei der für die Hörscreening-Anwendung geforderten niedrigen Wahrscheinlichkeit für fälschliche „Pass“ zeichnen sich die q-sample Tests noch durch eine sehr hohe mittlere Erkennungsrate bei gleichzeitig geringer mittleren Nachweiszeit aus. Zum Nachweis von AMFR sind q-sample Tests bedingt einsetzbar - die zusätzlichen Oberwellen tragen kaum zur Erkennung einer Antwort bei. Unsere Empfehlung ist die Anwendung des modifizierten Rayleigh Tests zum AMFR-Nachweis und der Einsatz des modifizierten q-sample uniform scores Tests zum Nachweis von klickevozierten ASSR.

Kalibrierung und Normalhörschwellen für Click-Signale

T. Fedtke, U. Richter, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Zur Kalibrierung verschiedener Arten von Audiometrie-Kopfhörern (circumaurale, supra-aurale, Concha- und Einsteck-Hörer) sind bis zu fünf unterschiedliche genormte Ohrsimulatoren bzw. akustische Kuppler vorgeschrieben. Da diese das Ohr nicht in solcher Weise nachbilden, daß ein einheitlicher Bezugspegel für alle Kopfhörer festgelegt werden kann, bedient man sich wandlerspezifischer äquivalenter Normalhörschwellen. Diese legen Bezugspegel fest, die jeweils nur für eine Kopfhörer-Kuppler-Kombination gelten. Ein Hauptkriterium für die Auswahl des zum Wandler passenden Kupplers ist eine gute Wiederholbarkeit der Messung des Ausgangspegels dieses Kopfhörers auf dem jeweiligen Kuppler.

Die auf diese Weise bestimmten Bezugspegel der Normalhörschwelle können sich um bis zu 17 dB für Clicks und um bis zu 20 dB für Reintöne unterscheiden. Untersuchungen für Clicks haben gezeigt, daß sich bei Verwendung eines genau definierten Kunstkopfes für die Messung von Bezugsschwellen die maximale Abweichung auf 3,6 dB reduziert [1]. So gelingt es, einen annähernd einheitlichen Wert für alle Wandler anzugeben.

Ein Kunstkopf ist allerdings ein recht teures Meßmittel, so daß seine Anschaffung nur für die Kalibrierung von Audiometern in den meisten Fällen nicht in Betracht gezogen werden kann. Auch ist die Reproduzierbarkeit nicht hinreichend.

Deshalb wurde untersucht, ob einer der Ohrsimulatoren derart weiterentwickelt werden kann, daß er

- zur Messung aller Arten von Kopfhörern geeignet wird,
- eine wesentlich geringere Streuung der Normalhörschwellen verschiedener Kopfhörertypen aufweist
- und dennoch reproduzierbare Kalibrierungen zuläßt.

Dazu wurden alle funktionellen Teile des menschlichen Außenohres, wie Trommelfell, Gehörgang, Concha, Pinna und Ohrumgebung mit möglichst einfachen geometrischen Elementen nachgebildet. Es wurden sowohl kommerziell erhältliche, als auch in der PTB gefertigte Formteile verwendet. Erste Messungen zeigten, daß der vorläufige Prototyp die Kalibrierung aller Kopfhörerarten gestattet. Die Hörschwellenpegel für Clicks streuen in Abhängigkeit vom Kopfhörertyp nur noch um 2,5 dB (vorher 17 dB), diejenigen für Sinustöne nur noch um maximal 7dB (vorher maximal 20 dB).

Die bei dieser Entwicklung gesammelten Erfahrungen sollen später auch bei der Neuentwicklung eines dringend benötigten Ohrsimulators für Kinder eingesetzt werden.

[1] Fedtke, T., Richter, U., Bezugs-Schwellenschalldruckpegel von Clicks bei Darbietung über Kopfhörer, Lautsprecher oder Knochenleitungshörer. Fünfte Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft deutschsprachiger Audiologen und Neurootologen. Zürich, 2002. In: Zeitschrift für Audiologie, Median-Verlag Heidelberg, 2002, in press.

Kontakt: Thomas.Fedtke@PTB.DE

Multifrequenz-Stimulation Ein Weg zur zeitoptimierten AMFR-Registrierung?

