

原 著

## 歩行時における脊柱起立筋活動 —健常若年者と健常高齢者の比較—

江口淳子\*1 森 明子\*1 渡邊 進\*2

### 要 約

本稿の目的は、健常若年者と健常高齢者の歩行時における脊柱起立筋の筋活動パターンと活動量を比較・検討することであった。対象は健常若年者28名と健常高齢者10名であった。表面筋電図(EMG)を用いて、自由歩行時の右側脊柱起立筋の筋活動を記録した。筋活動パターンは全波整流したEMGを基に検討した。筋活動量は各個人の1歩行周期を時間で正規化し、歩行各相の積分値(IEMG)を算出した後に、最大随意収縮(MVC)を基準に正規化した(%MVC)。その結果、若年者群、高齢者群とも立脚初期と後期に活動のピークがみられ、同様な筋活動パターンを示した。全歩行周期において若年者群の%MVCは $6.6 \pm 2.0\%$ 、高齢者群は $36.1 \pm 15.8\%$ で、高齢者群が有意に大きい値を示した( $p < 0.05$ )。歩行時の脊柱起立筋活動は、加齢により筋活動パターンに変化はないが、活動量は増加することが明らかになった。

### はじめに

健常人ではエネルギー効率がよいように、立位や歩行時にはできるだけ余分な筋活動が起きないことが知られている。しかし加齢や、脳血管障害やパーキンソン病などの中枢神経疾患、骨粗鬆症や関節炎などの骨関節疾患、また長期間の習慣や環境、さらには筋力低下などの影響によって、体幹の前傾や円背あるいは過度の腰椎前弯姿勢が多くみられるようになる。それに伴い立位や歩行時の下肢や体幹筋の筋活動も増えると考えられ、エネルギー効率も悪くなり疲労し易くなる。従って、体幹筋力の増強や姿勢の矯正は高齢者の歩行効率を改善するために理学療法の重要な課題となる。しかしながら、歩行時の体幹筋活動についてはあまり知られていない。健常人における歩行中の脊柱起立筋活動パターンに関しては次のような報告が見られる。Carlsooら<sup>1)</sup>、Basmajianら<sup>2)</sup>、Watersら<sup>3)</sup>、Eberhartら<sup>4)</sup>、飯田<sup>5)</sup>は立脚初期と立脚後期の二重支持期に筋活動が強くと述べている。一方、歩行中の脊柱起立筋群の筋活動量についての報告は少なく、Sissonら<sup>6)</sup>が最大随意収縮(MVC)に対する歩行中の筋活動量(%MVC)として、同側立脚期で20%MVC、反対側で30%MVCと報告している以外には見当た

らない。しかも、この報告では対象者の年齢についての記載がない。

本研究の目的は、健常若年者と健常高齢者の歩行中における脊柱起立筋の筋活動パターンと筋活動量を、表面筋電図学的に比較・検討することである。

### 対 象

対象は、健常若年者(以下、若年者群)28名(全員男性、年齢;平均 $20.8 \pm 2.5$ 歳、身長;平均 $169.9 \pm 6.0$ cm、体重;平均 $61.4 \pm 6.2$ kg)と65歳以上の健常高齢者(以下、高齢者群)10名(男性8名、女性2名、年齢;平均 $71.2 \pm 6.6$ 歳、身長;平均 $159.8 \pm 7.3$ cm、体重;平均 $58.4 \pm 12.4$ kg)であった。全員下肢・体幹に障害は認められなかった。高齢者群では体幹の前傾、円背あるいは過度の腰部前弯姿勢の者は除外した。

### 方 法

対象者全員に研究目的、方法について十分説明を行い、同意を得た後に実験を行った。

筋活動パターンおよび筋活動量の測定と解析には表面筋電計 MyoSystem1200(Noraxon社製)を用いた。十分な皮膚処理をした後、電極間距離を3.5cm間隔として、第3腰椎棘突起側方の右側脊柱

