

## 足部が吸収可能な衝撃エネルギーの計測

新潟医療福祉大学大学院 義肢装具自立支援学分野  
松矢晃, 阿部薫

## 【背景】

ヒトは歩行時に床面から足底を通じて、衝撃を受けている。この大きさは、イニシャルコンタクト時の踵部で、衝撃加速度が11Gであったと宮崎らは述べている<sup>1)</sup>。歩行時の衝撃は、身体に様々な影響を及ぼすため、ヒトはこれをうまく吸収しながら歩行している。そのための機能として、足部内側縦アーチが挙げられる。また、靴などを設計する際にも、衝撃吸収を考慮して材料や構造を工夫することが多く、報告も数多くある<sup>2)</sup>。しかし、生体足部の衝撃吸収機能についての報告は少ない。そこで本研究では足部を1つの吸収体として、その機能を数値化することによって、モノである靴と生体足部が1つの機能構造体としてどのような機能を発揮するか知るための基礎研究とした。

## 【方法】

## 1. 対象

対象は、健常成人男性7名(年齢22.3±1.3歳、身長173±7.6cm、体重65.0±15.3kg)計14足とした。対象者には、口頭と書面にて研究内容を十分に説明し、書面にて同意を得た。また、本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認許可(承認番号2010AT15)を得て行った。

## 2. 使用機器

赤外線カメラ11台を含む3次元動作解析装置(VICON MX, Oxford Metrics社)、床反力計(OR6-6-2000, AMTI社)6台、赤外線反射マーカー17個、ぶら下がりマシン(ジョイナス社)、デジタルカメラ(EX-FH100, CASIO社)を使用した。

## 3. 計測動作

計測動作は、ぶら下がりマシンから足関節、膝関節が中間位になるように状態を保持したまま垂直に着地し(図1)、動作時の床反力と運動をVICONと床反力計で計測した。また、落下する高さは予備実験により、痛みを感じない程度の高さ約3cmを設定した。なお、着地パターンにバラつきがあったため、デジタルカメラで420fpsの動画を撮影し、対象者それぞれ5試行のうち最も足関節が中間位に近いものを、動画をコマ送りにして確認して、選択した。



図1 計測姿勢

## 4. 算出方法

各部に吸収されるエネルギーを算出するために、得られたデータから江原らの方法<sup>3)</sup>を用いて、股関節・膝関節・足部に吸収されるエネルギーを算出した。江原らによると足部に吸収されるエネルギーは足関節の角度変化により吸収されるものと、それ以外によって吸収されるものとに分けられとしている。本研究では、足関節の角度変化は、微小なので無視した。また、加わる衝撃を全て股関節・膝関節・足部に吸収されるものとした。重心のデータより、落下開始と重心最低点の時刻を求め、この間を解析区間とした。股関節・膝関節・足部のパワーをそれぞれこの区間で積分し、エネルギーに変換した。また、このデータを用い、下肢(股関節・膝関節・足部)に吸収されるエネルギーのうち足部に吸収される割合を算出した。

## 【結果】

片側の股関節に吸収されるエネルギーの平均は、0.6±1.0J、膝関節2.5±2.8J、足部11.0±6.1Jであった。また、下肢に吸収されるエネルギーのうち足部に吸収されるエネルギーの割合は、平均80.3±14.0%であった。

## 【考察】

足底を通じて下肢に加わった衝撃は、まず足部で吸収されるためここで吸収されるエネルギーの割合が約80%と最も高くなったのだと考えられた。そして、ここで吸収しきれなかった衝撃が股関節や膝関節で吸収されたと推測された。また、足部のみでこれだけの衝撃が吸収可能であった理由としては、着地時に内側縦アーチがつぶれ、板バネのような働きをしたためであると示唆された。

## 【結論】

足部の衝撃吸収機能に着目し、義足足部に用いられた方法を応用し、これを算出し、具体的に数値化した。本研究において、下肢に加わった衝撃のうち、これに吸収されるエネルギーの約80%を足部のみで吸収できるという結果が得られた。今後は、歩行時の足部と足関節における衝撃吸収機能を計測し、生体足部と靴の衝撃吸収機能を併せて、1つの機能体としての衝撃吸収機能に着目し、最終的には、靴に必要な衝撃吸収機能を追求していきたい。

## 【文献】

- 1) 宮崎憲一郎, 志波直人, 他: 平地歩行時にかかる衝撃の下肢荷重関節部での緩衝について. 日本臨床バイオメカニクス学会誌. 16: 447-450, 1995.
- 2) 澤井実, 宮本健一, 他: コンフォートシューズ用靴底素材の開発. 靴の医学. 19(2): 90-94, 2006.
- 3) 江原義弘, 別府政敏, 他: 義足足部に吸収および放出されるエネルギー量. 日本義肢装具学会誌. 18(2): 152-158, 2002.