Lena Lux, Joachim Pethe, Magdeburg

Das Hauptproblem bei der audiologischen Nutzung der AMFR bei Kindern stellt die hohe Variabilität der Ergebnisse aufgrund der teilweise beträchtlichen Reststörung dar. Besonders in Schwellennähe lassen sich die Reizantworten nicht mehr zuverlässig vom Störuntergrund trennen. Da eine optimale Ruhigstellung der Kinder nicht immer gewährleistet werden kann, bleibt als einziger Ausweg zur Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses die Verlängerung der Messdauer. Die nötige Verlängerung der Messdauer würde aber im klinischen Einsatz zur objektiven Schwellenbestimmung bei Verwendung des üblichen Stimulationsparadigmas (eine Trägerfrequenz je Messung) zu einer unzumutbaren Gesamtuntersuchungsdauer führen.

Einen Lösungsansatz für diese Problematik könnte das Verfahren der multifrequenten Stimulation nach Picton bieten. Dabei wird simultan mit vier amplitudenmodulierten Trägerfrequenzen stimuliert. Da die Reizantwort im Spektrum an den jeweils bekannten unterschiedlichen Modulationsfrequenzen auftritt, bereitet die Potentialerkennung keine Probleme.

In der vorliegenden Studie wurde das Verfahren an 18 normalhörenden Erwachsenen bei monauraler Stimulation unter Einhaltung einer maximalen Reststörung von 20 nV getestet. Es zeigte sich, dass sich der Verlauf der Hörschwelle in einer zumutbaren Gesamtuntersuchungsdauer (< 45 min. bei 6 Pegeln) hinreichend genau objektiv abschätzen lässt. Gegenwärtig wird untersucht, inwieweit die Untersuchungsdauer durch die Einführung eines Abbruchkriteriums besonders bei höheren Stimulationspegeln weiter verringert werden kann.

Kontakt: joachim.pethe@medizin.uni-magdeburg.de

Binaurale Differenzpotentiale der FAEP bei Kindern mit Verdacht auf AVWS

S. Stötzer, H. Meister, A. Foerst, H. von Wedel, M. Walger, Köln

Die Verdachtsdiagnose auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) wird immer häufiger von Ärzten, Lehrern und Therapeuten gestellt. Da dieser Begriff meist symptomorientiert verwendet wird und das Störungsbild von einer Reihe nicht-auditiver Effekte beeinflusst werden kann, wären objektive Diagnoseinstrumentarien sehr hilfreich. Das Ziel eines unserer Projekte ist es, zu überprüfen inwieweit sich die Analyse des binauralen Differenzpotentials (BDP) als ein Bestandteil einer Testbatterie zur frühzeitigen Diagnostik von AVWS bei Kindern eignet.

Aus einem Kollektiv von 83 Kindern mit V.a. AVWS wurden die 57 Kinder ausgewählt, die beidseits normgerechte FAEP aufwiesen. Bei diesen Kindern (22 Mädchen, 35 Jungen) im Alter von 6 bis 12 Jahren wurde sowohl die generelle Registrierbarkeit des BDP als auch der Einfluss der interauralen Laufzeitdifferenz (interaural time difference, ITD) auf die Latenzen und Amplituden der BDP Potentialkomponenten untersucht.

Die akustische Stimulation erfolgte mit breitbandigen Klickreizen (100 μ s) bei einer Reizwiederholrate von 19,1 Hz sowie einem Reizpegel von 60 dB HL. Bei binauraler Stimulation traten die Reize entweder zeitgleich oder auf der rechten Seite gegenüber der linken Seite um 300 μ s bzw. 600 μ s zeitverzögert auf.

Das BDP lässt sich aus der Differenz zwischen binauraler und monauraler Stimulation als ($BDP = BIN - (MON_{ipsi} + MON_{kontra})$) bestimmen. Das BDP besteht aus zwei positiven (DP1, DP2) sowie zwei negativen Wellen (DN1, DN2). Diese vier Potentialkomponenten ließen sich sowohl für die zeitgleiche als auch für die zeitversetzte binaurale Stimulation weitgehend eindeutig identifizieren (³ 79%). Ferner zeigten die zeitlichen Verzögerungen, die subjektiv den Eindruck einer seitlichen Auslenkung des Signals vermitteln, einen deutlichen Einfluss auf die Peaklatenzen des BDP. So kam es für alle Potentialkomponenten bei einer Erhöhung der ITD von 0 auf 600 μ s zu einer signifikanten Latenzverlängerung. Für die Amplitudenwerte ließen sich keine signifikanten Unterschiede nachweisen. Insgesamt weisen sowohl die Latenz- als auch die Amplitudenwerte eine hohe interindividuelle Variabilität auf. Die hohe Streubreite der Ergebnisse spiegelt vermutlich die Inhomogenität des untersuchten Kollektivs wider und lässt allein noch keine Aussage im Hinblick auf eine spätere Klassifizierung zu.

