

Zur quantitativen Darstellung von Parametern des akustischen Reflexes mit verschiedenen Impedanzmeßbrücken*

Thomas Spillmann
Norbert Dillier

Zusammenfassung Für drei kommerzielle Impedanzmeßgeräte werden Normalwerte für die Latenz, Amplitude und Schwelle des akustischen Mittelohr-Muskelreflexes bei gekreuzter und ungekreuzter Stimulation aufgestellt. Die Impedanzänderungskurve wird zur Latenzmessung in 7 Abschnitte mit 8 reproduzierbaren Punkten unterteilt. Die von anderen Untersuchungen her bekannte große Streuung der Amplituden und Latenzen bestätigt sich auch an unserem Material. Die Reflexlatenzen sind am kürzesten beim Otoadmittance-Meter Grason-Stadler 1720 B, am längsten beim Danplex ZA 20. Bei ungekreuzter Registrierung sind die Latenzen kürzer als bei gekreuzter Registrierung. Reflexartefakte, die sowohl bei contralateraler wie auch bei ipsilateraler Stimulation auftreten können, unterscheiden sich aufgrund der kürzeren Latenz von den echten Reflexen sämtlicher untersuchten Geräte.

Häufig sind Versuche unternommen worden, neben den üblichen Charakteristiken der Schwelle, Form und Amplitude auch die Latenz des akustischen Mittelohr-muskelreflexes zur audiologischen Diagnostik heranzuziehen. Diese Messungen haben zum Ziel, überschwellige Eigenschaften des Gehörs abzuleiten, zum Beispiel die Objektivierung der Lautheitsempfindung oder Hinweise auf eine allfällige abnorme Lärmempfindlichkeit. Die in der Literatur vorliegenden Angaben, (zum Beispiel Fertitta et al., 1973 [5], McPherson et al., 1977 [14], Norris et al., 1974 [17]) schwanken stark, wohl infolge unterschiedlicher Geräte, aber auch unterschiedlicher Definition des zur Latenzmessung benutzten Punktes der Impedanzänderungskurve und unterschiedlichen Stimulationsparametern (vgl. Tabelle 3). Daß reflexähnliche Artefakte eine Antwort vortäuschen können, ist seit längerer Zeit bekannt. Von Lehnhardt et al. [12] wurde ein negativer Ausschlag bei der ipsilateralen Stimulation als

»akustisch-mechanischer Effekt« bezeichnet und von einem echten Reflex durch seine Ausschlagrichtung, aber auch durch seine kürzere Ein- und Ausschwinglatenz abgegrenzt.

Wir wollten feststellen, wie weit der Faktor der unterschiedlichen Meßgeräte hierbei eine Rolle spielt und ob sich Reflexartefakte auf der Basis der Latenz sicher von echten Reflexen unterscheiden lassen, und haben dazu an 3 kommerziellen Impedanzgeräten Untersuchungen an normalhörenden Versuchspersonen vorgenommen.

Methodik

Abb. 1 veranschaulicht den instrumentellen Aufbau. Über ein Bandgerät (A 77) werden 1000 Hz-Signalspulse von 1175 ms Dauer mit einer Ein- und Ausschwingzeit von 25 ms contralateral über einen TDH-49 Kopfhörer oder ipsilateral über die Meßsonde (beim Impedanzgerät A 702) verabreicht. Die Schallpegel sind für die contralaterale Stimulation in dB HL (hearing-level), für die ipsilaterale Stimulation in dB SPL (sound pressure level) kalibriert. Neben dem Impedanzgerät A 702 (Amplaid) und ZA 20 (Danplex) wurde das Otoadmittance Meter 1720 B (Grason-Stadler) mit der Meßfrequenz 220 Hz verwendet. Das elektrische Impedanzsignal wurde zusammen mit dem Trigger von der zweiten Bandspur auf einem FM-Bandgerät (TIR 115) mit $3\frac{3}{4}$ IPS Geschwindigkeit aufgezeichnet. 1000 Hz-Tonpulse wurden in variablen Abständen (5-8 Sekunden) auf dem Bandgerät A 77 aufgezeichnet. Der Synchronpuls wurde während der Untersuchung auf einem weiteren Kanal des FM-Bandes überspielt. Für schwelennahe und unterschwellige Reizpegel wurden 6-8 Reizdarbietungen gewählt, bei stark überschwelligen Pegeln 2-3 Reize. Die Intensitäten umfaßten 65-110 dB in 5-dB-Schritten. Die Meßzeit dauerte damit pro Ohr 5-10 Minuten. Von den normalhörenden Versuchspersonen ohne anamnestiche und

*Diese Arbeit entstand unter Mitwirkung der Audiometrie der ORL-Klinik des Universitätsspitals Zürich (Technischer Leiter: J. Baumgartner). Sie wurde unterstützt durch den Schweizerischen Nationalfonds (Projekt 3.864-0.77) und durch die Hartmann-Müller-Stiftung für medizinische Forschung der Universität Zürich.

