

身体運動科学研究領域

5017A037-6 田上 幸司

研究指導教員：彼末 一之 教授

【緒言】

近年、生活習慣病の予防などの身体的健康や、ストレス解消などの精神的健康を目的としてランニングを行う人が増加している。しかし多くのランナーには指導者がおらず、怪我や記録が伸びないことは悩みの種で、その克服のためには正しいランニングフォームを獲得する必要がある。ランニングフォームに関わる要因の1つである「接地パターン」は、踵接地、フラット接地、つま先接地の3つに大別される。踵接地はその他の接地パターンに比べエネルギー消費量を抑制できるが、速度を最大化させる場合はより前足部の接地が最適と言われている。また踵接地では膝への負荷が増加するが、つま先接地ではアキレス腱への負荷が増加する (Daniel et al., 2012)。このようにレベルや目的によって最適な接地パターンは異なり、ランニング中に接地パターンのフィードバックを獲得できれば、怪我の防止やパフォーマンス向上につながると考えられる。そこで本研究では、加速度センサーを使用して接地パターンをフィードバックするための基礎研究として、ランニング中の接地パターンによる加速度波形の違いを電動トレッドミル上 (実験1) と屋外走路で検討した (実験2)。

【実験1】

【方法】被験者は下肢に整形外科的疾患のない男子学生20名とした。そのうち9名が陸上競技を6年以上専門に行っている経験者であった。被験者は10段階の異なる速度で電動トレッドミル上をランニングし、その際の加速度を前脛骨筋 (TA)、腓腹筋外側頭 (LG)、腰に貼付したセンサーに記録した。動画から踵接地群、フラット接地群 (フラット接地+つま先接地) の2つに接地パターンを分類し、図1のように立脚期中の鉛直加速度振幅値 (最大値 -

最小値)、負の水平加速度最小値を算出した。

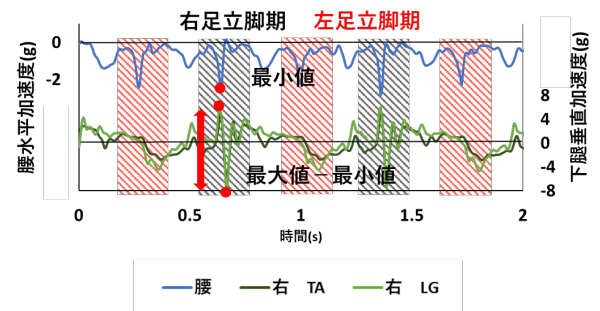


図 1: 加速度データ算出方法

【結果・考察】動画から判断した結果、15km/hでは踵接地群が11名、フラット接地群が9名であった。LGの鉛直加速度振幅値はフラット接地群に比べ、踵接地群で有意に大きかった ($p < 0.05$)。また同様に、腰の負の水平加速度はフラット接地群に比べ、踵接地群で有意に大きかった ($p < 0.05$)。LGの鉛直加速度振幅値はimpact peak (Lieberman et al., 2010) によって踵接地群がフラット接地群よりも大きくなったと考えられる。一方腰の負の水平加速度はランニング中のブレーキ成分と考えられ、衝撃が大きい踵接地群では大きくなったと考えられる。

【実験2】

【方法】被験者は下肢に整形外科的疾患のない男子学生23名とした。そのうち19名が現在陸上競技を行っている、もしくは6年以上陸上競技を専門に行っている経験者であった。経験者のうち7名が早稲田大学の競走部に所属 (以下、エリート群) している。被験者はアスファルト道路を加速・減速区間を含めた26mランニングし、速度は10km/h、12km/h、15km/hの3速度とした。その際の加速度を足背 (足の甲)、脛骨 (内踝上部)、腰、前額に貼付したセンサーに記録した。さらに動画から接地時間を算出した。