Ob und inwieweit sich die BDP von Kindern mit AVWS letztendlich tatsächlich eindeutig von den BDP normalhörender Kinder abgrenzen lassen, wird sich erst nach Abschluss der Untersuchung unseres Kindernormkollektivs ergeben.

Kontakt: sabine.stoetzer@uni-koeln.de

The binaural interaction component (BIC) in children with central auditory processing disorders (CAPD)

W. Delb, D. J. Strauss, G. Hohenberg, P. K. Plinkert, Homburg/Saar

The detection of binaural interaction is of diagnostic significance in patients with central auditory processing disorders (CAPD), as binaural hearing tasks are frequently affected in these patients. Due to the comorbidity with disorders such as an attention deficit hyperactivity disorder, pathological subjective tests often show extra-auditory factors such as reduced attention rather than impaired central auditory function. Therefore, objective measures for auditory processing disorders are essential. The binaural interaction components (BIC), which is the arithmetical difference between the sum of the monaurally evoked auditory potentials of each ear and the binaurally evoked brainstem potentials, have been used as an objective measure of binaural interaction in humans. BIC measurements can therefore be considered as a possible diagnostic tool in CAPD patients. The aim of the present study was to examine whether and to what extent, BIC measurements are capable of differentiating between normal children and children being “at risk for CAPD”.

BIC measurements were performed on 17 children being at risk for CAPD and in a control group of 25 normal children. Using the presence or absence of clearly demonstrable BIC waveforms as an indication of whether a CAPD is present or not, a sensitivity and specificity of 76% could be achieved, respectively. We conclude that CAPD measurements can serve as a diagnostic tool in CAPD patients.

Binaurale Interaktionskomponente bei Kindern mit Selektionsstörungen

P. Matulat, A. Lamprecht-Dinnesen und B. Lütkenhöner, Münster

Als mögliches objektives Korrelat für Selektionsstörungen wird u.a. die binaurale Interaktionskomponente diskutiert. Bei 128 Kindern mit Verdacht auf auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) wurde zusätzlich zu den üblichen klinischen audiologischen Untersuchungen (Sprache im Störschall, Binaural-Intelligibility-Level-Difference-Test, vergleichende Stapediusreflexmessung für Sinustöne und Schmalbandrauschen, Regiometrie, Gap-Detection, dichotischer Hörtest, Würburger Hörfeld, Wahrnehmungstrennschärfetest) die binaurale Interaktionskomponente der auditorisch evozierten Hirnstammpotentiale gemessen. Die Registrierung der BIK erfolgte mittels zyklischer Präsentation einer aus 12 Stimuli zusammengesetzten Sequenz von monaural und binaural präsentierten Klicks (19 ms Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Stimuli). Für einen Vergleich mit den klinischen Befunden wurde aus der Gruppe der Patienten, bei denen mindestens 16.000 Epochen für jede der drei Stimulationsbedingungen (rechts, links, binaural) registriert werden konnten, diejenigen vierzig ausgewählt, die sich durch die rauschärmsten BIK auszeichneten (Durchschnittsalter: 9,34, Standardabweichung: 2,08, 32,5% w, 67,5% m). Diese Patienten wurden dann anhand der Sprachaudiometrie im Störschall, dem Binaural-Intelligibility-Level-Difference-Test und der vergleichenden Stapediusreflexschwelle für Sinustöne und Schmalbandrauschen auf eine Selektionsstörung hin untersucht und in zwei Gruppen aufgeteilt: eine Gruppe ohne klinische Auffälligkeiten und eine Gruppe mit mindestens einem pathologischen Befund. Für diese beiden Gruppen wurde ein Grand-Average aller BIK-Kurven berechnet. Ein Vergleich der resultierenden Wellenformen ergab für die Gruppe der klinisch unauffälligen Patienten eine deutlich bessere Ausprägung der BIK, insbesondere im Bereich der Anstiegsflanke der Welle V. Allerdings zeigt eine Einzelfallbetrachtung eine hohe interindividuelle Variabilität, so dass das für den Grand-Average gefundene Ergebnis nicht unbedingt für einzelne Patienten zutrifft.