Summary

Normal values for the latency, amplitude and threshold of the acoustic middle-ear muscle reflex with crossed and uncrossed stimulation were established for three commercial impedance measuring instruments. For latency measurements the impedance curve is divided in 7 sections with 8 reproducible points. The large degree of scattering of the amplitude and latency known from other investigations was also confirmed with our material. The reflex latency is the shortest with the Otoadmittance meter Grason-Stadler 1720 B and the longest with the Danplex ZA 20. With uncrossed recording the latency is shorter than with crossed recording. Reflex artefacts, which can occur both with contralateral and with ipsilateral stimulation, can be distinguished from the true reflexes of all the tested units owing to the shorter latency.

Abb. 1 Instrumenteller Aufbau: I. Messung am Menschen

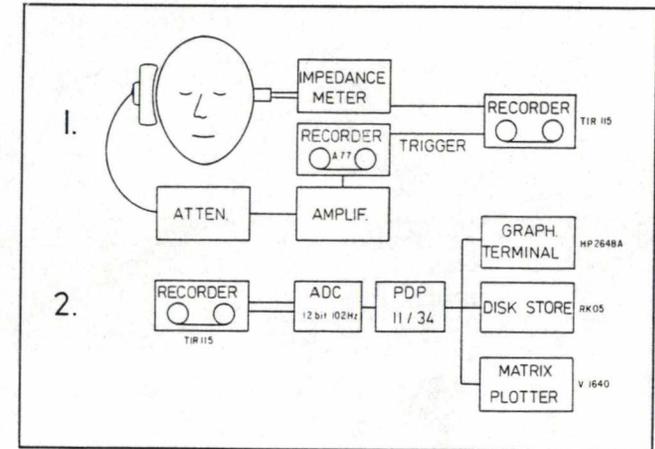
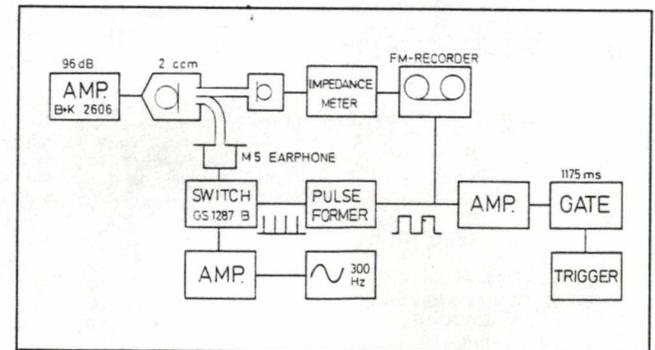


Abb. 2 Instrumenteller Aufbau: II. Messung des Reflexartefaktes im 2 ccm-Kupplier



klinische Hinweise auf durchgemachte Ohrerkrankungen wurde jeweils das rechte Ohr verwendet.

Über die Messungen am künstlichen Gehörgang zur Stimulierung eines Reflexartefaktes orientiert Abb. 2. Hier wurde der Gehörgang durch ein 2 ccm-Kupplier (B + K 4152) ersetzt. An einem Pegelmessgerät (B + K 2606) ergab sich eine Anzeige von 96 dB SPL, wenn die Meßsonde des Impedanzgerätes mit 220 Hz Sondenton daran angeschlossen wurde. Über eine weitere Öffnung (die Druck-Zuleitung) wurde analog der von Popelka und Dubno 1978 [18] beschriebenen Methode ein zweiter Ton (ca. 300 Hz) zugeleitet, der über einen Schalter (GS 1787 B) die gleiche Schließungsdauer wie das bei den Versuchspersonen verwendete Schallsignal erhielt (1175 ms). Die Intensität des 300 Hz-Signales wurde mittels eines Abschwächers so geregelt, daß der Ausschlag auf der Compliance-

Anzeige des Impedanzgerätes ca. 5 Teilstriche erreichte, somit in der Größenordnung eines deutlichen Reflexauschlages lag. Typische Reflexartefakte wurden durch Mittelung von Impedanzänderungskurven mit monophasischem Anstieg und Abfall erhalten (unkontrollierte Phaseneffekte führen dabei zu variablen Impedanzabläufen).