\*1 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 リハビリテーション学専攻

\*2 川崎医療福祉大学 医療技術学部 リハビリテーション学科

(連絡先)江口淳子 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

起立筋筋腹に表面電極を貼った．サンプリング周波数は1,000Hzとした．歩行周期の確認のためフットスイッチを踵部と母趾球部に固定した．はじめにダニエルスらの徒手筋力テスト（以下 MMT）の方法で，5 秒間脊柱起立筋の最大随意収縮（MVC）をさせた後，次に自由速度で10mの歩行をさせ，その間の筋活動を記録した．歩き始めと終わりを除いた3 重複歩のデータを解析した．歩行周期の判別は右フットスイッチを基準にして行った．計測した値はバンドパスフィルター（20-500Hz）処理を行った後，全波整流した．筋活動パターンは全波整流した EMG 波形から検討した．筋活動量は各個人の1 歩行周期を時間で正規化した後，各相（立脚期，遊脚

期，全歩行周期）の筋電図積分値（IEMG）を求め，MVC を基準に正規化した（%MVC）．対象者ごとに，3 重複歩の%MVC を平均し，若年者群と高齢者群でそれぞれの平均%MVC を求め比較・検討した．両群間の統計学的比較には対応のない t 検定を用いた．なお有意水準は5%未満とした．

## 結 果

MVC をさせた時の MMT の結果は若年者群，高齢者群とも”正常”であった．筋活動パターンについては両群とも二重支持期となる立脚期初期と後期に活動のピークが見られるパターンを示した（図1，2）．筋活動量は立脚期では若年者群 $6.6 \pm 2.4\%$ ，高

