

Binaurale akustisch evozierte Potenziale mit virtueller Akustik

Dirk Junius, Helmut Riedel, Birger Kollmeier

Medizinische Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg

Motivation

Ziel dieser Studie war es, die neuronalen Mechanismen, welche für die Verarbeitung von Schalllokalisation verantwortlich sind, mit Hilfe von binauralen akustisch evozierten Potenzialen (AEP) zu untersuchen. Im Gegensatz zu vorherigen AEP-Studien mit binauraler Fragestellung (Furst et al., 1985; Jones et al., 1990; McPherson et al., 1995; Brantberg et al., 1999; Riedel et al., 2001) wurden dabei externalisierte Stimuli, d.h. Stimuli mit realistischen räumlichen Merkmalen, verwendet. Zentrale Frage war dabei, ob die AEP auf diese realistischen räumlichen Stimuli höhere Antworten liefern als AEP auf lediglich lateralisierte Stimuli, wie sie durch rein interaurale Merkmale (ITD/ILD) in der bisherigen Literatur realisiert wurden. Zudem wurde die Abhängigkeit der Potenziale vom Azimut und von der Elevation der Schallquelle untersucht.

Methoden

Zum Auslösen der AEP wurde ein optimierter Chirpstimulus verwendet, welcher die Basilarmembrandispersion ausgleicht und damit nachweislich zu höheren Antworten für die FAEP Welle V (Dau et al., 2000) und die MAEP Wellen N19-P30 (Rupp et al. 2002) führt. Durch Faltung mit den individuellen Außenohrimpulsantworten der Versuchspersonen wurde der Chirp für acht Schalleinfallrichtungen auf der Horizontalebene und sechs zusätzliche Richtungen auf der Medianebene berechnet. Als Referenzkondition wurde zusätzlich der ungefaltete Chirp diotisch dargeboten. Alle fünfzehn Stimulusbedingungen wurden je 10000 Mal bei einem Pegel von 40 dB SL und einer Reizwiederholrate von 15 Hz in randomisierter Reihenfolge jeweils monaural links/rechts und binaural dargeboten. Dies ermöglichte die Berechnung des sog. Binauralen Differenzpotenzials (BD), welches als neuronales Korrelat für die spezifisch binaurale Verarbeitung angesehen wird und aus der Differenz zwischen der binauralen Antwort und der Summe der monauralen Antworten berechnet wird. Die AEP wurden mit 32 Elektroden bei sechs Versuchspersonen registriert. Die Filterung und gewichtete Mittelung (Riedel et al. 2002) wurde offline durchgeführt. Zur Auswertung der frühen AEP (FAEP) wurden Filtergrenzen von 100 und 1500 Hz gewählt, für die Auswertung der mittellatenten AEP (MAEP) Filtergrenzen von 20 und 300 Hz. Zur Analyse der Amplituden und Latenzen wurden die Komponenten entsprechend Tab. 1 für die Elektrodenkanäle A1, A2, PO9, PO10 für alle Versuchspersonen bestimmt. Eine Quellenanalyse mit einem rotierenden Dipol (FAEP) bzw. zwei hemisphärensymmetrischen fixierten Dipolen (MAEP) als Quellenmodell wurde für ein 3-Schalen Kopfmodell durchgeführt.

Antworttyp		Latenz	Amplitude
FAEP	B	V	V
	BD	DN1, DP1	DN1-DP1
MAEP	B	N19, P30	N19-P30
	BD	DN3, DP4	DP4-DN3

Tab. 1: Überblick der Komponenten, die bei der Analyse von Amplituden und Latenzen ausgewertet wurden (B: binaurales Potenziale, BD: Binaurales Differenzpotenzial).

Ergebnisse

Abb. 1 zeigt die Amplituden (obere Teilgrafik) und Latenzen (untere Teilgrafik) für die FAEP Welle V der binauralen Antwort sowie für die Wellen DP1/DN1 der BD im Mittel über Versuchspersonen und Kanäle. Für seitliche Schalleinfallrichtung nimmt die Amplitude der binauralen Potenziale und der BD deutlich ab und die Latenz der BD steigt. Die Antwortamplituden sind am höchsten für Schalleinfallrichtungen auf der Medianebene, liegen aber nicht höher als die Antwort auf die diotische, nicht externalisierte Referenzkondition, und zeigen auch keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen Richtungen. Der Zeitverlauf des Dipolmoments zeigt für seitliche Stimulusrichtungen eine deutliche laterale Komponente.