Bei der Off-line-Auswertung wurde eine Analog-Digital-Konversion (Time/Data TDA 33) mit einer Abtastfrequenz von 102 Hz verwendet, was für ein Zeitfenster von 2500 ms 256 Punkte ergab. Der interessierende Frequenzbereich des Impedanzsignals umfaßt damit 0-50 Hz. Die Auflösung betrug 12 bit. Für jede Intensität wurden die wiederholten post-stimulatorischen Signalabschnitte summiert. Artefakte wurden durch interaktives Editieren unter Bildschirmkontrolle ausgeschaltet. Die gemittelten Kurven konnten automatisch

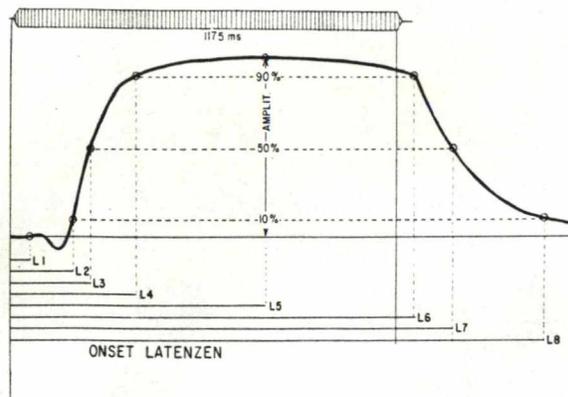


Abb. 3 Definition der Meßpunkte der Impedanzänderungskurve

oder mittels Cursor am Bildschirm analysiert werden, wobei 8 reproduzierbare Punkte bestimmt wurden (Abb. 3). Punkt 1 (entsprechend der Latenz L 1) markiert die erste erkennbare Abweichung von der Nulllinie. Die Punkte 3 und 7 entsprechen einem Anstieg, bzw. Abfall auf 50% der Maximalamplitude. Alle Anstiegs- bzw. Abfallzeiten (L 1-L 8) beziehen sich auf den Beginn (Onset) des Reizsignals. Die Daten (Kurven und Parameter) wurden auf einer Magnetplatte (RK 05) abgespeichert und mit einem elektrostatischen Matrix-Plotter (V 1640) ausgedruckt.

Resultate

Abb. 4 (a-d) und Tabelle 1 zeigen die Ergebnisse bei den Versuchspersonen. Die Amplituden sind normiert, so daß Amplitudenunterschiede graphisch nicht zum Ausdruck kommen. Als Vergleichsbasis wurde die Reizintensität von 10 dB über der individuellen Reflexschwelle gewählt, bei der die Antworten sämtlicher Versuchspersonen von jedem verwendeten Gerät gemittelt worden sind. Die Antwortkurve des A 702 besteht demnach aus ca. 150 einzelnen Antwortkurven von 25 Personen. Die Latenzen L 1-L 8 sind mit den Standardabweichungen für die kontralaterale und ipsilaterale Stimulation beim Gerät A 702 in Tabelle 1 aufgetragen. Die entsprechenden Latenzen des Reflexartefaktes im 2 ccm-Kuppler zeigen den Bereich an, in welchem eine reflexähnliche Antwort nicht die physiologischen Merkmale des akustischen Stapediusreflexes aufweist. Die Formen der reflektorischen Impedanzänderungen sind ebenso wie die Formen der Reflex-

Artefakte bei den einzelnen Geräten etwas unterschiedlich. In der Regel stellt der Reflex eine Compliance-(bzw. Admittanz-) Verminderung dar, welche nach oben gerichtet ist. Bei dem Otoadmittance-Meter 1720 B dagegen sind bei der Suszeptanz (B) mit 660 Hz Meßfrequenz die Reflexausschläge negativ (Admittanz-Zunahme; Abb. 4d).

