

Holger Peer Lochmann
Dr. med.

Optimierung der Parameter bei der kombinierten Messung transitorisch evozierter otoakustischer Emissionen und früher akustisch evozierter Potentiale

Geboren am 19. 06. 1973 in Buchen (Odenwald)
Reifeprüfung am 21. 05. 1992 in Osterburken
Studiengang der Fachrichtung Medizin vom SS 1994 bis SS 2000
Physikum am 20. 03. 1996 an der Universität Heidelberg
Klinisches Studium in Heidelberg
Praktisches Jahr in Lörrach, Kreiskrankenhaus
Staatsexamen am 13. 11. 2000 an der Universität Freiburg

Promotionsfach: Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. rer. nat. S. Hoth

Gegenstand dieser Dissertation ist die *Dual Response Audiometry* (DRA), die hier erstmals beschrieben wird und deren Durchführbarkeit im Rahmen dieser Arbeit geprüft und bewiesen wird. Die DRA dient dem Nachweis von akustisch evozierten Signalen (TEOAE = *Transitorisch Evozierte Otoakustische Emissionen* und FAEP = *Frühe Akustisch Evozierte Potentiale*) des auditorischen Systems und sie weist gegenüber den Referenzmethoden eine Reihe von Vorteilen hinsichtlich Vollständigkeit, Aufwand und Erfolgsquote auf. Die konventionellen Verfahren verwenden zwar ähnliche, aber im Detail doch verschiedene akustische Stimuli und Verarbeitungsprozeduren. Ziel dieser Arbeit war deshalb, optimale Parameter für die neuartige, simultane Registrierung der beiden evozierten Signale zu finden und zu testen. Eine vollständige und überschaubare Dokumentation der Untersuchungsdaten konnte für die praktische Anwendung realisiert werden. Der hier vorgestellte Prototyp ist im Hinblick auf die Einzelkomponenten des Verfahrens (konventionelle TEOAE- bzw. FAEP-Messung) den bereits bestehenden Verfahren vor allem durch die Limitationen der verwendeten Hardware unterlegen, für die Zukunft kann jedoch bei Verbesserung der technischen Ausstattung (Einsatz von digitalen Signalprozessoren und schnelleren Rechnern sowie Modifikationen der Software) durchaus eine Überlegenheit in Aussicht gestellt werden. Aus Gründen der Durchführbarkeit und Praktikabilität wurden folgende Parameter zur Vergleichstestung ausgewählt: 1. Die Form des akustischen Clickreizes (bipolar versus monopolar), 2. Der effektive Reizpegel mit Werten zwischen 50 und 100 dB SPL in Stufen zu 10 dB, 3. Die Auswirkung einer digitalen Hochpassfilterung. Diese Parameter wurden systematisch geordnet und die damit erhaltenen Ergebnisse nach einer Reihe von unterschiedlichen Testmessungen an 50 normalhörenden Probanden statistisch verglichen. Bereits ab einem Reizpegel von 60 dB SPL waren bei allen Probanden evozierte Signale nachzuweisen. Zur Minimierung der Störeinflüsse aufgrund verbleibender technischer Nichtlinearitäten sollte in Zukunft eine periodische Umpolung der Reizpolarität eingeführt werden. Dadurch wird möglicherweise auch die Nachweisbarkeit des Potentials J1 verbessert. Die optimalen Parameter, wie sie für die derzeitige DRA zum Nachweis von TEOAE und FAEP in einer einzelnen simultanen Registrierung am besten geeignet sind, können folgendermaßen zusammengefasst werden: Die Verwendung eines monopolaren Clickreizes als akustischer Stimulus (monophasischer Rechteckimpuls, Plateaudauer 125 μ s), die Verwendung eines effektiven Reizpegels von 80 oder 90 dB SPL sowie die digitale Hochpassfilterung der FAEP-Kurven (untere Grenzfrequenz 300 Hz). Mit diesen Parametern war es im vorliegenden Probandenkollektiv möglich, in 100 % der Untersuchungen

reproduzierbare TEOAE zu erhalten, unter den FAEP war das Potential J5 ebenfalls zu 100 % nachweisbar. Der Nachweis des Potentials J1 zur Bestimmung der Hirnstammlaufzeit gelang in 30 % der Fälle. Somit eignet sich die DRA auch mit der vorliegenden Technik durchaus zur Durchführung von Screening-Messungen, wobei sie die Anforderung eines zweistufigen, umfassenden Verfahrens erfüllt. Andere Screening-Geräte, z.T. noch in Evaluation, messen ebenfalls in zwei Stufen – diese laufen bei der DRA jedoch nicht nacheinander, sondern simultan ab. Der Vorteil einer Kombination zeigt sich im Verhalten gegenüber Störeinflüssen und in der Erhöhung der diagnostischen Aussagekraft: Störungen myogenen Ursprungs beeinträchtigen nur die FAEP, der Nachweis der TEOAE bleibt unbeeinflusst. Umgekehrt wirken sich akustische Kontaminationen des Signals nur auf die TEOAE aus. Gerade bei Säuglingen und Kleinkindern sind diese Störgeräusche oft ein Hindernis beim Nachweis von otoakustischen Emissionen. Sind gleichzeitig weder evozierte Emissionen noch Hirnstampotentiale ableitbar, hat dies größere Aussagekraft als das einzelne Fehlen bei einer getrennten Untersuchung. Weiterhin werden auditorische Neuropathien, die im Rahmen eines reinen TEOAE-Screenings nicht erfasst werden, mit der DRA nicht übersehen. Mit Hilfe der DRA kann der Untersucher trotz nicht verwertbarer TEOAE die Funktion des Hörsystems anhand der simultan registrierten FAEP beurteilen. Dadurch wird der Zeit- und Arbeitsaufwand erheblich reduziert. Die derzeitige Messdauer von 90 Sekunden kann durch Verkürzung der Reizintervalle, die mit dem hier verwendeten Rechner einen Wert von 117 ms nicht unterschreiten konnte, mit einem modernen PC deutlich reduziert werden. So sollte eine Messung mit FAEP-Kurven bei zwei Pegeln und der TEOAE in 35 bis 40 Sekunden möglich sein. Dies verdeutlicht die optimierte Zeitausbeute, wie sie mit der DRA zu erreichen ist. Zudem ist die Messung exakter, da der effektiv vorliegende Stimuluspegel im Gehörgang gemessen wird. Diese Möglichkeit bieten bisherige Geräte für FAEP-Messungen bzw. – Screening nicht. Auf diese Weise kann die Hörschwelle quantitativ und genau bestimmt werden.

Insgesamt gesehen ist die *Dual Response Audiometry* eine vielversprechende Methode zur quantitativen sowie frequenz- und ortsspezifischen Untersuchung von Hörstörungen, deren größte Vorteile in der Einsparung von Zeit-, Personal- und Arbeitsaufwand, in der Verbesserung der diagnostischen Sicherheit und in der Erhöhung der Erfolgsquote beim Nachweis von akustisch evozierten Signalen liegen. Dies sollte zur Verbesserung der Gesamterfassungsquote von Hörstörungen beitragen, die Anzahl von Nachuntersuchungen könnte reduziert werden und eine Verunsicherung von Patienten bzw. deren Eltern bei unklarem Testergebnis würde seltener. Da in der DRA zwei der heute wichtigsten Methoden der objektiven Audiometrie miteinander verknüpft sind, könnte sie einerseits für das universelle Screening von Neugeborenen und andererseits als Methode für Folgeuntersuchungen vor allem in der Pädaudiologie große Wichtigkeit erlangen.