

短 報

松葉杖歩行における身体局所的疲労と潜在的適応学習

宮地花苗¹⁾ 門内鈴香²⁾
松本侑一郎³⁾ 松木明好⁴⁾

¹⁾ 阪奈病院リハビリテーション部

²⁾ 池田病院リハビリテーション部

³⁾ 中村病院リハビリテーション部

⁴⁾ 四條畷学園大学リハビリテーション学部

キーワード

新規的歩行課題、松葉杖、疲労、潜在的適応

要 旨

松葉杖歩行による下肢の疲労部位と程度、歩行パターンについて検討した。対象は松葉杖歩行未経験の大学2年生24名とし、200mを非利き足を完全免荷で松葉杖歩行させ、歩数と時間を計測・解析した。また荷重足とした利き足の大腿・下腿部の前後面、足背・足底部の歩行後の疲労感を Numerical Rating Scale (NRS) を用いて計測し、全ての部位のスコアを加算したものを総疲労スコアとした。その結果、下腿部と足底部に高い疲労感を認めた。また、総疲労スコアと歩数、総疲労スコアと総時間に弱い正の相関、歩行速度と総歩数、歩行距離と5m毎の歩数に中等度の負の相関を認めた。以上から、片側下肢の完全免荷松葉杖歩行の初回歩行では、荷重足の底背屈筋、足趾屈伸筋に疲労が出現しやすい可能性、歩幅が大きいと疲労しにくい可能性、また外的教示なしでも歩幅を大きくする適応的学習が生じる可能性が示唆された。

はじめに

理学療法の臨床において、片側下肢を免荷する必要がある患者に対し、松葉杖歩行練習を実施させることは多い。松葉杖歩行時の酸素需要量は杖がない正常歩行時より178%大きくなり¹⁾、正常歩行の75%の速度で松葉杖歩行した場合、そのほとんどが嫌気性代謝閾値に到達する²⁾ことが報告されている。つまり、松葉杖歩行は心肺負荷の大きい移動手段であると考えられる。他方、局所的な疲労の程度は明らかではない。そこで、松葉杖歩行初学者の身体局所的疲労の部位と程度、さらに疲労と歩行パターンの関係を明らかにすることを目的に実験を行った。

方法

対象者は松葉杖歩行の未経験者である大学2年生24名とした。立位で履物を履いた状態で、小趾から前方15cm、外側15cmの位置に杖先を置いたときに、腋窩

当と腋窩の間に2～3cmの隙間があり、肘関節が15度程度の軽度屈曲位となるように、松葉杖の長さを調整した。5m離して2つのコーンを置き、この間を20往復するように指示をした。ただし、被験者の非利き足のみを地面につき、利き足は地面につけないで、2本の松葉杖を使って歩行するように指示をした。利き足は、先行研究に倣い、ボールを蹴る足とした³⁾。歩行中、対象者の前額面及び矢状面からビデオ撮影を行った。20往復の松葉杖歩行の終了後、非利き足の大腿部、下腿部、足部の前面、後面の疲労感を Numerical Rating Scale (NRS) を用いて計測した。なお、過去に経験した最大の疲労感がある場合を10、全く疲労感がない場合を0として答えさせ、全身のNRSスコアを加算したものを総疲労スコアとした。つまり、個人の総疲労スコアの最低値は0、最大値は60となる。また、記録したビデオデータから各対象者の5m毎の歩数、20往復にかかった総歩数、および時間を計測した。

20往復、つまり200mの歩行に要した総歩数と歩行速度、また総歩数と総疲労スコア、総歩行時間と総疲労スコア、歩行距離と歩数について相関係数を算出した。

なお、全ての被験者には紙面で研究内容を説明し、研究参加の同意を得て行った。

結果

総歩数は 177.1 ± 27.7 (平均 \pm 標準偏差) 歩、5m 毎の平均歩数は 4.4 ± 0.7 歩、総時間は 359.4 ± 72.3 秒、平均速度は 0.5 ± 0.1 km/時間であった。利き足は全員右足であった。歩行様式は全員、2動作前型で、踵から接地していた。NRSスコア(疲労感)は、大腿部前面は0、後面は 0.1 ± 0.7 、下腿部前面は 0.9 ± 2.2 、後面は 2.5 ± 3.7 、足部前面は 0.5 ± 1.8 、後面は 0.9 ± 2.4 であった(図1)。総疲労スコアと歩数の相関係数は0.31、総疲労スコアと時間の相関係数は0.36、歩行速度と歩数の相関係数は-0.67であった(図2)。歩行距離と5m 毎の歩数の相関係数は-0.77であった(図2)。