Für quantitative Untersuchungen sind Angaben über die Reflex-Latenz wichtig. Die Einschwing-Latenz ist am kürzesten bei der Meßfrequenz 660 Hz des Otoadmittance-Meters. Sehr kurz ist hier vor allem die Latenz L 1, da die Reflexkurve praktisch unmittelbar nach Reizbeginn ansteigt. Die Unterschiede zwischen den Geräten hinsichtlich der Latenzmittelwerte L 1-L 8 wurden in Tabelle 2 mit dem t-Test untersucht. Signifikante Unterschiede wurden zwischen dem ZA 20 und dem A 702, zwischen A 702 und GS 1720 B (B 220) und zwischen G 220 und G 660 (GS 1720 B) gefunden. Damit weist das Otoadmittance-Meter im allgemeinen die kürzesten, das ZA 20 die längsten Latenzen sowohl für die Einschwing- als auch für die Ausschwingphase auf.

Die Reflexantwort auf den 1-Sekunden-Tonpuls steigt bei kontralateraler Reizung kontinuierlich bis zum Maximum an, das zwischen 1225 und 1275 ms, d.h. rund 50-100 ms nach Signalende erreicht ist (L 5). Der ipsilateral registrierte Reflex dagegen (Abb. 4c) fängt sowohl in der Anstiegs- als auch in der Abfallphase mit einer deutlich ausgeprägten gegenphasigen Auslenkung an. Dazwischen liegt ein flaches Plateau. Bei der gekreuzten (contralateralen) Registrierung gehört das

Plateau noch zur Anstiegsphase, weshalb L 4 (90 % Anstieg) hier länger ist als bei der ipsilateralen Registrierung. Die Reflex-Amplituden und -Schwellen sind bei den Geräten nicht signifikant verschieden.

Die Reflexartefakte sind in Abb. 5a-d dargestellt. Zum Vergleich mit den gemittelten Reflexen sind sie mit umgekehrter Polarität und gleicher Amplitude eingezeichnet. Zu beachten ist die viel kürzere Ein- und Ausschwinglatenz der Artefakte (vgl. Tabelle 2).

Diskussion

Obwohl klinisch die Reflexlatenz als Parameter in der impedanzaudiometrischen Diagnostik nicht allein, sondern nur zusammen mit der Schwelle, Form und Amplitude eine Rolle spielen kann, ist es wichtig, den Einfluß der Registriertechnik unter Kontrolle zu halten und brauchbare Normalwerte aufzustellen. So hat beispielsweise Bosatra [2] bei experimentellen und klinischen Hirnstammschäden eine deutliche Verlangsa-

Abb. 4 a-d Gemittelte Reflexe von Versuchspersonen (N = Anzahl der Personen, pro Person jeweils 4-8 intraindividuelle Mittelungen).

Der Stimulationspegel ist 10 dB bezogen auf die individuelle Reflexschwelle. Gerätevergleich A 702 - ZA 20 - GS 1720 B. Die Amplituden sind normiert

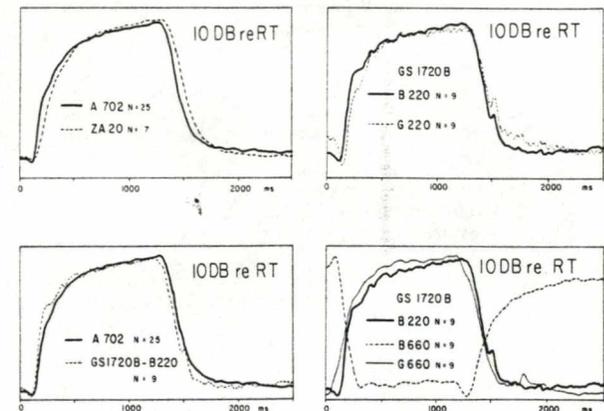


Tabelle 1 Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Latenzen, Amplituden und Schwellen bei 25 Versuchspersonen; Latenzen des Reflexartefaktes im 2 ccm-Kuppler.

