

ランニングにおける脚バネの利用度の評価とトレーニングレベルの影響

Evaluation of the use of leg spring during running and the effect of training status

身体運動科学領域

5009A048-9 志水 宣文

第1章 諸論

ランナーは身体重心と脚バネにモデル化される (spring-mass model) (Blickhan, 1989; McMahon & Cheng, 1990)。脚バネはエネルギーの効率的な利用に貢献し得る。長距離走のようなエネルギーの効率的な利用が重要な運動にとって、いかに脚をバネとして利用できるかが重要であると考えられる。

脚をバネとして利用できる度合には個人差があり、トレーニングレベルの差が背景にあると示唆されているが、この点について検討した研究はこれまでのところ存在しない。本研究の目的は、長距離ランナーが行う効率的なランニングが脚バネの特性と関連しているかどうかについて検討することである。

第2章 1節 身体重心位置推定方法の妥当性検証

【目的】 レッグスティフネス (k_{leg}) を算出するため、簡便な身体重心位置の推定方法が妥当であるかどうか検証することを目的とした。

【方法】 成人男性 9 名を対象に、走速度 3.35m/s で直線走を行わせた。骨盤に貼付したマーカ 3 点 (骨盤マーカ法)、および合身マーカ法によって推定した身体重心位置からそれぞれ k_{leg} をもとめ比較した。

【結果・考察】 骨盤マーカ法および合身マーカ法による k_{leg} の関係を表す回帰直線は、identical line の傾きと有意差がなかったが、y 切片に有意差がみられた ($p<0.05$)。一方で、方法間における平均値の差は微々たるもの (約

指導教員：川上 泰雄 教授

0.1%) でかつ有意差は認められず、通常のランニングにみられる k_{leg} では無視できる差であると考えられる。骨盤マーカ法の妥当性が確認されたため、第2章2節で用いる。

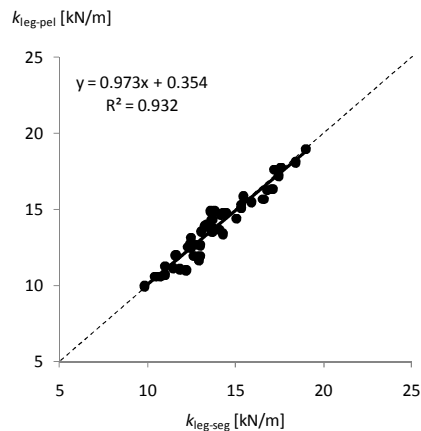


図1 合身マーカ法と骨盤マーカ法それぞれから算出したレッグスティフネス同士の関係。実線：回帰直線、破線：identical line

第2章 2節 ランニングにおける脚バネの利用度の評価とトレーニングレベルの影響

【目的】 脚バネによる機械的エネルギーの変換は完全ではなく、酸素の消費を伴う筋収縮によるエネルギー産生が貢献している (Blickhan, 1989) ため、いかに脚をバネとして利用できるかがエネルギー効率において重要である。身体重心上下動の振動数 (f_{mass}) と、脚バネの固有振動数 (f_{spring}) の間に生じる振動数間差は酸素消費量の増加につながることで、またその程度には個人差があることが報告されている (Cavagna et al., 1997; Dalleau et al., 1998)。振動数間差を脚バネの利用度の評価指標として扱い、長距離ランナーは振動数間差を抑えたランニングを行うかどうか検討した。

【方法】 被験者は、成人の男性長距離ランナー17名(ランナー群)および成人男性15名(非ランナー群)であり、トレーニングレベルが群間で異なる。4.0m/sの走速度で直線走を10本行わせた。接地時間、一步の接地時間の割合(%接地時間)、脚の接地角度、そして f_{mass} 、 f_{spring} とそれを決定する k_{leg} 指標、振動数間差、および脚バネがなした仕事量(W_{spring})をもとめた。

【結果・考察】 ランナー群の方が非ランナー群より振動数間差が小さかったことから、脚バネの利用度が高いと言える。また f_{mass} および W_{spring} に群間差が無い一方で、ランナー群は接地時間および%接地時間が低く、 k_{leg} 指標および脚の接地角度が高い。身体重心を移動させるための一步の頻度および仕事量が同じでも、一步のあり様が異なると解釈できる。

相関分析の結果、 f_{mass} ではなく、 f_{spring} と振動数間差の間に強い負の相関関係が認められた(各群: $r=-0.71$, $p<0.01$)。 f_{spring} は k_{leg} 指標によって決定されるため、 k_{leg} 指標を増加させることが振動数間差を小さくする上で重要であると示唆された。

k_{leg} 指標に影響を及ぼす要因に脚の接地角度(Farley & González, 1996)および予備的な筋活動量(Arampatzis et al., 2001)が挙げられる。脚の接地角度に群間差があったが、 k_{leg} 指標との相関関係は認められなかった。これはもう一方の要因の影響が強いことを示唆する。トレーニングによって筋活動パターンは合目的に変化する(後藤, 2004)ため、ランナー群の筋電図に群間差、ならびに k_{leg} 指標と相関があったと推察される。したがって、 k_{leg} 指標に群間差が生じた背景にはトレーニングレベルの差による技術的要因の差があったと考えられる。

また、 k_{leg} 指標は接地時間と負の相関関係に

ある(ランナー群: $r=-0.79$, $p<0.001$; 非ランナー群: $r=-0.75$, $p<0.01$)。長距離ランナーの筋腱複合体はスティフネスが高い(Albracht & Arampatzis, 2006; Goubel & Marini, 1987; Kubo et al., 2000; Petit et al., 1990)ため、発揮された筋張力を素早く骨格に伝達する上で有利に働く。技術的要因に加えて、筋腱複体の力発揮能力および材料力学的特性も k_{leg} 指標の群間差に貢献していると考えられる。

【まとめ】 本研究から得られた主な知見は以下の通りである: [1] ランナー群は一步の頻度が同じであっても一步のあり様が異なる、[2] ランナー群は振動数間差を抑えたランニングを行う(バネの利用度が高い)、[3] トレーニングレベルに関わらず、振動数間差は脚バネの固有振動数(レッグスティフネス指標)による。

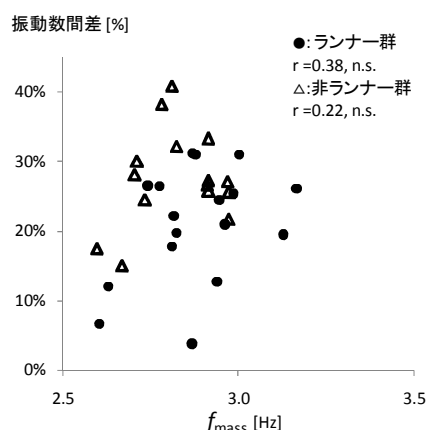


図2 f_{mass} と振動数間差との関係

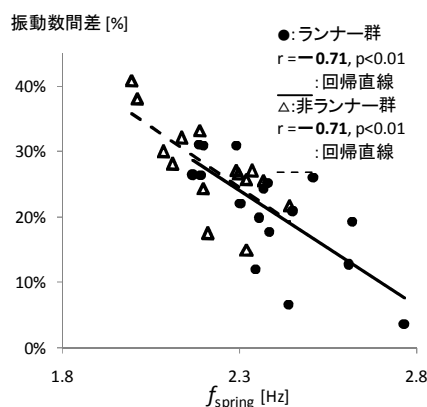


図3 f_{spring} と振動数間差との関係。実線:ランナー群の回帰直線、破線:非ランナー群の回帰直線