Kontakt: matulat@uni-muenster.de

Ontogenetische Entwicklung der binauralen Signalverarbeitung bei der mongolischen Wüstenrennmaus (*Meriones unguiculatus*)

A. Mickenhagen, S. Stötzer, H. Meister, U. Schmidt, M. Walger

Die ontogenetische Entwicklung der binauralen Verarbeitung von akustischen Reizen (breitbandiger Click) bei der mongolischen Wüstenrennmaus wurde anhand des binauralen Differenzpotentials (BDP) an 17 Jungtieren untersucht. Sowohl die FAEP als auch die BDP (40 dB SL) wurden über den gesamten Entwicklungsverlauf mit den Potentialen von 11 Adulttieren verglichen. Die BDP der Adulttiere bestehen aus zwei Minima (DN₁ und DN₂), und zwei Maxima (DP₂ und DP₃) die zwischen 3 ms und 5,5 ms nach der Reizung auftreten. Bei den Jungtieren konnten ab dem 14. Lebenstag FAEP und BDP erfaßt werden. In diesem Alter weisen die BDP höhere Latenzen und geringere Amplituden auf als bei den Adulttieren. Die Erregungsschwelle der FAEP entspricht ab dem 27. Lebenstag der Schwelle der Adulten (20 ± 1,5 dB SPL). Der Vergleich der ontogenetischen Reifung des Peak V der FAEP mit Peak DN₁ der BDP zeigt einen parallelen Kurvenverlauf für die Latenzen, wobei das Potentialmaximum von Peak V im Mittel immer vor dem Peakminimum von DN₁ liegt.

Da das BDP die Aktivität der Neurone reflektiert, die Informationen von beiden Ohren erhalten, und diese sensitiv für interaurale Intensitäts- und Laufzeitdifferenzen sind, wurde der Einfluß von IID (6 und 12 dB) und ITD (150 und 200 µs) auf das BDP untersucht. Bei Adulttieren führen ITD zu einer Latenzverlängerung der Peaks, IID führen zu einer Amplitudenabnahme der BDP. In Untersuchungen zum Einfluß der ITD auf die BDP der Jungtiere konnte gezeigt werden, daß die ITD ab dem 16.-21. Tag eine Erhöhung der Latenzen bewirken, während die Amplitudendifferenzen unverändert bleiben. Der Einfluß der IID führt wie bei den Adulttieren auch bei den Jungtieren ab dem 16. Tag zu einer Amplitudenverringerng, die Peaklatenzen bleiben unverändert. Wie bei den Adulttieren haben bei den Jungtieren weder ITD noch IID einen Einfluß auf die Interpeaklatenzen der BDP.

Kontakt: axel.mickenhagen@uni-koeln.de

Chirp-evozierte binaurale Differenzpotenziale

Helmut Riedel, Dirk Junius und Birger Kollmeier, Oldenburg

Chirps mit steigender Momentanfrequenz generieren größere monaurale früheakustisch evozierte Potenziale (FAEPs) als gleich laute Clicks, da Chirps die Dispersion der Wanderwelle auf der Basilarmembran kompensieren (Dau et al. 2000: "Auditory brainstem responses with optimized chirp signalscompensating basilar-membrane dispersion", J. Acoust. Soc. Am. 107(3), 1530-1540).

Im ersten Teil dieser Studie werden chirp- und click-evozierte binaurale FAEPs und binaurale Differenzpotenziale (BDs) verglichen. Dazu wurden monaurale und diotische FAEPs auf Clicks und Chirps von zehn Versuchspersonen bei Pegeln von 10 bis 60 dB nHL dreikanalig abgeleitet. Pro Stimuluskondition und Pegel wurden 10000 Einzelantworten aufgezeichnet und gemittelt. Die Amplitude der Welle V ist bei allen Pegeln für Chirps signifikant größer als für Clicks. Die Amplitude des BDs (DP1-DN1) ist bei 30 und 40 dB nHL für Chirps signifikant größer als für Clicks. Sowohl die binauralen FAEPs als auch die BDs zeigen für Chirps steilere Wachstumsfunktionen bis 40 dB nHL, für höhere Stimuluspegel saturieren die Chirp-Amplituden und nähern sich den Click-Amplituden. Für alle Stimuluskonditionen ist die Latenz der BD-Welle DP1 kleiner als die Latenz der binauralen FAEP-Welle V, die BD-Welle DN1 hat stets eine größere Latenz als Welle V. Das Amplitudenverhältnis BD/B ist unabhängig vom Stimulustyp und Pegel, was auf vorwiegend kontralateral inhibitorische und ipsilateral exzitatorische (IE-) Interaktion hindeutet (Gaumond und Psaltikidou 1991: "Models for the generation of the binaural difference response", J. Acoust. Soc. Am. 89(1), 454-456). Chirps sind für BD-Studien gegenüber Clicks vorteilhaft, weil die verbesserte Synchronisation insbesondere bei tiefen Frequenzen die Amplitude und das Signal-Rausch-Verhältnis der binauralen Potenziale und der BDs vergrößert.