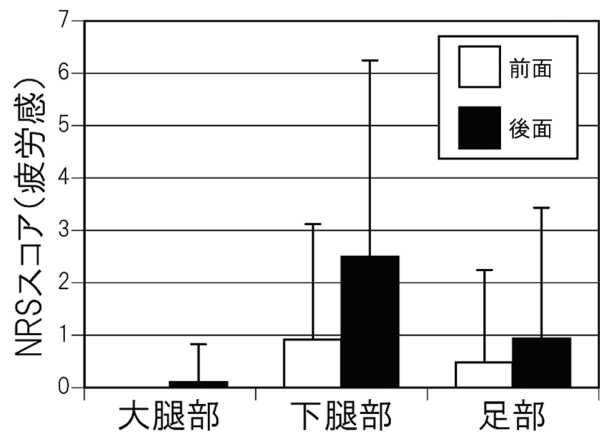


図1 疲労部位

棒グラフは平均値、誤差線は標準偏差を示す。

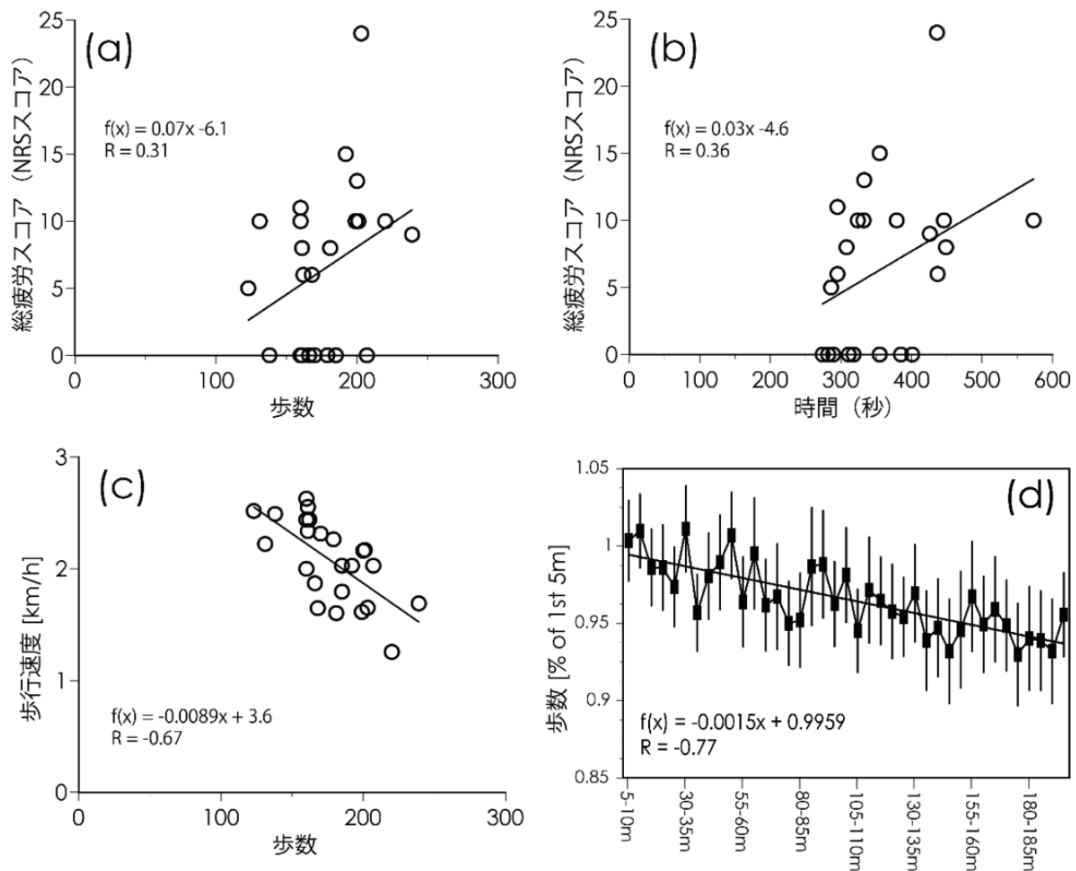


図2 疲労、歩数、歩行時間

(a) 総疲労スコアと歩数、(b) 総疲労スコアと歩行時間、(c) 歩行速度と歩数の散布図を示す。(d) 5m 毎の平均歩数を示す。■は平均値、誤差線は標準偏差を示す。(a) ~ (d) のグラフ中央付近の直線は近似直線を示す。

