

カーブ走における下肢関節運動の分析

岡戸 敦男

Motion analysis of lower extremity joints in curve running

Tsuruo OKADO

I. 緒言

1. 研究の背景

昨今のランニングブームにより、ランニング愛好者が増加し続けている。また、教育の場面でも、体育の授業における陸上競技や部活動において、ランニングを実施する機会は多い。長距離走では、ランニングフォームの問題などにより、下肢への力学的ストレスは増強して繰り返し加わることになる。ランニング障害を予防するためには、ランニング動作のバイオメカニクスの特徴を理解しておくことは重要であり、走路の特徴によるランニング動作の相違についても把握しておく必要がある。

2. スポーツ外傷について

スポーツ外傷の発生要因について、川野¹⁾は個体要因、環境要因、トレーニング要因を挙げている。また、個体要因の中で重要な下肢動的アライメントをNeutral, Knee-in & toe-out, Knee-out & toe-inに分類している。

3. 本研究の目的

先行研究では、ランニング動作のバイオメカニクス、ランニング障害の発生要因などについて多くの報告がみられる。しかし、カーブ走における動的アライメントについては、定性的な報告^{2) 3)}しかみられず、定量化した報告はみられない。また、小・中学校の陸上競技トラックは200mが多く、先行研究で用いられている400mの陸上競技トラックに比べてカーブが急となり、身体への負荷はより大きくなることが考えられる。

そこで、本研究は直線走と半径が異なる2種類のカーブ走時の下肢動的アライメントを定量化

し、走路条件による相違を検討することと、機能的要因との関連を検討することにより、カーブ走におけるランニング動作の特徴とリスクを把握し、ランニング障害の予防に役立てることを目的とした。

II. 研究の方法

1. 対象

対象は、一般男子大学生12名とした。年齢は 20.5 ± 1.2 歳、身長は 172.8 ± 4.0 cm、体重は 62.4 ± 4.3 kg、BMIは 20.9 ± 1.1 kg/m²(平均 \pm 標準偏差)であった。

2. 方法

1) ランニング実験

(1) 実験条件と実験課題

実験条件は、走路を直線、半径37.898mのカーブ（以下、R38）、半径18.989mのカーブ（以下、R19）の3条件とした。なお、R38は400m陸上競技トラックを、R19は小・中学校で使用される200m陸上競技トラックを想定したものである。走速度は、低速が秒速2.5m、高速が秒速5mを目標とした。

実験課題は、走路条件の3つのコースを設定の走速度を目標にランニングを行った。ランニングは、低速で直線、R38、R19の順に実施し、その後高速で直線、R38、R19の順に実施した。

(2) ランニング動作の撮影

ランニング動作を三次元動作解析システムVicon MX（Oxford Metrics社製）を使用し、サンプリング周波数を200Hzにて撮影した（図1）。

表1 高速における膝関節最大屈曲時の各関節角度の平均値

左下肢	直線	R38	R19
股関節 屈曲角度	35.8±6.2	38.1±5.0	37.6±7.2
足関節 背屈角度	21.6±8.1	20.9±6.7	24.7±6.7
股関節 内転角度	12.8±3.2	14.0±3.8	14.8±5.1
股関節 内旋角度	8.2±17.4	6.0±16.5	4.0±17.7
膝関節 内反角度	9.0±10.8	7.9±10.0	5.1±11.0
右下肢	直線	R38	R19
股関節 屈曲角度	33.1±9.1	33.9±8.2	38.4±7.0
足関節 背屈角度	20.6±7.4	18.2±7.6	14.9±3.3
股関節 内転角度	12.1±2.5	8.8±3.6	6.9±4.8
股関節 内旋角度	14.7±17.6	18.1±17.8	11.5±15.0
膝関節 内反角度	11.5±10.4	14.1±10.9	11.5±11.5

(単位：度、平均値±標準偏差値)

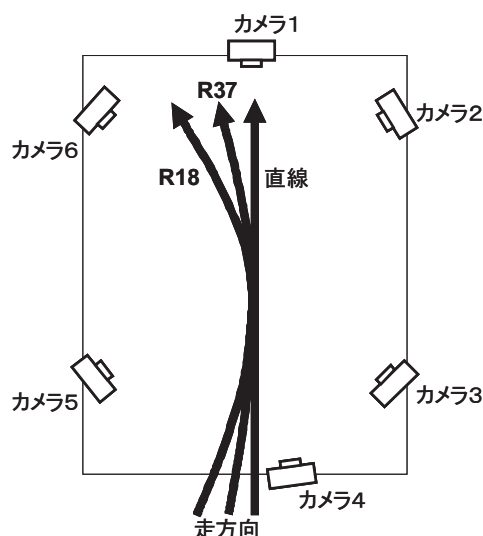


図1 撮影環境

(3) 関節角度の算出

動作解析ソフトNexus (Vicon) を用いて、矢状面上の関節角度として、股関節屈曲角度、膝関節屈曲角度、足関節背屈角度を、前額面・水平面上の関節角度として、股関節内転角度、股関節内旋角度、膝関節内反角度を算出した。なお、本研究ではランニングのsupport phase（支持期）のみの角度算出を行った。