Im zweiten Teil wird die Abhängigkeit der binauralen FAEPs und BDs von der Schalleinfallrichtung mittels virtueller Akustik untersucht. Durch Faltung mit individuellen Außenohrimpulsantworten wurde der Chirp aus 8 virtuellen Richtungen in der Horizontalebene (45° Winkelabstand) dargeboten. Als Referenzkondition wurde der ungefaltete (diotische) Stimulus präsentiert. Die "natürlichen" räumlichen Stimuli führen zum Teil zu einer doppelten Welle V für seitliche Einfallrichtungen. Die BDs zeigen eine systematische Abhängigkeit von der seitlichen Auslenkung (Lateralisation) des Schalleinfalls und keine Abhängigkeit von der Vorne-Hinten-Richtung. Die Amplitude des BDs (DP1-DN1) ist am größten für zentrale und kleiner für seitliche Einfallrichtungen. Die Latenz der BD-Welle DN1 wächst monoton mit der Lateralisation. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass im Hirnstamm überwiegend die Lateralisation der Stimuli verarbeitet wird, während spektrale Merkmale vermutlich erst auf späteren Stationen der Hörbahn ausgewertet werden.

Kontakt: hr@medi.physik.uni-oldenburg.de

Audiometrische Befunde bei Kindern mit Hinweis auf eine auditorische Neuropathie

A. Foerst, R. Lang- Roth, H. von Wedel, M. Walger, Köln

Bei der auditorischen Neuropathie (AN) handelt es sich um ein seltenes Krankheitsbild, bei dem in der Regel erhöhte Hörschwellen, nachweisbare otoakustische Emissionen (OAE) und / oder cochleäre Mikrophonpotentiale (CM), jedoch fehlende oder pathologische frühe akustisch evozierte Potentiale (FAEP) vorliegen. Aufgrund unzureichender Diagnostik werden viele der betroffenen Patienten fälschlicherweise als peripher hochgradig schwerhörig eingestuft. Patienten mit AN können in der Regel Geräusche und Töne hören, sie sind jedoch in der Verarbeitung akustischer Signale, insbesondere Sprache, unterschiedlich stark beeinträchtigt.

In einer retrospektiven Studie von Januar 1997 bis Juli 2002 wurden insgesamt 3297 Kinder mit Verdacht auf eine frühkindliche Schwerhörigkeit in der objektiven Audiometrie der HNO- Universitätsklinik zu Köln untersucht und ausgewertet. Davon erfolgte bei 2393 Kindern sowohl die Messung der otoakustischen Emissionen (TEOAE) als auch die der FAEP. Es wurde bei 11 Kindern (0,46 %) aufgrund sicher nachweisbarer TEOAE und / oder CM, sowie fehlender oder auffällig konfigurierter FAEP der Verdacht auf eine auditorische Neuropathie geäußert. Die Erkrankung trat in 3 dieser Fälle einseitig und bei 8 Patienten beidseitig auf. Tonaudiometrisch zeigten sich sowohl gering- und mittelgradige als auch hochgradige, an Taubheit grenzende Schwerhörigkeiten. Die TEOAE waren, mit Ausnahme eines Patienten, bei allen Kindern nachweisbar. In diesem Fall konnten jedoch DPOAE und CM nachgewiesen werden. Die FAEP der Patienten waren entweder nicht nachweisbar oder aber auffällig konfiguriert. Insgesamt wurden neun der elf Patienten mit Hörgeräten versorgt, wobei die Versorgung in 5 Fällen prälingual und in 4 Fällen postlingual erfolgte. In nur einem Fall zeigte die Therapiemaßnahme keinen Erfolg, während bei vier Kindern bis heute eine positive Bilanz gezogen werden kann. Bei den übrigen Kindern lässt sich aufgrund von unsicheren Angaben bzw. erst kurzzeitiger Versorgung noch keine eindeutige Aussage treffen werden.

