



筋線維タイプと 筋電図パワースペクトル

Relationship between Muscle Fiber Types and EMG Power Spectrum.

加藤 浩*

Hiroshi KATO, RPT, PhD

1. EMG 周波数解析について解説した。
2. 随意収縮強度・筋疲労と EMG パワースペクトルとの関係について解説した。
3. 筋線維タイプと対応する周波数領域との関係について解説した。
4. 筋線維タイプ・筋線維径（筋断面積）と EMG パワースペクトルとの関係について解説した。

はじめに

表面筋電図 (surface electromyogram : EMG) とは、ある運動により表在筋を中心とした骨格筋筋線維に発生する活動電位を電気的信号として抽出・記録したものであり、その信号の中には、①時間、②振幅 (電位)、③周波数の情報が含まれている。そして、これらの電気生理学的情報を加味した動作分析や歩行分析を行うことで、普段の観察だけでは知ることのできない機能障害構造について、より深く汲み取ることができる。EMG 解析は、量的評価としての積分筋電図 (IEMG) 解析と、質的評価としての EMG 周波数 (パワースペクトル) 解析とに大別できるが、一般に EMG 周波数解析と言えば高速フーリエ変換 (fast Fourier transform : FFT) が広く知られている。

ここで、EMG 周波数解析の歴史について少し触れておく。デジタル信号処理の教科書によれば、FFT アルゴリズムが世に出てきたのは、Cooley と Tukey の論文 (1965 年)¹⁾ が引き金になったとされている。また当時の論文を調べると、興味

深いことに、FFT の基になるアイデアは 1904~1905 年頃 (デジタル計算機などない時代) の論文に既にみられたとある。当然、当時の社会ではまだこのような斬新なアイデアは評価されなかったようである。

さて、フーリエ変換 (Fourier transform : FT) を用いた EMG 周波数解析は 1950 年代後半頃から行われるようになり²⁾、1970 年代頃から FFT が使われるようになり³⁾、FFT を用いた多くの研究がなされるようになった。しかし、この FFT を用いた周波数解析は、解析信号波形の定常性を仮定していたため、EMG の測定には一定時間以上の安定した筋収縮が必要であり、主に静的条件下 (等尺性収縮下) での筋活動評価に制限されていた。

この問題を解決するため筆者らは 1998 年から、新しい工学技術である wavelet 変換 (wavelet transform : WT) と呼ばれるアルゴリズムを用いた EMG 周波数解析の研究を世界に先駆けて開始し現在に至っている⁴⁻⁶⁾。この wavelet には「小波 (さざなみ)」の意味があり、工学分野では局所の振動波形を表す用語として使われている。WT アルゴリズムは、1980 年代初頭、石油探索のために地質の僅かな不連続部分を見つけ出す新

*吉備国際大学保健科学部理学療法学科
(〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町 8)