Pegel 10 dB über der individuellen Reflexschwelle. Stimulation 1000 Hz (contra- und ipsilateral). Gerät: Amplaidd A 702

Latenzen (ms)	1000 Hz		Reflex-Artefakt
	contralat.	ipsilat.	
L 1	76 ± 33	50 ± 21	17
L 2	157 ± 87	175 ± 53	39
L 3	240 ± 160	241 ± 88	56
L 4	651 ± 160	580 ± 340	94
L 5	1229 ± 256	1270 ± 305	128
L 6	1300 ± 171	1314 ± 179	312
L 7	1403 ± 183	1388 ± 60	1255
L 8	1646 ± 347	1558 ± 297	1301
Amplituden (µL)	70 ± 58	86 ± 55	
Schwellen (dB HL)	88.0 ± 7.6	89.4 ± 5.2	
N	25		

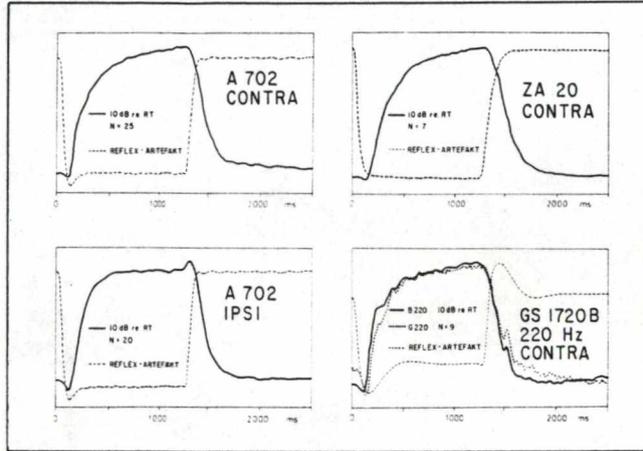


Abb. 5 a-d Gemittelte Reflexartefakte im 2 ccm-Kuppler bei den drei Geräten, im Vergleich zur gemittelten Reflexantwort 10 dB über der Schwelle.

Die Amplituden sind normiert, die Reflexartefakte sind mit umgekehrter Polarität dargestellt

Geräte-Vergleich	Signifikanz p	Differenz (ms) SD	Freiheitsgrade v
ZA 20 > A 702 contra	< 0.001	40.6 ± 18.7	7
A 702 contra > A 702 ipsi	n.s.	15.8 ± 44.6	7
A 702 contra > 1720 B (G 220)	n.s.	20.8 ± 36.1	7
A 702 contra > 1720 B (G 220)	0.025	45.8 ± 41.1	7
1720 B:			
G 220 > G 660	< 0.001	91.6 ± 33.4	7
B 660 > B 220	n.s.	27.3 ± 238.8	7
G 220 > B 220	0.05	25.0 ± 24.9	7
B 660 > G 660	n.s.	93.9 ± 209.7	7

Tabelle 2 Vergleich der Latenzen mit verschiedenen Impedanzgeräten.

Mittelwerte L1 bis L8, 10 dB über Reflexschwelle.
Kürzeste Latenz: 1720 B (B 220)
Längste Latenz: ZA 20

mung des Reflexanstiegs mit Zunahme der L3 (50%) beschrieben. Ähnliche Beobachtungen wurden von Hess [6] bei Patienten mit neurologisch gesicherter multipler Sklerose mit Befall des Hirnstammes mitgeteilt. Die vorliegenden Daten sind deshalb da von Interesse, wo es darum geht, die Ergebnisse eigener Untersuchungen mit der Literatur bei Verwendung unterschiedlicher Impedanzgerät-Typen zu vergleichen.

Im Gegensatz zu Jerger et al. [8] haben wir deutliche Latenzunterschiede zwischen gekreuzter und ungekreuzter Stimulation gefunden. Die Analyse der Form dieser Reflexe legt den Schluß nahe, daß Meßartefakte die Latenz mit beeinflussen und beispielsweise für den

diphasischen Ablauf der Ein- und Ausschwingphase verantwortlich sind.

Kunov hat 1977 gezeigt, daß bei Intensitäten ab 95 dB SPL in einem nicht schallharten 2 ccm-Volumen »Trommelfellartefakte« bei ipsilateraler Stimulation entstehen, die durch eine Modulation der Meßfrequenz in Gegenwart einer elastischen Membran verursacht sind [11]. Diese Artefakte sind nur bei Patienten mit hohen ipsilateralen Reflexschwellen (über 100 dB SPL) mit negativer Ausschlagrichtung (Compliance-Zunahme) zu beobachten, da sie normalerweise vom viel größeren gegenpoligen Reflexausschlag überlagert werden. Unsere Versuchsanordnung in einem schallhar-

