足底圧と筋電図からみた疲労による歩行パターン変化の研究

○ 大橋俊彦、池田研二、岡本克郎、山崎清之

東海大学開発工学部医用生体工学科

A study on the effect of fatigue on walking

by using the sole pressure and the EMG measurement

Toshihiko OHASHI, Kenji IKEDA, Katsuro OKAMOTO, and Kiyoyuki YAMAZAKI

Dept. of Bio-Medical Engineering, Tokai Univ.

1. はじめに

我々は疲労による歩行パターンの変化を客観的に検討する実験を行ってきた。足底圧や筋電波形の測定により得られる情報は足底各部の機能、靴と足の不整合による各種障害の解明、靴の機能性評価などに役立つと思われる¹⁾。今回は歩行のペースやその統計量の変化と筋電図、足底圧波形パターンとの関連性を検討した。

2. 方法

20歳代成人健常男性被験者を対象とした。被験者には足底圧センサを内蔵した靴を着用させ、大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋、に電極を装着し表面筋電図を記録し、トレッドミル(竹井機器工業、NEWROAD21)上を時速約4kmの一定速度で勾配0度の条件で歩行させた。

センサからのデータを測定器で増幅し、デジタルデータレコーダ(DR-M3:TEAC社製)に精度16bit,1000Hzのサンプリング周波数で、M0にデジタル記録した。得られたデータをパーソナルコンピュータでオフライン処理及び解析を行った。

得られた筋電図データは全歩行の中から、初期30秒間、中期30秒間、後期30秒間を標本化しそれぞれその区間の筋電波形にFFTを用いパワースペクトル解析を行った。50Hz~120Hzの区間に見られる筋電図信号

のうちピーク周波数および平均パワーに着目して分析した。

また、それらの区間に対応する足底圧変化波形と照合し遊脚期も含めた歩行周期で筋電波形の時間積分を行い後期歩行を100%として比較した。

3. 結果

50Hzから120Hzの低周波領域での周波数解析により得られたピーク周波数の変化グラフ(Fig.1~Fig.3)に示した。歩行の初期から終期に移行するに従って大腿二頭筋と腓腹筋で低周波化する傾向が見られ、大腿直筋では逆の傾向を示した。

時間積分を行った足底圧波形では時間経過に伴って足部にかかる負荷が増大する傾向が認められた(Fig.4)。

Fig.1 大腿二頭筋の筋電図ピーク周波数の変化

Fig.2 腓腹筋の筋電図ピーク周波数の変化

Fig.3 大腿直筋の筋電図ピーク周波数の変化

Fig.4 足底圧時間積分

4. 考察

大腿二頭筋と腓腹筋では、疲労によるとみられる筋電図ピーク周波数の低周波化が認められた。しかし、大腿直筋にはその傾向が見られなかった。これは歩行の時間経過に従って、大腿二頭筋と腓腹筋が最も筋疲労を生じ、その結果歩行パターンに変化が生じたことによるものと思われる。

また、足底圧波形を各区间でアンサンブル平均し、これを時間積分して踵にかかる力を見積もったところ (Fig. 4)、疲労することによって足部にかかる負荷が増大する傾向が認められた。我々の以前の検討によれば、つま先の足底圧が疲労により減少する傾向がみられている²。したがって、歩行の進行により疲労すると、つま先への負荷を減らし、踵を多く使う歩行パターンに無自覚的に変容していったと推察できる。

本研究ではトレッドミルを用いた規則的ペースの歩行による疲労で、筋電図のパターンと各筋群での分布が変化し、同時に足底での圧分布の変化が観察された。歩行の特性を検討する際は、このように複数の指標を同時に測定し検討することが重要であると思われる。

本方法を疲労や靴、歩き方の評価に応用できれば、靴の負担軽減や足の健康管理に役立つものと思われる。

参考文献

¹N.SARUYAMA and K.IKEDA: Dynamic assessment of sole pressure in footwear journal of Advanced Science, Vol.12, No.1&2, P48-50, 2000

²大橋俊彦 他: 靴着用歩行時における動的足底圧と筋電図などの連続測定及びその評価、人間工学会誌 Vol17, pp. 324-325. 2001