ミュール型サンダルに関する人間工学的研究 (2)

-歩行時の生体負担-

Ergonomic evaluation of walking condition and load using mule sandals

○斎藤 真 (愛知みずほ大学)、平林由果 (金城学院大学)、
大西範和 (愛知みずほ大学)、片瀬 眞由美 (金城学院大学)、
塩之谷 香 (塩之谷整形外科)

Shin Saito (Aichi Mizuho College), Yuka Hirabayashi (Kinjo Gakuin University),
Norikazu Ohnishi (Aichi Mizuho College), Mayumi Katase (Kinjo Gakuin University),
Kaori Shionoya (Shionoya Orthopedic Clinic)

1. はじめに

若い女性の間でミュール型サンダル (以下ミュールと略記) が流行している。ミュールは、足首や踵の支えがないため不安定で脱げやすく、歩行時に危険を伴う¹⁾。これは、ヒール高さやソールの傾斜度、つま先や踵の固定方式などに起因する。こうしたサンダルは、危険なばかりか歩行時に他の履き物と比較して負担が大きいものと思われる。そこで本報告は、ミュール着用時の歩行の特徴と生体負担について検討した。

2. 方法

(1) 被験者

19～20歳の健康な女子大学生11名で、セプレート型レオタードを着用させた。

(2) 実験条件

実験に用いたミュールは、幅広ヒールのミュール (ミュールW)、ピンヒールのミュール (ミュールP)、ストラップ付きピンヒールのミュール (ミュールPS) の3種類に、裸足とスニーカー着用の5種類とした。ヒールの高さはいずれも10cmであった。履き物は、被験者の足のサイズに適合するものを用いた。靴下は、スニーカー着用時のみ使用した。

(3) 測定項目

① 足圧

足圧はF-SCAN (ニッタ (株)) を用い、50フレーム/秒としてパソコン内に取り込んだ。足圧から荷重の接触面積、荷重中心の軌跡、歩調を算出した。

② 筋電図

筋電図は、右側の僧帽筋、広背筋、大腿筋膜張筋、大腿直筋、腓腹筋、前脛骨筋のより導出し、ポリグラフ (日本光電工業 (株)) にて増幅、積分処理を施した。

③ 心拍数

心拍数は、心電計 (NEC三栄 (株)) を用い胸部誘導により測定した。

(4) 実験手順

被験者は、椅座安静で足圧測定用センサを装着し、安静筋電図を確認した後、トレッドミル上で5分間の予備歩行を行った。トレッドミルは、傾斜角0°、速度50m/分とした。歩行実験は、2分間行い、歩行に十分慣れた

後半の1分間を解析対象とした。履物の順序はランダムとし、2分間の歩行実験を5回繰り返した。

図1 足圧から算出されたパラメータ
荷重の接触面積 (上段)、
足長方向における荷重中心軌跡 (中段)、
足幅方向における荷重中心軌跡 (下段)

図2大腿筋膜張筋の積分筋電図

裸足に対する比、平均値±標準誤差

: $p < 0.05$, (): 裸足と有意差あり ($p < 0.05$)

図3 歩行中の心拍数

裸足に対する比、平均値±標準誤差

: $p < 0.05$, (): 裸足と有意差あり ($p < 0.05$)

3. 結果および考察

(1) 足圧 (荷重の接触面積、荷重中心の軌跡、歩調) について

図1上段は、足圧計測センサ上にかかっている荷重の合計面積 (接触面積) の変化を、「踵接地」から「つま先離地」までの立脚期について表したものである。裸足とスニーカーは立脚中期に最大値を示す山形のグラフであるが、ミュールは3種類とも立脚前期と後期に最大値があり、立脚中期には接触面積がわずかに小さくなった。片足への荷重が最大となる立脚中期の面積が小さいということは、体重を十分に支えきれず、不安定な歩行になるものと推察される。図1中段、下段は、それぞれセンサ上の荷重中心の軌跡を足長方向 (中段) と足幅方向 (下段) に示したものの

である。足長方向の軌跡をみると、裸足とスニーカーは踵から接地し、つま先で離地するまで、なめらかなカーブを描き、荷重中心がスムーズに移行しているが、ミュールはいずれも踵よりもつま先側から始まり、立脚中期まではほとんど位置が変わらない。また足幅方向の軌跡は、裸足では立脚中期に足底外側縁を通る弓形のカーブを描き、スニーカーもこれに類似した傾向を示した。これに対しミュールは、踵接地からの荷重中心がほぼ直進し、そのまま足底内側に向かって離地しており、正常な裸足歩行に比べて、荷重中心が足底内側を通ることがわかった。

歩調は、裸足およびスニーカーに比べていずれのミュール条件でも有意に速く、歩幅が減少した ($p < 0.05$)。

(2) 筋電図について

図2は、大腿筋膜張筋の積分筋電量を裸足に対する比で示したものである。大腿筋膜張筋の筋放電量は、裸足に対してミュールPおよびミュールPSで、スニーカーに対してミュールW、ミュールPおよびミュールPSで有意に大きかった ($p < 0.05$)。次に前脛骨筋は、ミュールPで増大した。このことは、ピンヒールの不安定さに起因するのではないかと思われる。また僧帽筋の筋放電量は、裸足に比べスニーカーで減少する傾向、ミュールPSでは増加する傾向が認められ、この両条件間には有意な差を生じた ($p < 0.05$)。

(3) 心拍数について

図3は、心拍数を裸足に対する比で表したものである。心拍数は、裸足に比べミュールW、ミュールPおよびミュールPSで、スニーカーに対してミュールWおよびミュールPで有意に高かった ($p < 0.05$)。

4. まとめ

ミュール着用時の歩行は、下肢をスイングするような通常の歩行ではなく、引き上げてはおろすような動きであり、立脚中期の割合を増加させて安定性を得ようとしているものと考えられる。

また、下肢ばかりでなく僧帽筋の筋緊張も増加させるなど、結果として心拍数の増加、生体負担度は大きいものと推察される。

<参考文献>

1) 片瀬眞由美他：女子大学生のミュール着用の実態と意識、金城学院大学消費生活科学研究紀要、5(1)、2001、印刷中