ten Kupplerraum ist nicht geeignet, diese Art von Artefakten, die nur bei ipsilateraler Stimulation in einem relativ schallweich begrenzten Raum auftreten, zu reproduzieren. Sie simuliert vielmehr die von Kunov als »additive Artefakte« bezeichneten Antworten, die von Danaher et al. [3] und von Margolis et al. [15] bei gekreuzter Stimulation an hochgradig schwerhörigen Ohren, von Popelka und Dubno [18] bei Stimulation über Knochenleitung beschrieben worden sind. Additive Artefakte zeigen die gleiche Richtung des Ausschlags wie normale Reflexe, da sie den Schalldruck im Gehörgang erhöhen. Sie sind durch eine unvollständige Trennung zwischen Meßton und Stimulus durch das Filtern bedingt und treten normalerweise erst 10-25 dB über dem »Trommelfellartefakt« auf.

Angaben über die Reflex-Latenzen pathologischer Fälle setzen also voraus, daß Normalwerte für das verwendete Gerät spezifiziert werden. Daß auch für dasselbe Gerät, zum Beispiel für das oft verwendete Madsen Impedanzmeter ZO 70, unterschiedliche Normalwerte existieren, zeigt Tabelle 3 anhand der Latenz L1 bei verschiedenen Autoren. Grund für die erheblichen Diskrepanzen der Angaben ist neben der unter-

schiedlichen Registriersysteme (Oscilloscop, graphischer Recorder) die Schwierigkeit der Definition des Anfangspunktes der Impedanzänderung. Der allmähliche Anstieg aus der Nulllinie zwischen Reiz- und Antwortbeginn ist schwierig exakt und reproduzierbar festzulegen. Außerdem sind die interindividuellen Streuungen auch bei einheitlicher Auswertung erheblich. Es ist deshalb empfehlenswert, einen Meßpunkt bei größerer Kurvensteilheit zu wählen, zum Beispiel den 50%-Wert der Amplitude des Scheitelpunktes (L3 und L7, vgl. Abb. 3), wie dies Borg [1] vorschlägt. Daß dieser Punkt für die Differenzierung von Patienten mit Störungen der Hörbahn durch multiple Sklerose Bedeutung hat, zeigt Hess [6] durch die Verlängerung dieses Parameters bei 9 von 30 Patienten mit gesicherter M.S.. Bosatra [2] findet ähnliche Hinweise bei klinischen und experimentellen Hirnstammschäden anderer Genese.

Die Unterscheidung zwischen Artefakten und echten Reflexen ist dort von Bedeutung, wo quantitative Reflexparameter besonders viele Aussagen versprechen. Wichtig ist dies in folgenden Fällen:

↳ Otoneurologische Anwendungen (Jerger et al., [8])

Tabelle 3 Latenz L1 des Stapediusreflexes; Ergebnisse verschiedener Autoren (Angaben in ms).
Intensität 10 - 15 dB über der Reflexschwelle
Stimulation 500 - 2000 Hz. Versuchspersonen

Autor	Gerät	Frequenz des Stimulationsstones Hz			N (Ohren)
		500	1000	2000	
Deutsch 1973 [4]	?		49		11
Fertitta et al. 1973 [5]	Mad.	216	226	266	12
Hess 1979 [6]	Mad.		90 ± 18		23
Lidén et al. 1974 [13]	Eigenbau 800Hz Messfrequenz			106 ± 47	18
McPherson et al. 1977 [14]	Mad.			110 ± 16	11
Norris et al. 1974 [17]	Mad.		129		23
Eigene Untersuchung	ZA 20		91 ± 37		7
	A 702 contra ipsi		76 ± 33 50 ± 21		25 24
	1720 B 220 Hz 660 Hz	B: 68 ± 30 B: 15 ± 50	G: 74 ± 24 G: 12 ± 44		9
	Reflex-Artefakt (A 702)		17		

- Hochgradige Schwerhörigkeit, Reflex nur mit erhöhter Intensität auslösbar (Margolis et al., [15])
- Überprüfung von Hörgeräte-Eigenschaften, Objektivierung der Lautheitsempfindung (Kießling, [10])
- Test für individuelle Lärmempfindlichkeit (Johannson et al., [9])
- Ergänzung des SPAR-Tests (Sensitivity Prediction from the Acoustic Reflex, Jerger et al., [7]; Niemeyer et al., [16]). Die Hörschwellenbestimmung aus der akustischen Reflexschwelle kann als reines Schwellenkriterium durch einen weiteren unabhängigen Reflexparameter, zum Beispiel die Offset-Latenz ergänzt werden; damit wird die

exaktere objektive Bestimmung der Hörschwelle aus mehreren Reflexdaten gleichzeitig möglich.

