

運動負荷が効果的に増加するウォーキング用サンダルの開発

新潟医療福祉大学 運動機能プロジェクト研究センター
阿部 薫 江原義弘 石黒圭広 小松聡子

1 緒言

健康の維持増進のためにウォーキングを行う人口が増加している。本格的にウォーキングを習慣化することは難しいが、ウォーキングを目的としたサンダルを使用すれば、ウォーキングシューズへの履き替えや専用の時間を確保することなく、日常生活の中で手軽にウォーキングが可能になると考えた。本研究はそのウォーキング用サンダル（以下、本サンダル）を開発し、その効果を検証することであった。

2 対象と方法

(1) サンダルの設計

ただ単に身体に対して負荷のかかるサンダルを設計するのは容易いが、本サンダルで「歩きやすさ」を実現するために、次のような理由により各部の構造を設計した。

フットベッド構造を有して、足部の3アーチをしっかりと保持することにより、早い歩行速度であっても安定していること。バックストラップにより、本サンダルと足部との固定性を向上させ、フットベッド形状と足部の位置関係をできる限り適切に保つこと。踏み返し部の接地点を通常的位置よりも遠位に設定すると踏み返しがしにくくなり、結果として負担のかかる歩行を強いられることになるが、これではむしろ踏み返し運動よりも膝上げ運動による歩行になってしまう。このため極度に歩きにくいと感じることなく、踏み返しを行なうことのできる踏み返し部の接地点の限界を検討して設定した。またトゥスプリングを強くつけることにより、heel off から toe off までの動作が円滑に行われることを考慮した。

「エネルギー消費の増大」については、水平面に対して約5度のマイナスヒールとし、foot flat から heel off までの間で負荷増をねらう構造とした。さらに重心点が後方にある通常のサンダルと比較して、重心点をかなり前方へ偏移させた。位置的には足長の約1/2とし、heel contact から foot flat までの間における負荷増をねらう構造とした（図1）。

(2) 測定実験

「エネルギー消費の増大」を比較検討するため、次の測定実験を行った。履物の使用条件として、条件1を本サンダル、条件2を一般的なスニーカーとした。女性10名、平均21.1歳の被験者らにトレッドミル歩行を行わせ、呼気ガス分析装置（ミナト医科学製 AE-300SRC）にて、無酸素性代謝閾値1分前（ $\dot{V}O_2-1min$ ）に至るまでの時間を比較した。

測定プロトコールは多段階漸増負荷法とし、トレッドミル上で安静立位4分、時速1kmで4分歩行後、30秒毎に時速0.5kmずつ増加させて歩行し、運動限界については被験者の合図で中止した（図2）。

3 結果

本サンダルと一般的なスニーカーを着用して、トレッドミル歩行を行わせた比較実験の結果、無酸素性代謝閾値1分前（ $\dot{V}O_2-1min$ ）に至るまでの時間は、10名中9名において本サンダル着用時の方が早かった。検定はWilcoxon t-testを用い、危険率5%で有意差を認め、本サンダル着用時の方が有意にエネルギーを消費していた（表1）。また「歩きやすさ」については、トレッドミル歩行による呼気ガス分析測定後に、被験者から主観的意見を聴取したところ、すべての被験者は疲労感に顕著な差異はなかったと回答した。

4 考察

本サンダル着用時においてエネルギー消費が有意に増大し、しかも測定実験後にすべての被験者は疲労感に顕著な差異はなかったと回答したことは、本サンダルの基本設計が的確であったことを示していると考えられた。

（本研究の主旨は、第21回日本靴医学会学術集会で発表し、靴の医学21(2)に掲載された論文に加筆修正したものである）



図1 ウォーキング用サンダル（内側面）



図2 呼気ガス分析測定の様子

表1 無酸素性代謝閾値1分前（ $\dot{V}O_2-1min$ ）に至る時間

被験者	サンダル	スニーカー
1	3.75	3.50
2	3.50	4.35
3	5.30	5.75
4	3.95	4.55
5	3.80	4.15
6	3.90	4.25
7	3.20	3.40
8	3.50	4.20
9	4.15	4.35
10	3.50	3.70

(min)