

# B3-17 EMG を用いた歩行時の筋活動相関に基づく身体バランス解析

知能システム制御研究室 尾崎 祐太

## 1. はじめに

直立二足歩行は、脚と脊柱を地面に対して垂直に行う歩行であり、人類のみが持つ特徴である [1]. 適切な歩行動作では骨格筋が上下左右バランスよく利用されるが、癖や外部環境 (靴など) によって特定部位に負担が偏ると、身体の歪みが生じ、腰痛、猫背、肥満につながり、生活習慣病を引き起こす [2].

本研究では、筋活動状態を知る客観的指標である筋電図 (EMG: ElectroMyoGram) を用いて、内在する筋活動に基づき歩行の身体バランス解析を試みる。

## 2. 歩行時の EMG 取得

20 歳代の健常な被験者 3 名を対象とし、通常歩行、重りあり (左足 5kg) 歩行、重りあり (右足 5kg) 歩行の 3 パターンについて EMG を計測する。計測部位は事前実験により各々左右のヒラメ筋、長腓骨筋の 4 箇所とする。計測した EMG は、左右各々 4 歩分を切り出して解析対象とする。なお、いずれの条件においても同一リズム (100BPM) の歩行をタスクとして与え、重りによる歩行リズムの影響を除外する。

## 3. 筋の相関関係による歩行解析

まず、通常歩行、重りあり歩行 (左右) の歩行 3 パターンにおいて、各筋の EMG を 1 区間 100 サンプルで 1 サンプルごとにシフトさせて RMS 時系列を (1) 式で算出し、EMG 出現を明確化する。

$$E(n) = \sqrt{\frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} e_i^2(n)} \quad (1)$$

ここで、 $n(n \in 1, 2, 3, \dots, \text{データ最大長})$  は第  $n$  区間を意味し、 $i$  は第  $n$  区間におけるデータ番号、 $E(n)$  は第  $n$  区間における RMS、 $e_i(n)$  は第  $n$  区間における  $i$  番目の EMG を示している。

つぎに、歩行 3 パターンごとに、4 箇所の RMS 時系列が算出されるため、6 通り ( ${}_4C_2$ ) の組み合わせで RMS 時系列の相関係数を (2) 式で算出し、各筋の出現関係を明確化する。

$$C(E(n), E'(n)) = \frac{\sum (E(n) - \bar{E}_n)(E'(n) - \bar{E}'_n)}{\sqrt{\sum ((E(n) - \bar{E}_n))^2 \sum ((E'(n) - \bar{E}'_n))^2}} \quad (2)$$

ここで、 $E'(n)$  は  $E(n)$  に対して相関を求める RMS 時系列、 $\bar{E}_n, \bar{E}'_n$  はそれぞれ  $E(n), E'(n)$  の平均値である。

つぎに、相関係数を (3) 式で三値化する。

$$C_i = \begin{cases} 0 & (0 \leq |C(E(n), E'(n))| < 0.34) \\ 0.5 & (0.34 \leq |C(E(n), E'(n))| < 0.67) \\ 1 & (0.67 \leq |C(E(n), E'(n))| \leq 1) \end{cases} \quad (3)$$

つぎに、歩行 3 パターンについて三値化相関係数を比較し、3 名中 2 名以上の被験者で変化が見られた左ヒラメ筋・左長腓骨筋、右ヒラメ筋・右長腓骨筋、左右ヒラメ筋をバランス解析用組み合わせとして選定する。

つぎに、選定した組み合わせについて (4) 式で RMS 時系列の相互相関関数を算出し、重りの有無と EMG 出現タイミングの変化を確認する。

$$\phi_{EE'}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} E(n)E'(n + \tau) dt \quad (4)$$

## 4. 検証結果

被験者 A の相互相関関数について、通常歩行を Fig.1(a)、重りあり (右足) を (b) に示している。重りあり (右足) の場合は左ヒラメ筋・左長腓骨筋、左右ヒラメ筋の組み合わせで EMG 活動タイミングの相関が低くなる傾向であった (被験者 B も同様)。被験者 C は、通常歩行で相関が低く、重りがある場合に高くなる傾向であった。被験者 C は、元々の歩行に歪みがあり、重りによって歩行を意識的に強制されることで歩行歪みが整ったと思われる。

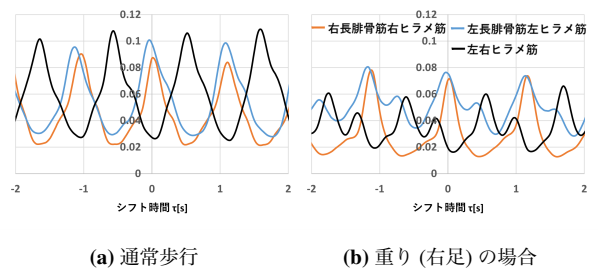


Fig. 1: 被験者 A の相互相関関数

## 5. おわりに

本研究では、重りを用いた身体バランスの変化を EMG で調査した。その結果、リズム一定の歩行であっても EMG の相関関係から身体バランスの変化を見出せることを示唆した。

## 参考文献

- [1] 木村賛: バイオメカニズム学会誌, Vol.38, No.3(2014) 「サルからヒトの二足歩行を考える」
- [2] 病医院・歯科医院・整骨院・鍼灸院選びのメディカルページ 函館・道南版 <https://medicalpage.net/report/archives/2555>