Die MAEP zeigen in den Latenzen der BD eine schwache Abhängigkeit von der seitlichen Auslenkung der Schallquelle. Ebenso lassen die Dipolmomente der hemisphärensymmetrischen Dipole eine stärkere Aktivierung für kontralaterale Stimuli erkennen („kontralaterale Dominanz“).

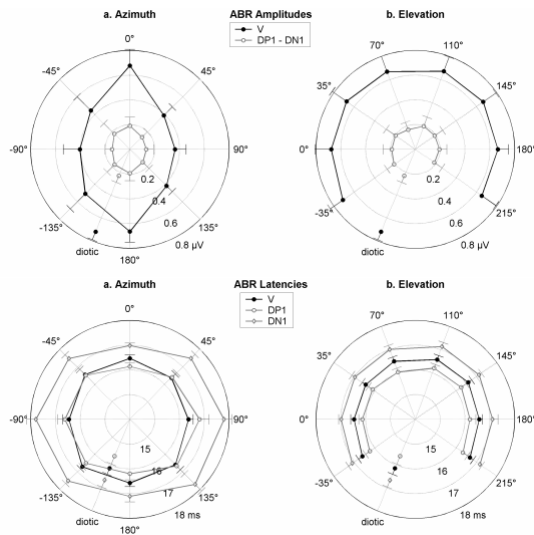


Abb. 1: FAEP Amplituden (obere Teilgrafik) und Latenzen (untere Teilgrafik) bei Variation des Azimut (links) bzw. Elevation (rechts) für die binauralen Potenziale (Welle V) und binaurale Differenzpotenziale (Wellen DP1, DN1).

Schlussfolgerungen

Aufgrund der Tatsache, dass a) nur die Stärke der seitlichen Auslenkung signifikante Effekte auf die Amplituden, Latenzen und Dipolmomente der FAEP und MAEP hat und b) die Antworten auf lokalisierte Stimuli nicht höher ausfallen als die auf den diotischen Referenzstimulus, muss angenommen werden, dass auf Ebene des Hirnstamm bzw. primären auditorischen Kortex nur die interauralen Differenzen (ITD, ILD) ausgewertet werden. Spektrale Merkmale, die zu einer realistischen, externalisierten Schalllokalisation führen, werden möglicherweise erst auf zentraleren Stationen der Hörbahn ausgewertet und mit den interauralen Merkmalen integrativ ausgewertet.

Literatur

- Brantberg, K., Hansson, H., Fransson, P. A., and Rosenhall, U. (1999). "The binaural interaction component in human ABR is stable within the 0- to 1-ms range of interaural time differences", *Audiol Neurotol* 4, 88-94.
- Dau, T., Wegner, O., Mellert, V., and Kollmeier, B. (2000). "Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar-membrane dispersion", *J Acoust Soc Am* 107 (3), 1530-1540.
- Furst, M., Levine, R. A., and McGaffigan, P. M. (1985). "Click lateralization is related to the beta component of the dichotic brainstem auditory evoked potentials of human subjects", *J Acoust Soc Am* 78 (5), 1644-1651.
- Jones, S. J., and Poel, J. C. v. d. (1990). "Binaural interaction in the brain-stem auditory evoked potential: evidence for a delay line coincidence detection mechanism", *Electroencephal Clin Neurophys* 77, 214-224.
- McPherson, D. L., and Starr, A. (1995). "Auditory time-intensity cues in the binaural interaction component of the auditory evoked potentials", *Hear Res* 89, 162-171.
- Riedel, H., and Kollmeier, B. (2001). "Auditory brain stem responses evoked by lateralized clicks: Is lateralization extracted in the human brain stem?" *Hear Res* 163 (1-2), 12-26.
- Rupp, A., Uppenkamp, S., Gutschalk, A., Beucker, R., Patterson, R. D., Dau, T., Scherg, M. (2002). "The representation of peripheral neural activity in the middle-latency evoked field of primary auditory cortex in humans(1)." *Hear Res* 174(1-2): 19-31.