Insgesamt erscheint das beschriebene Kollektiv sowohl in Bezug auf die audiometrischen Ergebnisse, als auch hinsichtlich des Krankheitsverlaufs und der zugrundeliegenden Ätiologien sehr heterogen. Eine eindeutige topodiagnostische Zuordnung ist auf der Basis der durchgeführten Untersuchungen nicht möglich. Zur besseren Absicherung der Befunde sollte die Durchführung einer Elektrocochleographie (akustische/ ggf. elektrische Reizung) und/ oder E- BERA im Einzelfall erwogen werden. Die Einleitung geeigneter therapeutischer und rehabilitativer Massnahmen bei Kindern mit einer auditorischen Neuropathie sollte, im Hinblick auf die heterogenen Befundkonstellationen, von Fall zu Fall entschieden werden.

Kontakt: astrid.foerst@uni-koeln.de

Auditorische Neuropathie und Cochlea Implantat

A. Lesinski-Schiedat, R. Heermann, T. Lenarz, Hannover

Isolierte Störungen der Funktion der inneren Haarzellen, der Synapse oder der Dendriten der Gangleinzellen des Hörnerven können zu besonderen Befunden bei der audiologischen Differentialdiagnostik führen. Elektroakustisch lässt sich in diesen Fällen eine regelrechte Funktion der äußeren Haarzellen über Otoakustische Emissionen nachweisen. Die Ableitung der akustisch evozierten Potentiale (AEP) zeigt mindestens eine Anhebung der Schwelle oder fehlende Potentiale.

In den hier dargestellten 8 Fällen (6 Erwachsene, 2 Kinder) konnte elektrophysiologisch der Verdacht auf eine solche Funktionsstörung der inneren Haarzellen bei funktionellem hochgradigen Verlust an Sprachverständlichkeit geäußert werden. 6 Patienten konnten mittlerweile mit einem Cochlea Implantat (CI) versorgt werden. Die Genese der Erkrankungen ist sehr unterschiedlich. Außer einer Patientin nutzen alle das CI. Das Sprachverstehen bewegt sich weitestgehend in der Norm. Allerdings zeigt sich in der Langzeitbeobachtung, dass die Schwellen häufig neu eingestellt werden müssen bei ansonsten stabilen Werten bei den Impedanzen.

Grundsätzlich können wir feststellen, dass die Patienten von einer CI Versorgung profitieren. Allerdings bedarf es einer genaueren Analyse der Stimulationsveränderung im Vergleich zu einer matched-pairs Gruppe.

Kontakt: les@hno.mh-hannover.de

Mausmutanten mit veränderten afferenten Synapsen der inneren Haarzellen als

Tiermodelle der auditorischen Neuropathie

T. Moser, R. Nouvian, D. Khimich, M. Eybalin, J. Striessnig, E. Gundelfinger und J.L. Puel
HNO-Universitätsklinik Göttingen, Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen, IFN Magdeburg,
Universität Innsbruck, INSERM Montpellier

Die auditorische Neuropathie ist durch das Vorhandensein von Mikrophonopotentialen und otoakustischen Potentialen bei stark erhöhter Schwelle bzw. abnormaler Form der frühen auditorisch evozierten Potentialen gekennzeichnet. Die ursächlichen Pathomechanismen sind noch weitgehend unklar. Es könnte sich sowohl um Störungen des Hörvorganges im Bereich der inneren Haarzellen (IHZ), ihrer afferenten Synapsen oder der afferenten Dendriten handeln (perisynaptische Audiopathie [Lesinski-Schiedat et al., 2001]). In der Tat gibt es mit DFNB 9 zumindestens eine hereditäre Hörstörung, bei der vermutlich eine Störung der präsynaptischen Funktion der IHZ vorliegt.

Wir untersuchen die Funktion der afferenten Synapse mit zell- und systemphysiologischen Methoden. Ich werde unsere Daten zu zwei Tiermodellen (Kalziumkanal-Mutante und Mutante des präsynaptischen Proteins Bassoon) vorstellen, die eine Störung der präsynaptischen Funktion der IHZ aufweisen. Ziel des Kurzvortrages ist es, die zellphysiologischen Methoden und genetischen Ansätze zu erläutern und die so gegebenen potentiellen Möglichkeiten zur Untersuchung der Pathogenese der perisynaptischen Audiopathie zu erläutern.