

## 若手研究

トレーニングにおける筋の成長過程を筋線維レベルで計測するシステムの開発  
赤澤淳【保健医療学部 基礎柔道整復学ユニット】

【はじめに】柔道整復の分野では近年、アスレチックトレーナー等の活動を行っており、選手がトレーニングを行うことで、どれだけパフォーマンスが向上したか、また負荷のかけ方に問題がなかったかといったことを生体内部での変化に着目して定量的に評価する手法が求められている。

脊髄にある $\alpha$ 運動ニューロンとそれに支配される筋線維群である運動単位は筋収縮における機能的な最小単位である。そのため、筋のわずかな変化を評価するのに適している。

大腿等の大きな筋において、運動単位の活動を計測するためには、電極数が多い格子状電極が必要となる。そこで、本研究では、12チャンネル双極誘導の表面電極を試作し動作を確認する。次に、解析システムを構築し、まず既存の電極を用いて動作時における運動単位の活動を解析し、運動単位のテリトリの推定を行う。

【方法】大きな筋の運動単位の活動を計測できるよう、電極にステンレスを用い、電極間隔 2.54 mm, 12チャンネル双極誘導の表面電極を作製し、動作の確認を行う。

次に、動作時における上腕二頭筋短頭の運動単位のテリトリを推定するシステムの構築する。肘関節トルクは約 5 %MVC において、等速度で肘関節角度  $\theta$  を 0 から 90 deg まで屈曲させたとき、運動単位がどのような活動をしているかを確認するために、筋電図を用いて解析を行う。被験者には実験の前に十分な説明を行い、実験の主旨に対して同意を得てから計測を行う。筋電図の計測には 8 チャンネル双極誘導の表面電極を用い、独立成分分析を用いた解析は 3 秒間隔で行う。10 秒間のデコンポジション結果については、筋線維密度を 16 fiber /mm<sup>2</sup> とし、Grip の 3 極モデルを用いて、運動単位のテリトリの推定を行う<sup>1)</sup>。

【結果】試作した 12 チャンネル双極誘導の表面電極を図 1 (a) ステンレス電極側、(b) 背面側) に示す。全てのチャンネルに信号を入力し、動作確認を行った。

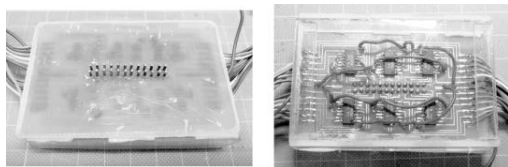


図 1 12 チャンネル双極誘導の表面電極

構築したシステムを用いてデコンポジションを行った結果、運動単位の活動を確認した。4 つの運動単位 (MU01~MU04) に対する SMUAP プロファイル<sup>2)</sup>を図 2 に示す。この結果に対してテリトリを推定した結果、MU01 (図 a) のテリトリは半径 ( $R$ ) が 2.5 mm の円形であり、皮膚表面からの深さ ( $D$ ) は 5.0 mm であった。MU02 (図

b) は  $R=7.5$  mm であり、 $D=3.5$  mm であった。MU03 (図 c) は  $R=7.5$  mm であり、 $D=4.0$  mm であった。MU04 (図 d) は  $R=15.0$  mm であり、 $D=2.0$  mm であった。これらの結果はこれまでの生理学的な知見と一致するものであった。

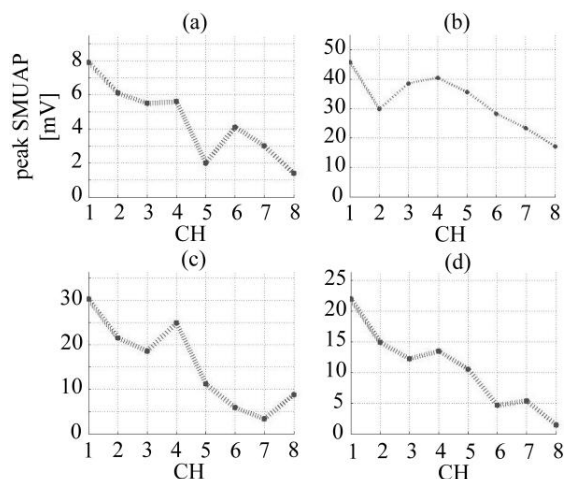


図 2 SMUAP プロファイル

【結論】大腿等の大きな筋を対象として運動単位の活動を計測できるように 12 チャンネル双極誘導の表面電極を作製し、動作の確認を行った。

次に、構築したシステムを用い、8 チャンネル双極誘導の表面電極を用い、肘屈曲運動時における上腕二頭筋短頭の運動単位のテリトリを推定した。本研究において、運動時における運動単位のテリトリ推定法の有用性が示唆された。

## 【参考文献】

- 1) 赤澤淳, 佐藤哲大, 湊小太郎, 吉田正樹: マルチチャンネル表面筋電図を用いた第 1 背側骨間筋の運動単位の形状と位置の推定方法, 生体医工学. 43(4): 595-604, 2005.

## 【謝辞】

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金 (24500667) を受けたことを明記し、ここに謝意を表します。

## 【学会発表】

- (1) Akazawa J, Okuno R: A Method for Quantitative SEMG Decomposition and MUAP Classification during Voluntary Isovelocity Elbow Flexion. 35th Annual International Conference of the IEEE EMBS, pp.6776-6779, Osaka, Japan, 2013. 7. 7
- (2) 赤澤淳, 丸山顕嘉, 鑓野佳充, 岡本武昌: 肘屈曲動作時における表面筋電図の類似度に着目した運動単位活動計測法, 第 22 回日本柔道整復接骨医学会抄録集, 東京, p.73, 2013. 11. 23.