

サーフェスの材質が前足部接地における足部の変形に及ぼす影響 The effects of surface properties on the foot deformation during forefoot landing

1 K09A186 塙真太郎

指導教員 主査 川上泰雄 教授

副査 若原卓 助教

【緒言】

足部の骨はその配列と靱帯性の結合、及び付着する筋腱の牽引力によってアーチ構造を形作っている。このアーチは剛体ではなく、荷重や外力が加わった際に形状が変化する弾性体であり (Ker et al.,1987)、衝撃緩衝などの機能を有するとされる。ランニング時に見られる前足部接地 (Forefoot Landing,以下 FFL) においても足部の持つ緩衝機能の有効性が言及されているが、具体的に FFL におけるアーチの形状変化などを定量化した知見は見られない。さらに、サーフェスの硬度や緩衝材による衝撃緩衝などの外的要因の変化による足部変形の差異について、シューズの着用が足部変形に及ぼす影響が検討されているものの、シューズの締め付けなどの要因を排し、サーフェスの衝撃緩衝機能の違いのみが足部の変形に及ぼす影響を厳密に比較検討した研究は見られない。

そこで本研究では前足部接地での着地動作における足部の形状変化 (変形) を定量化し、それが硬度の異なるサーフェス間でどのような影響を受けるのかを明らかにすることを目的とする。

【方法】

健康な男子大学生 10 名を対象とし、仰角 30° に固定したスレッジ装置を用いて 3 つの硬度の異なるサーフェス (ソルボセイン、高反発 EVA、緩衝材なし) 上に落下させ、前足部から着地させた。成功試行 2 回を持ってサーフェス条件を変更した。着地時の内側縦アーチの変化をハイスピードカメラを用いて撮影し、さらに着地時の垂直方向床反力を測定した。各被験者の中足骨頭、舟状骨粗面、内果、踵骨隆起、脛骨中央の皮膚上に貼付したマーカーから内側縦アーチ角 (θ_{MLA})、足部前後長変化 (L_{foot})、補正アーチ角 (足部の前額面及び矢状面上の運動を補正するため、 L_{foot} をもとに計算、 θ'_{MLA})、前足部角 (足根骨に対する前足部の変位、 θ_{ant})、後足部角 (足根骨後方の変位、 θ_{pos})、を導出し、足部変形の指標とした。また、接地から各変形指標のピーク値出現までの時間を求め、各サーフェス条件間で比較した。

【結果】

得られた垂直方向床反力のピーク値は、それぞれ緩衝材なし条件で 2500.5 ± 239.6 N、緩衝材 (硬) 条件で 2188.8 ± 300.0 N、緩衝材 (軟) 条件で 2193.1 ± 183.7 N であった。緩衝材なしと緩衝材 (硬)、緩衝材なしと緩衝材 (軟) の条件間には有意差が認められた。 ($p < 0.05$)。

θ_{MLA} 変化量、 θ'_{MLA} 変化量、 L_{foot} 変化量、 θ_{ant} 変化量、 θ_{pos} 変化量の間にサーフェス条件間で有意差はなかった。

サーフェス条件を分けずに求めた θ_{ant} 変化量、 θ_{pos} 変化量はそれぞれ $22.0 \pm 5.6^{\circ}$ 、 $5.4 \pm 1.8^{\circ}$ であった。

各変形指標のピーク値出現時間は、サーフェス条件間で有意差は認められなかったが、 θ_{MLA} のピーク値出現時間はすべての条件において床反力のピーク値出現時間よりも有意に遅かった ($p < 0.05$)。

【考察】

スレッジ装置を用いた落下からの FFL 動作において、 θ_{MLA} 、及び θ'_{MLA} の変化量は先行研究で報告された値と大きく異なった (θ_{MLA} 変化量=約 20° 、 θ'_{MLA} 変化量=約 15° 、Fukano et al.(2009)=約 3.5° 、高嶋ら(2001)=約 7°)。先行研究との値の差は、対象動作の相違に起因していたと考えられ、本研究で得られた θ_{MLA} の値は FFL における足部の変形特性を反映したものと言える。 θ_{ant} と θ_{pos} の変化に差が見られ、 θ_{MLA} の変化は θ_{ant} の変化と密接な関係にあることが示された。 θ_{pos} の変化から、後足部の変化が確認されたが、その変化が θ_{MLA} 変化に及ぼす影響は小さいと考えられた。サーフェスの相違は床反力のピーク値には影響を与えたものの、足部の変形には影響を及ぼさなかった。これは衝撃緩衝機能を持つシューズ着用により着地中のアーチ動態に差異が見られたとする先行研究とは異なる結果であった。しかし、先行研究の結果はシューズの持つ締め付けや支持機能による影響が考えられる。それらの影響を除去した本研究の結果から、サーフェスの材質そのものの差が足部の変形に及ぼす影響は小さいと考えられる。また、床反力ピーク値と足部変形量ピーク値の出現時間にずれがあるという結果と生体という実験形態から、下腿のアーチ支持に働く筋群の積極的な関与が考えられる。

【まとめ】

FFL 動作時には通常の接地よりも大きな足部の変形が引き起こされ、その変形の程度にサーフェスの材質の差が与える影響は小さい。

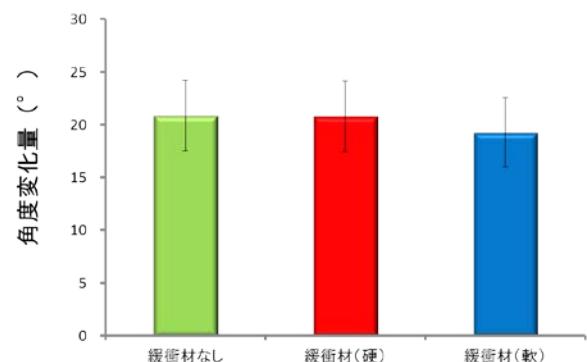


図1 θ_{MLA} 変化量 (落下中と着地時の差)