Wir haben damit einige Aspekte der audiologischen Verwendbarkeit der Latenzmessung des akustischen Reflexes dargestellt. Nach den vorliegenden Ergebnissen scheint es notwendig, für jedes Impedanzmeter und für jede Registrierart eigene Normalwerte aufzustellen. Unter den Registriermethoden sind diejenigen vorzuziehen, die trägeitslos arbeiten, d.h. die oszilloskopische Darstellung und die Aufzeichnung auf einem Bandrecorder. Nur so kann erwartet werden, daß die starke Variabilität der Latenzmessung von reflektori-schen Impedanzänderungen auf eine praktisch nutzbare Größenordnung reduziert wird.

Literatur

- [1] Borg, E.: Dynamic characteristics of the intra-aural muscle reflex. In: Feldmann, S. S., Wilber, L. A. (Eds.): Acoustic impedance and admittance - the measurement of middle ear function. Williams & Wilkins, Baltimore 1976, 236-299.
- [2] Bosatra, A.: Pathology of the nervous arc of the acoustic reflex. *Audiology* 16 (1977), 307-315.
- [3] Danaher, E. M., Pickett, J. M.: Notes on an artifact in measurement of the acoustic reflex. *J. Speech Hear. Res.* 17 (1974), 497-504.
- [4] Deutsch, L. J.: Comment on 'The latent period of the intra-aural muscle reflex in normal and pathological ears' by Fertiuta, S. and Martin, F. N. *J. Auditory Research* 13 (1973), 312.
- [5] Fertiuta, S., Martin, F. N.: The latent period of the intra-aural muscle reflex in normal and pathological ears. *J. Auditory Research* 13 (1973), 157-161.
- [6] Hess, K.: Stapedius reflex in multiple sclerosis. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* 42 (1979), 331-337.
- [7] Jerger, J., Burney, P., Mauldin, L., Crump, B.: Predicting hearing loss from the acoustic reflex. *J. Speech Hear. Disord.* 39 (1974), 11-22.
- [8] Jerger, S., Jerger, J.: Diagnostic value of crossed vs uncrossed acoustic reflexes. *Arch. Otolar.* 103 (1977), 445-453.
- [9] Johannson, B., Kylin, B., Langfy, M.: Acoustic reflex as a test of individual susceptibility to noise. A preliminary report. *Acta Oto-Lar.* 64 (1967), 256-262.
- [10] Kießling, J.: Die Dynamik des Stapediusreflexes und dessen Bedeutung für die Hörgeräteanpassung. *Lar. Rhinol.* 57 (1978), 823-829.
- [11] Kunov, H.: The 'eardrum artifact' in ipsilateral reflex measurements. *Scand. Audiol.* 6 (1977), 163-166.
- [12] Lehnhardt, E., Battmer, R. D., Becker, D.: Zum diagnostischen Wert der ipsilateral ausgelösten Impedanzänderung des Trommelfelles. *Lar. Rhinol.* 56 (1977), 683-694.
- [13] Lidén, G., Nilsson, E., Laaskinen, O., et al.: The stapedius reflex and motor reaction time: A parallel investigation of the effects of drugs. *Scand. Audiol.* 3 (1974), 73-80.
- [14] McPherson, D. L., Thompson, D.: Quantification of the threshold and latency parameters of the acoustic reflex in humans. *Acta Oto-Lar., Suppl.* 353 (1977), 37.
- [15] Margolis, R. H., Gilman, S.: Methods for measuring the temporal characteristics and filter response of electroacoustic impedance instruments. *J. Speech Hear. Res.* 20 (1977), 409-414.
- [16] Niemeyer, W., Sesterhenn, G.: Calculating the hearing threshold from the stapedius reflex threshold for different sound stimuli. *Audiology* 13 (1974), 421-427.
- [17] Norris, T. W., Stelmachowicz, P., Bowling, C., et al: Latency measures of the acoustic reflex. Normal versus sensorineural. *Audiology* 13 (1974), 464-469.
- [18] Popelka, G. R., Dubno, J. R.: Comments on the acoustic-reflex response for bone conducted signals. *Acta Oto-Lar.* 86 (1978), 64-70.