さらに、直線走と半径が異なる2種類のカーブ走時の下肢動的アライメントを定量化し、走路条件による相違を検討するために、膝関節最大屈曲時の各関節角度を算出した。

2) 運動器の機能評価

運動器の機能的要因として、①静的アライメン

ト（足部アーチ高率, leg-heel angle, Q-angle), ②筋力（股関節屈曲, 伸展, 外転, 膝関節伸展, 屈曲), ③関節可動域（股関節屈曲, 伸展, 内旋, 外旋, Straight Leg Raising, 足関節背屈可動域[膝関節屈曲位, 伸展位, 荷重位]）の計測を行った。

3) 統計学的分析

(1) 膝関節最大屈曲時の各関節角度について

走路(3)×下肢(2)×速度(2)の3要因の分散分析を行った。有意水準は5%未満とした。

(2) 運動器の機能的要因と膝関節最大屈曲時の各関節角度の相関関係について

カーブ走における下肢関節運動への機能的要因の影響について検討するため、ストレスが最も高いと考えられる高速のR19条件における、内側である左膝関節最大屈曲時の各関節角度と運動器の各機能的要因の相関関係を検定した。有意水準は5%未満とした。

3. 結果と考察

直線走と半径が異なる2種類のカーブ走における膝関節最大屈曲時の各関節角度の分析の結果(表1), カーブ走では左下肢がknee-in, 右下肢がknee-outの動的アライメントの傾向となることが示唆された。このことから、左下肢には膝関節・足関節・足部の内側への伸張ストレスと、外側への圧縮ストレスが増強し、右下肢には膝関節・足関節・足部の外側への伸張ストレスと、内側への圧縮ストレスが増強することが推察される。このようにランニング中に下肢へ加わる力学的ストレスは異なることが考えられ、カーブ走を含むランニング練習では走方向の考慮が必要である。

運動器の機能的要因とカーブ走における下肢関節運動の関係では、左下肢においてQ-angle と股関節内転角度、荷重位での足関節背屈可動域と膝関節内反角度に相関がみられた(図2)。これらの要因はカーブ走時のランニング動作(動的アライメント)に影響を与えることが示唆された。特に、足関節背屈可動域は、足関節捻挫受傷後や発育期の特徴により可動域制限を呈しやすい。足関節背屈可動域制限を有した者がランニング練習を実施する場合には、下腿三頭筋のストレッチング、チューブエクササイズなどにより可動域制限の改善を図るとともに、直線走を主としたランニング

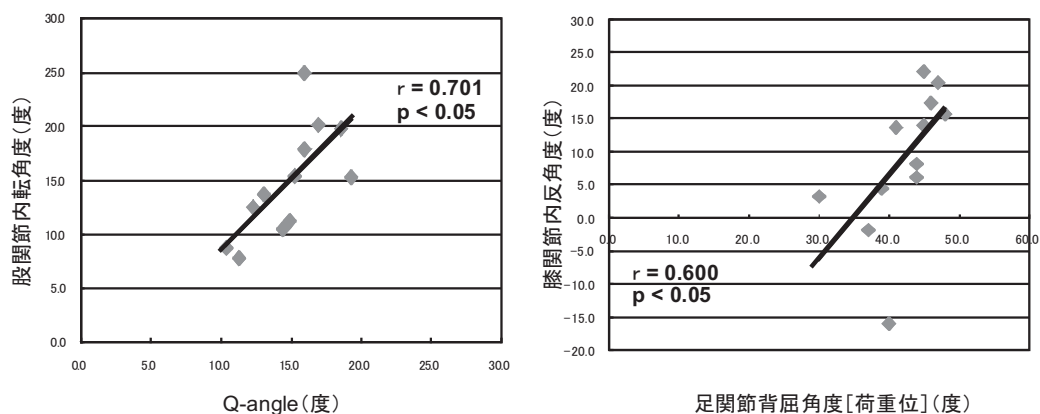


図2 左股関節内転角度と左Q-angle, 左膝関節内反角度と左足関節背屈角度〔荷重位〕の相関関係

練習を実施することがランニング障害の予防の観点から重要であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 川野哲英:ファンクショナル・テーピング, ブックハウスHD, 東京, 1988。
- 2) 横江清司ほか:ランニング障害に及ぼすコーナー走の影響, スポーツ医・科学3:21-25,

1989。

- 3) 小林寛和ほか:コーナー走における痛みの出現の特徴, スポーツ医・科学5:23-29, 1991。

(指導教員 筒井清次郎)