考察

支持側下腿後面に比較的高い疲労スコアを認めた。下腿後面には足関節底屈筋があり、この筋群に疲労感が発生した可能性がある。次に高い疲労スコアを示したのが、下腿前面と足底部であった。下腿前面には足関節背屈、足趾伸展に作用する筋群、足底部には足趾屈筋があり、これらの筋に疲労感が発生した可能性がある。足関節底屈筋、足趾屈筋は、足趾MP関節、および足関節を中心に身体が前方に回転するのを制動する役割が、また足関節背屈筋、足趾伸展筋は同様に後方回転を制動する役割がある。つまり、足関節および足趾関節にかかる前方および後方への回転を制動するための、筋が疲労する程度の筋活動が要求されたと考えられた。他方、大腿部には疲労感がほとんど発生していなかったことから、大腿前面にある大腿四頭筋、後面にあるハムストリングスは疲労する程度まで活動が要求されなかったことが考えられる。以上のことから、松葉杖歩行の初学者は下肢近位部よりも遠位部に疲労感が発生しやすく、それは足関節、足趾による重心の制動のための筋活動によるものである可能性があると考えられた。

総疲労スコアと総歩数、および総歩行時間の相関係数は0.31と0.36であり、これは両者に弱い正の相関関係があることを示唆する。筋疲労の程度は筋収縮回数や収縮時間に依存するので、総歩数や総歩行時間が増大することで、疲労が増大すると考えられる。つまり、松葉杖歩行による疲労を少なくするためには、歩数を少なくする戦略、つまり、ストライドを増大させる方が良いと考えられる。他方、歩数と歩行速度の相関係数は-0.67であり、これは両者に中等度の相関関係があることを示唆する。正常歩行において、ストライドが一定で歩数が多くなると歩行速度は増大し、歩数が小さくなると速度は低下するので、歩数と歩行速度には従属の関係がある。本研究で課された歩行距離は200mと一定であることから、歩数が少ない、つまりストライドが大きい方が歩行速度が速かったと考えられる。以上のことから、松葉杖歩行において、疲労が少なく、速度が速い歩行を獲得するためにはストライドを増大させる方が良いと考えられた。

歩行距離と5m毎の歩数における相関係数は-0.77であり、このことは、両者に負の相関関係があることを示唆する。これは、松葉杖を初めて使って歩き始める最初の200mでは、5m毎に徐々に歩数が少なくなるこ

とを意味する。二つのコーンの距離は一定であるため、徐々にストライドが増大していったと考えられる。松葉杖歩行における疲労の少ない歩行戦略はストライドを増大させることであるため、松葉杖歩行の初学者は、「ストライドを大きくしなさい」などの外在的な教示がなくても、潜在的に疲労が少なく、歩行速度が高い効率的な歩行戦略をとるようになってきたと考えられる。

本研究では、理学療法の臨床における新規性の高い運動課題の一つである、片側下肢の完全免荷による松葉杖歩行について、局所的疲労部位、および疲労と歩行戦略について検討した。その結果、荷重下肢の足関節底背屈筋、足趾屈曲背屈筋に疲労が出現しやすいことを明らかにした。また、松葉杖歩行で疲労を少なくするためにはストライドを大きくすることであること、また、その戦略は外在的な教示がなくても潜在的に適応的学習が生じることを明らかにした。

謝辞

本研究は四條啜学園大学の支持を受けて実施された。

参考文献

- 1) 平山大樹, 細田多穂, 野本彰, 原和彦, 磯崎弘司, 葛山智宏, 井上和久, 杖歩行様式の違いによる酸素消費量の比較、理学療法 進歩と展望、(13) : 25-28, 1998.
- 2) 久保 晃, 丸山仁司, 松本 徹, 酸素摂取量から分析した松葉杖歩行と歩行器歩行に関する分析、理学療法科学、15 (1) : 13-16, 2000.
- 3) 三上 一貴, 軸足・利き足の検討、理学療法研究、1999、16 : 15-18.

Local fatigue and implicitly adaptation in novel gait task with crutch

Kanae Miyaji¹⁾ Suzuka Kadouchi²⁾ Yuichiro Matsumoto³⁾ Akiyoshi Matsugi⁴⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Hanna hospital

²⁾ Department of Rehabilitation, Ikeda Hospital

³⁾ Department of Rehabilitation, Nakamura Hospital

⁴⁾ Faculty of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University

Key words

Novel gait task, Crutch, Fatigue, Implicitly adaptation

Abstract

We investigated the position and degree of fatigue in the supporting leg and a pattern of gait alterations at the first time of walking with crutches. Twenty-four college students participated in this study. The subjects walked with crutches with load to dominant leg for 200 m. The number of steps and time were measured. After walking, the degree of fatigue in the upper and lower leg and foot was measured by Numerical Rating Scale. All the scores were summed and the total fatigue score (TFS) was calculated. Fatigue was observed in the lower leg and sole. There was a low positive correlation between TFS and total steps and between TFS and total time. There was a moderate negative correlation between walking speed and steps and between steps per 5 m and walking distance. These results indicate that fatigue in the lower leg and sole is caused by gait alterations during first time of walking with crutches. Moreover, as a stride becomes large, it is harder for the leg and foot to fatigue. Finally, implicit adaptation, a gradually increasing stride without instruction, is caused during the first time of walking with crutches.