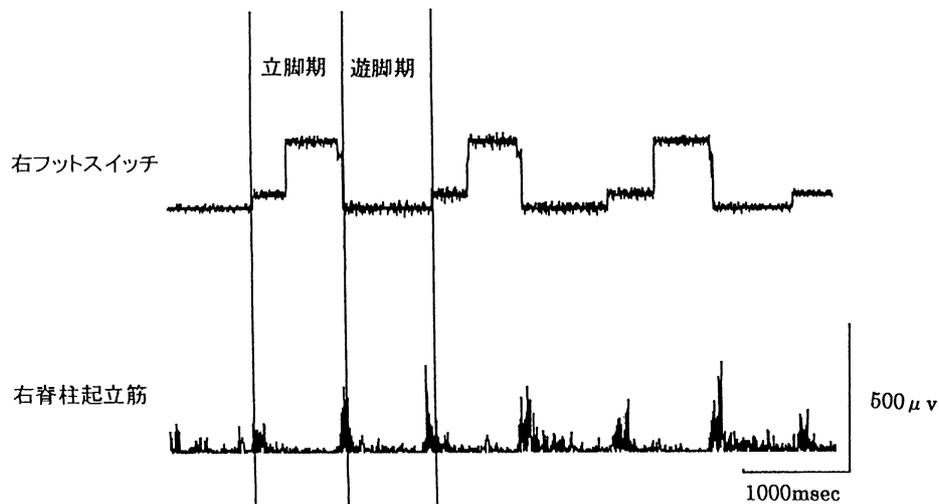


図1 若年者群の歩行時における脊柱起立筋の EMG の代表例  
図は右フットスイッチを基準にしている．右立脚初期と後期に脊柱起立筋の活動がみられる．

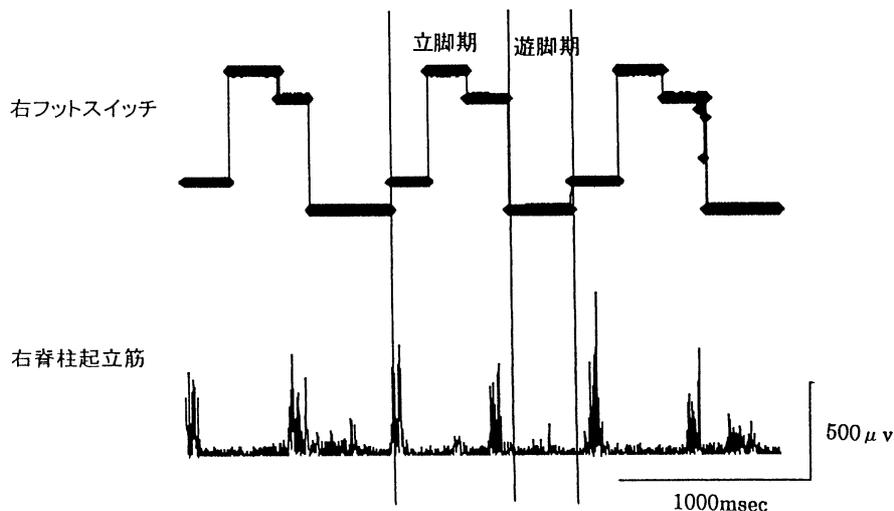


図2 高齢者群の歩行時における脊柱起立筋の EMG の代表例  
図は右フットスイッチを基準にしている．右立脚初期と後期に脊柱起立筋の活動がみられる．

表1 若年者群と高齢者群における歩行時の脊柱起立筋の%MVC  
mean ± SD(range) 単位: %\* $p < 0.05$ 

	立脚期	遊脚期	全歩行周期
若年者群	6.6 ± 2.4 (3.8~13.8) *	6.5 ± 2.2 (2.5~11.9) *	6.6 ± 2.0 (3.8~10.8) *
高齢者群	36.8 ± 15.7 (10.7~64.8)	34.9 ± 17.1 (15.3~69.0)	36.1 ± 15.8 (12.3~63.4)

高齢者群36.8 ± 15.7%であり、遊脚期では若年者群6.5 ± 2.2%、高齢者群34.9 ± 17.1%であり、全歩行周期では、若年者群6.6 ± 2.0%、高齢者群36.1 ± 15.8%であり、高齢者群で有意に大きかった ( $p < 0.05$ ) (表1)。両群の立脚期と遊脚期の時間を比較したところ、立脚期の時間は若年者群で全歩行周期の52.8 ± 6.7%、高齢者群では62.0 ± 6.9%で、高齢者群が有意に長かった ( $p < 0.05$ )。遊脚期の時間は若年者群では47.3 ± 9.3%、高齢者群では38 ± 6.9%で、高齢者群が有意に短かった ( $p < 0.05$ )。

#### 考 察

歩行時の脊柱起立筋の活動パターンに関して、Sissonらは初めの活動は立脚初期にみられ、続いて立脚後期から遊脚初期に活動が見られると報告している<sup>6)</sup>。中村らは歩行周期全般にわたり活動がみられ、これは慣性と重力によって体幹が前方に屈曲するのを防ぎ、同時に左右への動揺も抑えるためであると述べている<sup>8)</sup>。Basmajianらは立脚期の初めと終わりの二重支持期に強い活動が見られ、体幹が前方へ崩れるのと体幹の回旋・側屈を防ぐために活動していると述べている<sup>2)</sup>。Eberhartらは脊柱起立筋群の働きは二峰性であり、立脚期の初期と後期とでピークが生じ、二重支持期が達成されると活動が停止すると述べている。そして立脚初期の脊柱起立筋群の筋活動は、この時期に生じる骨盤の側方移動と骨盤が反対側の下方へ傾斜する傾向を防ぐ働きと、体幹の屈曲を制限する直立姿勢保持とに関係していると説明している。また立脚後期以降に生じる筋活動の二番目のピークは、続けて下肢を振る準備のために骨盤を上げることに関係していると述べている<sup>4)</sup>。以上のようにどの研究者も程度の差は多少あるにせよ、歩行時の脊柱起立筋は体幹を安定させ

下肢の体重支持や振り出しをしやすくするために、二重支持期に強く活動するものと考えている。

本研究でも筋活動パターンに関しては若年者、高齢者ともに立脚期の二重支持期となる初期と後期に活動のピークがみられ、先行研究と同じ結果となった。高齢者でも健常である限り、若年者と同様の運動学的意義で筋活動パターンがみられたと思われる。

