

Myoelektrische Aktivierungsmuster der Unterarmmuskeln beim definierten Beugen und Strecken der Finger sowie beim Greifen

Myoelectrical activation pattern of the forearm muscles during flexion and extension of fingers as well as to grip

Nikolaus-Peter Schumann*, Sebastian Walther, Elke Mey, Roland Graßme, Christian Anders
Universitätsklinikum Jena, Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie

Die muskulären Aktivierungsmuster der im Unterarm gelegenen Beuge- und Streckmuskeln der Finger sind bisher nur unzureichend untersucht. Insbesondere bei differenzierten Fingerbewegungen und beim Greifen von Objekten sollte die Koordination, das Zusammenspiel der sehr kompakt liegenden Muskeln und Muskelgruppen näher gekennzeichnet werden. Solche Untersuchungen sind eine wichtige Voraussetzung für die Rehabilitation, die Wiederherstellung der Normalfunktion nach Unterarmverletzungen, muskulären und neuronalen Erkrankungen bzw. Funktionsstörungen der Fingermuskulatur.

Bei 18 gesunden Probanden wurde mittels 48-Kanal-Oberflächenelektromyographie (EMG) die Funktion der Unterarmmuskeln untersucht. Dabei wurden Oberflächenelektroden (Durchmesser 6 mm) ringförmig um den Unterarm appliziert. Insgesamt wurden 3 Elektrodenringe a 16 Oberflächenelektroden angelegt: ein proximaler, ein medialer und ein distaler Elektrodenring. Die Registrierung der Elektromyogramme erfolgte mit Monopolarverstärkern im Frequenzbereich 10-700 Hz (Biovision, Wehrheim, Deutschland), mit dem Messsystem Tower of Measurement (DeMeTec, Langgöns, Deutschland) und der Mess-Software von ATISA (GJB, Langewiesen, Deutschland). Die Elektromyogramme wurden bei einer Abtastrate von 2048/s und einer Auflösung von 24 bit $\pm 5V$ (0,6 nV/bit) digitalisiert. Die EMG-Untersuchungen erfolgten während kraftkonstanter Flexion und Extension einzelner Finger gegen eine von extern applizierte Gegenkraft (Flexion: 6 N bis 22 N, Extension: 1 N und 2 N). Außerdem wurde das EMG beim Greifen von Objekten aufgezeichnet. Nach Quantifizierung der Elektromyogramme durch Berechnung der mittleren EMG-Amplitude wurden Muskelaktivitätsprofile erstellt, die die Aktivitätsrelationen zwischen den verschiedenen Fingermuskeln widerspiegeln. Die Muskelaktivitätsprofile ließen sich einzelnen Fingerbewegungen zuordnen. Die EMG-Aktivitäten der Fingerextensoren waren markanter als die der Fingerflexoren, wahrscheinlich weil die Extensoren oberflächennaher liegen. Darüber hinaus weisen die EMG-Aktivitätsprofile auch auf Kokontraktionen hin. Offensichtlich sind immer mehrere Muskeln, Agonisten aber auch Antagonisten gleichzeitig aktiv. Mit der Steigerung der aufzuwendenden Fingerkraft erhöhte sich auch die mittlere EMG-Amplitude. Insgesamt demonstrieren die Ergebnisse die Komplexität der neuromuskulären Erregungsprozesse der Fingermuskulatur.

The muscular activation patterns of the flexor and extensor muscles of the fingers located in the forearm have so far been insufficiently studied. In particular, in the case of differentiated finger movements and the gripping of objects, the coordination of the very compact muscles and muscle groups should be more closely characterized. Such examinations are an important prerequisite for rehabilitation of normal function after forearm injuries, muscular and neuronal diseases or functional disorders of the finger muscles.

In 18 healthy volunteers, functions of the forearm muscles were examined by means 48-channel surface electromyography (EMG). Surface electrodes (diameter 6 mm) were applied annularly around the forearm. In total, 3 electrode rings consisting of 16 surface electrodes each were applied, proximal, medial and distal on the forearm. The surface-electromyograms were recorded via monopolar amplifiers in the frequency range 10-700 Hz (Biovision, Wehrheim, Germany), with the measuring system Tower of Measurement (DeMeTec, Langgöns, Germany) and the measuring software ATISA (GJB, Langewiesen, Germany). The electromyograms were digitized at a sampling rate of 2048 / s and a resolution of 24 bit \pm 5V (0.6 nV / bit). The EMG examinations were carried out during the force-constant flexion and extension of individual fingers against an externally applied counterforce (flexion: 6 N to 22 N, extension: 1 N and 2 N). In addition, the EMG was recorded while gripping objects. After quantification of the electromyograms by calculating the mean EMG amplitude, muscle activity profiles were created that reflect the activity relationships between the various finger muscles.

The muscle activity profiles could be assigned to individual finger movements. The EMG activities of the finger extensors were more distinctively than those of the finger flexors, probably because the extensor muscles are closer to the surface. Furthermore, the EMG activity profiles also indicate cocontraction. Obviously, several muscles - agonists as well as antagonists - are always active at the same time. Increasing finger strength also increased the mean EMG amplitude. Overall, the results demonstrate the complexity of the neuromuscular excitation process of the finger muscles.