【結果・考察】動画から判断した結果、全ての速度において踵接地群が8名、フラット接地群が8名であった。またエリート群の全員がフラット接地もしくはつま先接地であった。12km/h、15km/hにおいて脛骨の鉛直加速度振幅値はフラット接地群、エリート群に比べ、踵接地群で有意に大きかった ($p < 0.05$)。また15km/hにおいて接地時間はフラット接地群、エリート群に比べ、踵接地群で有意に長かった ($p < 0.05$)。12km/hにおいても有意差はなかったが有意傾向が観察された (vs フラット接地群: $p = 0.065$ 、vs エリート群: $p = 0.067$)。足背、脛骨の鉛直加速度振幅値で相関をとると、全ての速度において有意な正の相関が見られた (それぞれ、 $r = 0.61, 0.47, 0.49, p < 0.01, p < 0.05, p < 0.05$) (図2、3、4)。下腿の鉛直加速度振幅値は踵接地で有意に大きくなった。さらに足背と脛骨の加速度振幅値には、全ての速度で有意な正の相関が見られ、接地パターンごとに分布がまとまる傾向が見られた。

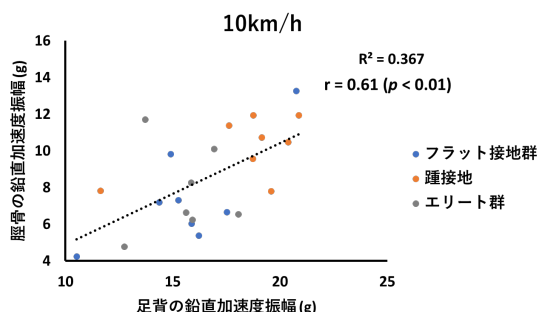


図 2: 足背と脛骨の鉛直加速度振幅値の相関

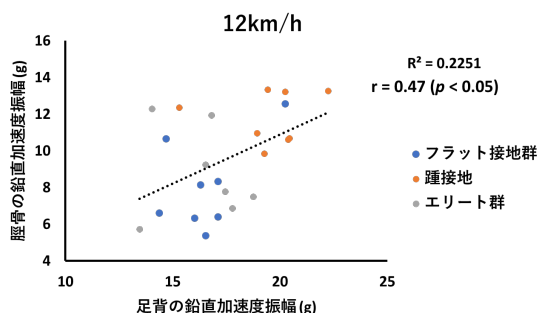


図 3: 足背と脛骨の鉛直加速度振幅値の相関

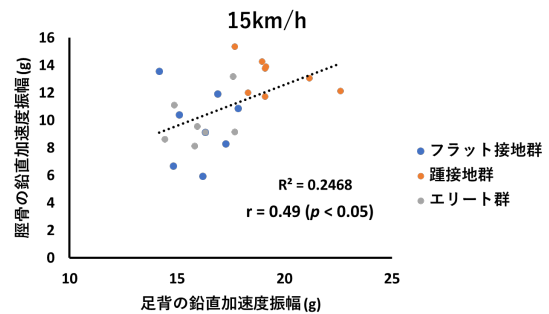


図 4: 足背と脛骨の鉛直加速度振幅値の相関

【総括論議】

トレッドミル上、屋外でのランニングに関わらず、下腿に貼付した鉛直加速度振幅値は、踵接地群がフラット接地群と比較して大きくなる傾向が見られた。特に屋外であれば低速でも加速度センサーなどのウェアラブル端末を使用することが可能だと考えられる。

また実験 1、2 を通して、踵接地群がフラット接地群に比べ下腿の鉛直加速度振幅値が大きく検出された要因は、踵接地者が接地初期に短く鋭い床反力を生むためだと考えられ (Lieberman et al., 2010)、下腿に貼付した加速度センサーと接地パターンには強い関係があることが示された。足背、脛骨の鉛直加速度振幅値で相関をとると、接地パターンごとに異なる分布を示す傾向が見られた。より詳細な識別のために接地時間を比較すると、12km/h、15km/h の速度において踵接地群はその他の群に比べ接地時間が増加する傾向が見られた。このことによって足背、脛骨の鉛直加速度振幅値に加え接地時間の閾値を設けることで、12km/h 以上の速度において接地パターンの詳細な識別が可能なが示唆された。

【結論】

下腿に貼付した加速度センサーと接地パターンには強い関係があり、足背と脛骨の鉛直加速度振幅値で相関をとると、接地パターンごとに異なる分布を示す傾向が見られた。これに加え接地時間の閾値を設けることで、12km/h 以上の速度で接地パターンを詳細に識別できることが示唆され、接地パターンのリアルタイムフィードバックは実現可能だと考えられる。