一歩歩行における足部動態が足趾の筋活動に与える影響

○川村 将史, 阿部 紘一, 保坂 享俊 (岡山県立大学大学院情報系工学研究科)
齋藤 誠二 (岡山県立大学情報工学部)

Influence of foot motion on toe muscle activity in one step walking

Masashi KAWAMURA, Kouiti ABE, Takatoshi HOSAKA (Graduate school of Computer Science and System Engineering, Okayama Prefectural University)

Seiji SAITO (Faculty Systems Engineering, Okayama Prefectural University)

1. はじめに

足趾把持力は、足底と地面との摩擦を高めて身体の支持性を向上させる機能を持ち、歩行や姿勢制御に重要な役割を果たしている¹⁾。足趾把持力向上の方法についてはこれまでにタオルギャザートレーニングなど、3週間継続した実施で効果が得られるものが多くみられた。それらのトレーニング効果は一定の成果を上げているが継続して実施することは難しく、効果の持続性の問題が指摘されている²⁾。そこで足趾把持動作をさせるインソールを用いることで容易に足趾トレーニングと同等の筋活動を与えて、効果を維持出来るのではないかと考え、本研究では足趾トレーニングと同等の筋活動を与えることが出来る足部動態を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

被験者は若年男性10名 (年齢: 21.7 ± 0.5 歳, 身長: 172.2 ± 0.7 cm, 体重: 62.9 ± 7.5 kg, 右足長: 26.8 ± 0.5 cm) とした。計測筋である右足の短拇趾屈筋, 短趾屈筋, 短小趾屈筋, 小趾外転筋にアクティブ電極 (SX230, Biometrics) を貼付し, 筋電図をサンプリング周波数1kHzで取得した。各筋部位の筋電が測定できているか確認した後に立位の状態でタオルギャザートレーニング (以下: タオル) 時での一回の足趾屈曲伸展運動を実施させ表面筋電図を測定した。次に平面に加えて4種類の足部動態 (図1) にさせる足底面上で, 距腿関節を30度背屈させた状態で固定させ踵接地からつま先離地までの一歩歩行を実施し, 表面筋電図を計測した。一歩歩行のタイミング, 速度を一定にするためにメトロノームを使用し69bpmのテンポに合わせて実施した。各計測時間は5秒間とした。各試行ごとにmEMGを算出した。最大等尺性随意収縮時の値で正規化を行い, %MVCの平均値±標準偏差を算出した。

図1 足部動態条件

3. 結果

短趾屈筋における%MVCを各条件で比較したところ, 主効果が認められたが, どの条件間においても有意差はなかった (図2)。また, 短拇趾屈筋, 短小趾屈筋, 小趾外転筋における%MVCにおいて主効果は認められなかった (図3, 4, 5)。

図2 短趾屈筋における各足部動態条件の%MVC

図3 短拇趾屈筋における各足部動態の%MVC

図4 短小趾屈筋における各足部動態の%MVC

図5 小趾外転筋における各足部動態の%MVC

4. 考察

各足部動態条件における各筋部位でタオルと有意差が認められない結果となったことについて、条件「上」では、立脚終期において踵が拳上すると中足趾節関節の背屈角度は増大し、足趾屈筋群による圧縮力によって中足趾節関節は固定され前進する⁴⁾。立脚終期に距腿関節および中足趾節関節が条件「平」よりも背屈しており、立脚終期における足底面上での足趾にかかる力の分散が大きくなる。このことから進行方向に前進するために足趾屈筋群の足底面上に対する圧縮力が強まり、つま先離地の際足趾が前進駆動力としてより作用したと考えられる。よって筋活動が活発となったと考えられる。足趾把持力は短拇趾屈筋などの足趾把持力に関与する筋の求心性収縮が反映される⁵⁾。条件「凸部1」「凸部2」において、立脚中期では傾斜0度の足底面上に体重ベクトルがあり、立脚終期においては15度ほど進行方向に傾いた足底面上に体重ベクトルがある。通常歩行において立脚中期では足指節関節が中間位であるが、条件「凸部1」「凸部2」では立脚中期において足指節

関節が15度屈曲位である。よって立脚中期から立脚終期へかけて、体重ベクトルが中足部から足趾へと移動する。その際に足趾屈筋群の足底面上に対する圧縮力が強まると考える。よって各凸部が足趾把持動作を促進させ求心性収縮を引き起こし、筋活動が活発となったと考えられる。条件「平」では、平地上で歩行するだけでは足趾把持力の向上は認められないとされているが本実験ではタオルと有意差がない値を示している。片足立ち位での重心動揺に影響を及ぼす因子について足趾把持力が最も影響する因子とされている⁶⁾。有意差がない値を示した要因として低速での一歩歩行を実施させたことによって、通常歩行より片足で身体を支持している時間が長くなったことから、歩行中の支持基底面が狭い状態での時間が長くなったと考えられる。よって不安定な環境になり姿勢制御のために足趾把持力に関与する筋部位が活動したと考えられる。

終わりに

条件「平」以外の各足部動態条件において足趾トレーニングと同等の筋活動を与える可能性があることが示唆された。今後は3次元動作解析装置を用いることで各条件における足部動作のより詳細な分析を進めていく。

参考文献

- 1) 加辺 憲人他：“足趾の機能”，理学療法学，Vol. 18, No. 1, pp. 41-48, 2003
- 2) Dishman RK他：“The determinants and interventions for physical activity and exercise”，Public health Rep, Vol. 100, No. 2, pp. 158-171, 1985
- 3) 竹井 和人他：“足趾把持トレーニングの効果”，理学療法科学，Vol. 26, No. 1, pp. 59-63, 2011
- 4) 武田 功他：“ヒューマンマンウォーキング”，医歯薬出版株式会社，pp. 43, 2009
- 5) 中江 秀幸他：“健常女性における歩行パラメータと身体機能との関連性”，Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy, Vol. 6, No. 1, pp. 9-15, 2016
- 6) 村田 伸他：“開眼片足立ちでの重心動揺機能との関連—健常女性を対象とした検討”，理学療法科学，Vol. 19, No. 3, pp. 245-249, 2004