

W. Seiberl, D. Hahn, A. Schwirtz

EMG-KOORDINATIONSMUSTER MEHRGELENKIGER SUBMAXIMALER MUSKELAKTIONEN IN VIVO FÜR DIE ENTWICKLUNG EINER FEEDBACK-KONTROLLE

Fachgebiet für Biomechanik im Sport, Technische Universität München
 wolfgang.seiberl@tum.de

Münster,
 21.-23. März 2012

Bei der Feedback-Kontrolle mehrgelenkiger Muskelaktionen muss die intermuskuläre Koordination und Multifunktionalität zweigelenkiger Muskeln in besonderem Maße berücksichtigt werden. Beispielsweise kann ein Muskel eine identische Bodenreaktionskraft mit unterschiedlichen Aktivierungslevel realisieren (Hahn et al., 2010). Ein Biofeedbackverfahren zur Kontrolle der eingelenkigen Kniestreckung über EMG, reduziert auf einen Muskel, wurde bereits mehrfach erfolgreich angewandt (Seiberl et al., 2012). An der mehrgelenkigen Beinextension sind mehrere Muskeln beteiligt, und somit ergibt sich eine Vielzahl an Lösungsmöglichkeiten. Hierfür soll ein Feedback-Verfahren zur Kontrolle mehrgelenkiger Muskelaktionen *in vivo* entwickelt werden. Zudem wird der Einfluss von Ermüdung auf das Ansteuerungsverhalten der beteiligten Muskulatur untersucht.

Methode:

- N = 9 Probanden
- 15 isometrische mehrgelenkige Beinextensionen bei 30% der individuell maximalen Kraft (MVC) über eine Dauer von 30s (Pause 2min)
- Kraft durch visuelles Feedback kontrolliert
- Feedback-Training mit allen Probanden vor dem Test, um Lerneffekte zu minimieren

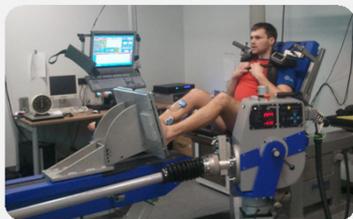


Abb. 1: Motorgetriebene Beinpresse Isomed 2000, D&R Ferstl



Abb. 2: Funk-EMG-Sender Myon, Myon AG

- Elektromyographische Daten (EMG) wurden von 9 Muskeln aufgezeichnet (2kHz):
 Vastus lateralis (VL), Vastus medialis (VM), Rectus femoris (RF), Biceps femoris (BF), M. semitendinosus (ST), Mm. gastrocnemius (med und lat), M. soleus, M. tibialis

Datenverarbeitung:

- Filter: Butterworth Hoch-/ Tiefpass 10/500Hz
- Glättung: Root-Mean-Square 500ms
- 6 Zeitintervalle a 2s eingeteilt.
- Amplitudennormalisierung:
- Mittelwerte, Korrelationen (Spearman) und statistische Mittelwertvergleiche (ANOVA, t-test) an Versuchen 4 bis 15 für die Stichprobe berechnet.

Ergebnisse:

- Keine Unterschiede in der Kraft bezüglich der visuellen Feedbacksteuerung.
- Über 30s Daueraktivierung steigt das Aktivierungsniveau tendenziell an (Abb.1)
- Niedrigste Standardabweichungen (<3% MVA) über 15 Versuche weisen VL, GL und GM auf.

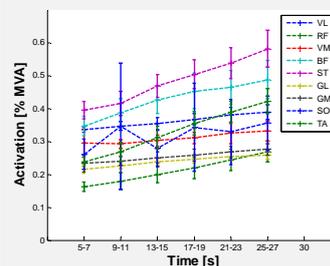


Abb. 3: Mittlere Aktivierung (±SD) [% MVA] aller Probanden zu einem Auswertintervall.

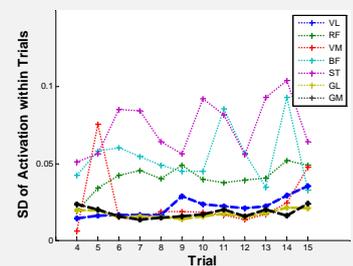


Abb. 4: Über die Gruppe gemittelte Standardabweichung der Muskelaktivität bei Versuchen 4 bis 15.

- Signifikante, hohe Korrelation zwischen der mittleren Aktivität des VL, GL und GM ($r > 0.8$)

Tab. 1: Korrelationsmatrix ausgewählter Muskeln des Ober- und Unterschenkels

		Korrelationen				
		VL	RF	VM	GL	GM
Spearman-Rho	VL					
	RF	,699				
	VM	,497	,392			
	GL	,882	,509	,591		
	GM	,846	,420	,559	,973	

*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).
 **. Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Fazit: Eine Reduktion der Feedbackinformation auf einen ‚Leitmuskel‘, der die geringste Standardabweichung über 12 ausgewertete Versuche (Abb. 4) aufweist, scheint für die Standardisierung der mehrgelenkigen Beinextension via EMG-Feedback möglich. Dabei kommen sowohl der VL am Oberschenkel, als auch GL oder GM am Unterschenkel in Frage. Da diese hoch miteinander korrelieren, scheint ein Muskel in der Lage zu sein, die anderen zu repräsentieren.

References:

- Seiberl, W., Hahn, D., Herzog, W., & Schwirtz, A. (2012). "Feedback controlled force enhancement and activation reduction of voluntarily activated quadriceps femoris during sub-maximal muscle action." *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(1), 117–123.
 Hahn, D., Seiberl, W., Schmidt, S., Schweizer, K. and Schwirtz, A. (2010). "Evidence of residual force enhancement for multi-joint leg extension." *Journal of Biomechanics* 43(8): 1503-8.

Contact:

Dr. Wolfgang Seiberl
 Department of Biomechanics in Sports
 Technische Universität München
 Wolfgang.seiberl@tum.de

