

Modellierung der Einflüsse des Muskelfaserverlaufs auf die Phasenbeziehungen der EMG-Signale im Rückenbereich

R. Graßme^{1,2}, Ch. Anders¹, D. Stegeman³, H.Ch. Scholle¹

1) FB Motorik, Inst. für Pathophysiologie, Klinikum der Friedrich-Schiller-Universität, Jena

2) BGN, Geschäftsbereich Prävention, Gesundheitsschutz

3) University of Nijmegen, Institute of Neurology, Nijmegen, The Netherlands

*Unterstützt vom Kompetenzzentrum für interdisziplinäre Prävention (KIP) FSU / BGN

Oberflächen-EMGs sind ein wertvolle Hilfsmittel für funktionelle Untersuchungen muskulärer Koordination, denn sie erlauben die Aufzeichnung von Muskelaktivität ohne Irritation der untersuchten Muskeln.

Diesem Vorteil steht der Nachteil einer im Vergleich mit dem Nadel-EMG verringerten räumlichen Auflösung gegenüber. Aus diesem Grund gibt es ein Übersprechen (cross talk) zwischen dem untersuchten Muskel, über den die Hautelektroden geklebt sind und den Muskeln der Umgebung, die ebenfalls aktiviert sein können. Um diese Schwierigkeit zu überwinden, wurde in früheren Arbeiten (Anders et al. 1998, Schack et al. 2000) der Versuch unternommen, die Muskeln im Rückenbereich durch Messung der Fortleitungsrichtung der Aktionspotentiale zu unterscheiden. Dies wurde durch die Berechnung der Kreuzphasen zwischen bipolaren Oberflächen-EMG-Kanälen ausgeführt, die jeweils in einer Reihe parallel zur Hauptfaserrichtung des Musculus latissimus sowie des Musculus erector spinae im LWS-Bereich angeordnet waren. Bei Aktivierung des M. latissimus konnte eine lineare Abhängigkeit der Phase von der Frequenz gefunden werden, die gemäß der Gleichung $\varphi=2\pi \cdot f \cdot \Delta t$ die erwartete Zeitverschiebung anzeigt. Bei Aktivierung des (tieferliegenden) M. erector spinae jedoch wurde meist ein nichtlineares Phasenverhalten gemessen. Die vorliegende Arbeit untersucht mit einem Modell der Volumenleitung, ob dieses nichtlineare Phasenverhalten durch die Tiefe der Muskelfaser bedingt sein könnte. Die lineare Relation für die Phase gilt nämlich nur dann exakt, wenn gleiche Signale miteinander korreliert werden (einmal abgesehen von der Zeitverschiebung). Von einer endlich langen Muskelfaser kann das nur in mehr oder weniger guter Näherung für jede Elektrodenposition eingehalten werden. Die durchgeführten Simulationen zeigen, daß die nichtlinearen Verzerrungen der Phase mit wachsender Tiefe der Muskelfasern zunehmen. Die Abweichungen in der Kreuzphase bipolarer Kanäle werden so stark, daß die Resultate schon bei einer Muskelfasertiefe von 2cm (bei einer Länge von 12cm) dem zitierten Experiment ähneln, während das

Verhalten bei oberflächlichen Fasern (4-10mm Tiefe) in guter Näherung linear ist. Mit diesem Modell läßt sich also das von Anders et al. 1999 gemessene nichtlineare Phasenverhalten des M. erector spinae als charakteristische Eigenschaft tiefer liegender Muskelfasern erklären.

Anders C, Schack B Stegeman DF: *Aussagemöglichkeiten zur Aktivierung der tiefliegenden Rückenmuskeln mittels Oberflächen-EMG - Methodischer Ansatz* in Radandt S, Greishaber R, Schneider W: „Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen“ 5. Erfurter Tage, Monade Verlag Leipzig 1999.

Schack B, Rappelsberger P, Anders C, Weiss S, Möller E: *Quantificatin of synchronisation processes by coherence and phase and ist application in analysis of electrophysiological signals*. Int J Bifurcat Chaos 10 (2000) 2565-2586.