筋活動パターンが同一パターンを示す一方、筋活動量では若年者群に比べ高齢者群は立脚期で約5.6倍、遊脚期で約5.4倍、全歩行周期を通して約5.5倍の筋活動がみられた。Sissonらは各踵接地期に両側の活動が同時にみられるが、同側の活動は20%MVCであり、反対側では30%MVCの活動がみられ、反対側の方が強い筋活動を示すとしている<sup>6)</sup>。伊東らは大腿四頭筋の筋活動量において、若年者でMVCの約10%、高齢者では約20%がみられると報告し、若年者では筋活動をそれほど必要としなくても、高齢者では筋の負担が相対的に大きくなるということを示している<sup>7)</sup>。本研究により、加齢によって下肢のみならず、脊柱起立筋の筋活動量も増加することが明らかになった。歩行中、体幹の前方屈曲を後方より防ぎ、平衡をとるように体幹や骨盤の位置を保持する固定筋として重要な働きをしている脊柱起立筋は、高齢になるに従いより大きい活動量が必要になると考えられる。このことは、歩行周期期のうち立脚期が長い高齢者では、歩行の安定化のために立脚期を長くともと考え、特に立脚期での不安定性を補うために、より強い活動を求められるものと思われる。

今回は腰部や下肢に疾患のない高齢者を対象としたが、腰痛や姿勢に変化のある高齢者の筋活動に関してさらに検討の余地があり、理学療法的アプローチを含め今後の課題としていきたい。

#### 文 献

- 1) Carlsöö S: *How man moves*. Heinmann, London, 94-120, 1972.
- 2) Basmajian JV and De Luca CJ: *Muscle alive*. 5th, Williams Wilkins, Baltimore, 308-331, 1972.
- 3) Waters RL and Morris JM: Electrical activity of muscles of the trunk during walking. *J Anat*, **111**(2),

- 191-199, 1972 .
- 4) Eberhart HD, Inman VT and Bresler B : 人間の手足 . 荻島秀男 ( 監訳 ), 医歯薬出版 , 東京 , 246-253 , 1975 .
- 5) 飯田勝 : 歩行 ( 基礎から臨床まで ) . 理・作療法学 , 20 ( 3 ) , 177-183 , 1986 .
- 6) Sisson G, Perry J, Gronley J and Barnes L : Quantitative trunk muscle activity during ambulation in normal subjects. *Trans Orthop Res Soc* , 10 , 359 , 1985 .
- 7) 伊東元 , 田中繁 , 岩崎富子 , 山口道廣 , 岩倉博光 : 筋活動からみた膝関節機能評価 ( 第 2 部 ) 若年者と比較した老年者の特徴 . *リハ医学* , 19 ( 3 ) , 159-164 , 1982 .
- 8) 中村隆一 , 斎藤宏 : 基礎運動学 . 第 4 版 , 医歯薬出版 , 東京 , 310-336 , 1996 .

( 平成14年10月31日受理 )

## Activity of the Erector Spinae Muscles during Gait —Comparison between Healthy Young and Elderly People—

Atsuko EGUCHI , Akiko MORI and Susumu WATANABE

(Accepted Oct. 31, 2002)

Key words : ERECTOR SPINAE MUSCLES, ELECTROMYOGRAPHY, GAIT, YOUNG PEOPLE,  
ELDERY PEOPLE

### Abstract

The purpose of this study was to examine erector spinae muscle activity during gait in normal young and elderly people. Twenty eight young subjects and ten elderly subjects participated in this study. Bipolar surface electrodes were placed on the right side of the erector spinae muscle. The electromyographic (EMG) and foot switch signals during gait were recorded and analyzed. The EMG raw data were rectified and averaged, and the integrated EMG was normalized relative to values obtained during maximum voluntary contractions (%MVC). The erector spinae muscle showed two periods of activity, at the beginning and end of the support phase in both young and elderly subjects. The %MVC in young subjects was  $6.6 \pm 2.0\%$  while it was  $36.1 \pm 15.8\%$  in aged subjects during the total gait phase. The results showed that the activity pattern of the erector spinae muscles was the same in both young and elderly subjects, although the amount of activity was larger in the elderly. The authors consider that the elderly endured more load during gait than did the young subjects.

Correspondence to : Atsuko EGUCHI

Doctoral Program in Restorative Science, Graduate School of Medical Professions , Kawasaki University of Medical Welfare  
Kurashiki, 701-0193, Japan  
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.12, No.2, 2002 385-388)