

3 Material und Methoden

3.1 Seitenvergleichende Untersuchung von *N. medianus*-SEP

14 gesunde Probanden im Alter zwischen 24 und 40 Jahren ($27,2 \pm 4$ (Mittelwert \pm Standardabweichung)) wurden untersucht. 13 waren nach eigenen Angaben Rechtshänder, einer Ambidexter. Die Untersuchung fand in einem warmen, reizarmen Raum statt. Die Probanden saßen bequem in einem Untersuchungsstuhl. Die Augen waren während der gesamten Untersuchung geöffnet.

Der Nervus medianus wurde an der Volarseite des rechten bzw. linken Handgelenks konventionell transkutan mittels einer Brückenelektrode (Kathode proximal) elektrisch gereizt (0,1 ms Rechteckimpuls, Frequenz 8,1 Hz). Die Reizstärke lag jeweils oberhalb der motorischen Schwelle (d.h. es kam zur Kontraktion des Musculus abductor pollicis brevis) und unterhalb der subjektiven Schmerzgrenze ($7,7 \pm 2,4$ mA; Bereich: 4-12 mA). Zwei Reizparadigmen wurden untersucht. Einerseits wurden Einfachstimulationen durchgeführt. Diese erfolgten in Blöcken zu 2000 Einzelreizen. Andererseits wurden Doppelpulsstimulationen (Interstimulusintervall 20 ms) durchgeführt. Diese erfolgten in Blöcken zu 1500 Einzelreizen. Es wurde immer nur ein Arm in einem Block stimuliert, ebenso wurde in einem Block entweder eine Einfach- oder eine Doppelstimulation durchgeführt. Für jede Kondition (Einfach- bzw. Doppelreiz, links bzw. rechts) wurden mindestens zwei Blöcke gemessen. Die Reihenfolge der Blöcke war pseudorandomisiert und balanciert.

Die Reizantworten wurden an der Kopfhaut mittels AgCl-Napfelektroden mit einem klinischen SEP-Gerät (Fa. Nicolet, Compact four) aufgezeichnet. Abgeleitet wurde über C3' gegen F3' und über C4' gegen F4' (im gebräuchlichen 10/20 System). Als Erdung wurde Fpz verwendet. Die Elektrodenimpedanz lag in allen Fällen unter 5 k Ω . Gemittelt wurden die ersten 100 ms nach dem Stimulus von 3000-4000 Einzelreizen. Die Abtastrate lag bei 5 kHz.

Die Daten wurden gespeichert und off-line weiterverarbeitet. Zur Bestimmung der N20 (ersten Negativität nach 20 ms) wurde die Reizantwort zunächst digital gefiltert (Tiefpassfilter <423 Hz). Anschließend wurden Basislinienschwankungen manuell korrigiert, bzw. die Basislinie extrapoliert. Aus der Differenz Basislinie-Spitzenamplitude wurde die Amplitude der N20 bestimmt.

Die 600 Hz-Aktivität wurde aus den Rohdaten durch digitale Hochpaß-Filterung mit einer Eckfrequenz von 428 Hz extrahiert. Für die weitere Analyse der hochfrequenten Aktivität wurden zwei Intervalle gewählt: ein 10 ms andauerndes Intervall um 20 ms nach Reizapplikation, das die hochfrequente Aktivität enthielt und ein weiteres um 60 ms nach dem Reiz, das mindestens doppelt so lang war und ausschließlich Hintergrundrauschen enthielt. Die Rauschenergie des zweiten Intervalls wurde nun von der Signalenergie im ersten Intervall abgezogen. Die Quadratwurzel dieser Funktion ist proportional zur rauschbefreiten Amplitude der hochfrequenten Aktivität (rms-Amplitude). Die Stärke der hochfrequenten Aktivität nach dem 20 ms späteren Reiz bei Doppelpulsstimulation wurde analog mit dem ersten Intervall um 40 ms bestimmt.

Ist die Amplitude der Reizantwort über einer Hemisphäre grösser als über der anderen, so wird dies hier als Lateralisation in diese Richtung bezeichnet. Um bei der Berechnung der Lateralisation eine Verzerrung in Abhängigkeit von der Referenzseite zu vermeiden, wurde auf 0 normalisiert (nach der Formel $[(r-l)/(r+l)]$, wobei r für Amplitude nach rechtsseitiger Stimulation und l für Amplitude nach linksseitiger Stimulation steht). Daraus ergeben sich Werte größer 0 für eine höhere Amplitude nach rechtsseitiger Stimulation und kleiner 0 für eine höhere Amplitude nach linksseitiger Stimulation. Dieses Vorgehen ermöglicht darüber hinaus einen direkten Vergleich der beiden SEP-Anteile, der ansonsten durch die unterschiedlichen Dimensionen erschwert ist.

3.2 Vergleichende Untersuchung von N. medianus- und N. radialis- SEP

SEP nach Reizung des N. medianus und des Ramus superficialis des N. radialis wurden von 11 gesunden Probanden (n= 11; 3 Frauen, 8 Männer) im Alter von $27,4 \pm 4,3$ (Mittel \pm SD; Bereich: 24 bis 40) ausgewertet. 10 Probanden waren nach eigenen Angaben Rechtshänder, einer Ambidexter. Bei einer weiteren untersuchten Versuchsperson (Vpn) war weder nach Reizung des N. medianus noch nach Reizung des N. radialis hochfrequente Aktivität nachzuweisen, so dass die Messung aus der Analyse ausgeschlossen wurde. Die Untersuchungen fanden im Sitzen in einem beleuchteten Raum statt. Die Vpn wurden angewiesen, wach zu bleiben und sich auf die Stimulation zu konzentrieren. Die Augen blieben während der gesamten Zeit geöffnet. Entweder wurde der Ramus superficialis des N. radialis ca. 5 cm oberhalb des Handgelenkes oder der N. medianus am Handgelenk des rechten Armes elektrisch stimuliert. Mit einer Reizfrequenz von 8,1 Hz wurden Einzel- oder Doppelstimuli (Interstimulusintervall 20 ms) appliziert (0,1 ms Gleichstrom-Rechteckpulse).

Die Reizantwort wurde über C3' gegen F3' aufgezeichnet (Erdung Fpz). Zwei Blöcke à 1000 Stimuli wurden für jede Kondition abgeleitet. Die Reihenfolge der N. medianus- bzw. N. radialis Stimulation und Einfach- bzw. Doppelreiz war pseudorandomisiert und balanciert über alle Vpn. Die Stimulusintensität lag unter der subjektiven Schmerzgrenze für die N. medianus- und die N. radialis-Stimulation und klar über der motorischen Schwelle bei der Stimulation des N. medianus. Bei N. radialis-Stimulation empfanden alle Vpn Parästhesien im autonomen sensiblen Versorgungsgebiet des N. radialis. Nach digitaler Hochpass-Filterung (Eckfrequenz 428 Hz) wurden die rms-Amplituden der burst-Antwort auf den zweiten Reiz und der burst-Antwort auf den Einzelreiz Reiz verglichen (s. o.; die burst-Antwort auf den ersten Reiz der Doppelpulsstimulation konnte nicht mehr ausgewertet werden, da er durch den Reizartefakt des zweiten Reizes überlagert wurde).

Um die individuelle Langzeitstabilität und die Reliabilität der Phänomene zu untersuchen, wurden diese Untersuchungen in zwei Fällen nach 12 Monaten wiederholt.