

# B4-25 周期運動を対象とした EMG に基づく筋活動相関と疲労の関係調査

知能システム制御研究室 岡本 虎志朗

## 1. はじめに

人間は筋活動に基づいて運動を行い、運動によって筋に疲労を感じる。筋疲労を定量的に評価する手法として、筋活動に伴い皮膚表面から取得できる筋活動電位 (EMG: ElectroMyoGram) の周波数特性の変化を利用したものがある [1, 2]。しかし、これらは速筋線維と遅筋線維に依存するため、下肢筋など遅筋線維が多くを占める部位においては有効な筋疲労推定手法ではなかった。

本研究では、周期運動に限定することで下肢筋群の活動相関から筋疲労の評価を試みる。

## 2. 走行運動における EMG の取得

20 代の健康な男性 1 名に対し、左右下肢の長腓骨筋および腓腹筋の皮膚表面に EMG センサ (Delsys Trigno Wireless) を 4ch 貼り付けて EMG を取得する。速度 8km/h の一定速度で 300 秒間の走行をトレッドミル上でを行い、取得した EMG を 0 秒~5 秒 (開始直度)、150 秒~155 秒 (中間点)、295 秒~300 秒 (終了付近) の 3 区間に分割する。

## 3. EMG の活動相関解析

解析手順は以下の通りである。

1. 分割した 3 つの区間の EMG に対して 0.1 秒区間で 0.001 秒シフトの RMS 処理を実施
2. 各 RMS を 0 中心データとするため各 RMS の平均値を差し引いてバイアス除去
3. 2 のデータに対して以下の組み合わせで相互相関関数を算出

- 相関 R: 右長腓骨筋&右腓腹筋
- 相関 L: 左長腓骨筋&左腓腹筋
- 相関 P: 右長腓骨筋&左長腓骨筋
- 相関 G: 右腓腹筋&左腓腹筋

4. 各相関を特徴ベクトルと見立て、運動初期を基準として運動中期および運動後期の相関係数を算出

## 4. 検証結果

Fig. 1 は 3 章に示した解析手順 3 の結果をグラフ化したものである。各々のグラフより、運動初期に比べ、運動中期および後期になるほど下肢筋群の協調動作に乱れが生じることが見てとれる。相関 R および L は同一脚の筋活動相関であり、各々の運動初期に対する中期の相関係数は 0.8134, 0.8373 で、後期は 0.7988, 0.8197 であり、いずれも運動後期にな

るほど筋活動の相関が低下している。一方、相関 P では中期が 0.8252, 後期が 0.8385 であり、中期の方が後期よりもやや相関が高く、相関 G においては中期が 0.7670, 後期が 0.7645 と、他に比べて極端に相関が低くなっている。ここで、相関 P は左右の長腓骨筋の相関性を確認したもの、相関 G は左右の腓腹筋の相関性を確認したものである。長腓骨筋は足首の外反 (外側に反り返す動作) や屈底 (足首を伸ばす動作) を司る筋であり、腓腹筋は足首の屈底や膝関節の屈曲 (膝を曲げる動作) を司る筋である。両者は足首の屈底では同じ役割を担っているが、長腓骨筋は足首の外反、腓腹筋は膝の屈曲を担う点が異なっている。今回はトレッドミル上での走行運動であり、一般的に足首の屈底および足首の外反はあまり生じることではない。そのため、相関 P において運動中期と後期で変化がなく、かつ、相関係数そのものは相関 R と相関 L と同程度であったと考えられる。また、トレッドミル上であっても走行運動である限り膝関節の屈曲は常に生じるため、運動疲労とともに曲げにくく (膝が上がりにくく) なる。そのため、相関 G の相関係数が極端に低下したものと考えられる。

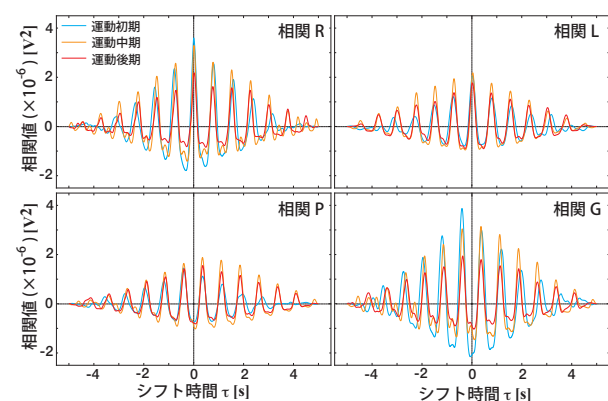


Fig. 1 走行時の相互相関関数

## 5. おわりに

本研究では、周期運動における下肢筋群の活動相関を調査した。その結果、運動時間が経過するほど下肢筋群の協調動作が乱れ、また筋の働きごとに筋相関の変化に違いがあることがわかった。今後は複数人の実験協力者による再現性の確認が必要である。

## 参考文献

- [1] 塚, 増田, 木竜, 他: バイオメカニズム・ライブラリー 表面筋電図, 東京電機大学出版局, 2006
- [2] 中島, 磯本, 榎田: EMG を用いた筋線維タイプに基づく筋疲労推定モデルの構築, 電学論 C, Vol. 140, No. 7, pp. 697-704, 2020