

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 13 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22700599

研究課題名（和文） 中高大学生を対象とした疾走速度を高めるための疾走動作に関する縦断的・横断的研究

研究課題名（英文） The longitudinal and cross sectional study of junior high school and high school and college students about sprinting technic to improve sprinting velocity.

研究代表者

木越清信（KIGOSHI KIYONOBU）

筑波大学・体育系・助教

研究者番号：20378235

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、疾走速度に影響を及ぼす技術的な要因として接地時のブレーキおよび遊脚（非支持脚）の膝関節角度を挙げて、疾走速度との関係を横断的および縦断的に検討することであった。その結果、遊脚の重心が持つ遠心力は、平均で約 300N であり、これは鉛直方向の平均力（約 1500N）の 1/3 に相当するものであった。このことから、遊脚の重心の持つ遠心力は、地面反力に大きな影響を及ぼす可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was investigate relationship between technical factor (braking force and knee joint angle of non-support leg) and sprinting velocity by cross sectional study and longitudinal study. We use 12th male athletes in this cross sectional study and 8th male athletes who difference performance level in this longitudinal study. And in longitudinal study we conducted measurements at frequency as two times / year and total four times.

The main results were as follows. Centrifugal force of non-support leg C.G. is about 300N, this is 1/5 of vertical force (about 1500N). These results suggest that Centrifugal force of non-support leg C.G.is have a big influence on ground reaction force.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011 年度	700,000	210,000	910,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：陸上競技コーチング論

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・身体教育学

キーワード：疾走速度，ブレーキ力，遊脚，膝関節角度，遠心力

1. 研究開始当初の背景

| これまでに、疾走速度と疾走動作との関係

を検討したバイオメカニクスの研究は数多く行われており、高い疾走動作を獲得するための貴重な知見が得られてきた。代表的な示唆は、以下に示すとおりである。(1) 支持脚接地中の脚全体の後方スウィング速度が高い者が高い疾走速度を示す傾向にあること(伊藤ほか, 1998)。(2) 世界一流から大学生競技者を対象とした研究では、遊脚(非支持脚)回復中の膝関節角度が大きい者が高い疾走速度を示す傾向にあること(伊藤ほか, 1998)。(3) 接地をする位置が、身体に近い位置であろうと遠い位置であろうと疾走速度には影響しないこと(福田と伊藤, 2006)。

筆者は、これらの示唆を基に合理的な疾走動作を構築し、それを小学生に獲得させるための補助具を開発することを試み、平成 20 年度および 21 年度において科学研究費補助金(研究課題番号: 20700482)の助成を受けた。しかし、この研究を進めていく過程で、上記の 3 つの点について再度検討すると、それぞれについて問題点および疑問点が浮かび上がる。それは、以下の通りである。(1) については、脚全体のスウィング速度はピーク値で 600deg/sec を超え、このような速度で能動的に脚を後方にスウィングさせることが可能であるかということ、(2) については遊脚(非支持脚)回復中の膝関節角度が大きいことと疾走速度が高いこととの関連について考察されていないこと、(3) については疾走速度を高めるために推奨されるべき接地の仕方が明確にされていないことである。

これらについて、さらに詳しく検討していく。脚全体の後方スウィングとは大転子を中心とした脚の振り子運動であるが、実際の疾走は接地地点を中心とした脚の逆振り子運動である。つまり、実際の疾走を接地地点を中心とした脚の逆振り子運動と解釈すると、逆振り子の前方倒れ込み速度が身体重心の前方移動速度であり、身体重心の前方移動速度が、脚全体の後方スウィング速度である。このことと、600deg/sec を超えるようなスウィング速度を能動的に発揮することは不可能ではないかという疑問とを合わせて考えると、脚全体の後方スウィング速度が高いということは、単に疾走速度が速いことの結果であり、脚全体の後方スウィング速度を高めることで疾走速度を高めることはできないのではないかと考えられる。

次に、遊脚(非支持脚)回復中の膝関節角度である。小学生を対象とした先行研究においては、回復中の膝関節角度が小さい者が高

い疾走速度を示す傾向にあること(加藤ほか, 2001)が報告されており、これは、伊藤ほか(1998)の報告とは矛盾する。しかし、これまでにこの矛盾について説明されることはなく、また大学生以上の競技者において、回復中の膝関節角度を大きくすることの意義についても考察されていない。

さらに、接地の仕方についてである。接地の仕方によって身体重心に作用するブレーキ力の大小および角度の相違により、身体重心の移動速度は異なることが考えられる。つまり、接地の位置と疾走速度との間に有意な相関関係が認められなかったことは、身体重心から遠い位置に接地したとしても、それが疾走速度にプラスの影響を及ぼすこともあり、マイナスの影響を及ぼすこともあることを示している。しかし、これらについても、これまでに明らかにされていない。

2. 研究目的

研究の目的は、疾走速度に決定的な影響を及ぼす技術的要因について、これまではない新しい仮説を立て、それを検討することで、疾走速度と技術的要因との関係について再検討を試みることであり、および横断的な研究において明らかになった疾走速度に影響を及ぼす要因と個人の縦断的な疾走速度の向上に影響を及ぼす要因との関係について検討することであった。

3. 研究方法

本研究では、疾走速度の向上に影響を及ぼす技術的な要因について、これまでにない新しい仮説を立て、それを横断的な研究と縦断的な研究の両面から検討する。そのために、まずは、横断的な研究では、被験者 15 名を用い、疾走速度と技術的な要因との相関関係を検討する。なお、次に、上記の実験に用いた被験者のうち、中学生 3 名、高校生 2 名、大学生 2 名(2010 年 3 月時点)を 2 年間にわたって合計 4 回の縦断的調査を行い、疾走速度の向上に伴う技術的な要因の変化を縦断的に検討する。

なお、実験運動として主観的努力度 100% による 60m 走を行わせ、50m から 60m までの 10m 区間の疾走速度を、光電管を用いて計測し、55m 地点に埋設したフォースプレートを踏ませることにより地面反力を測定した。また、この区間における疾走フォームを右側方 30m 地点に設置した高速ビデオカメラにて撮影し、動作分析を行った。

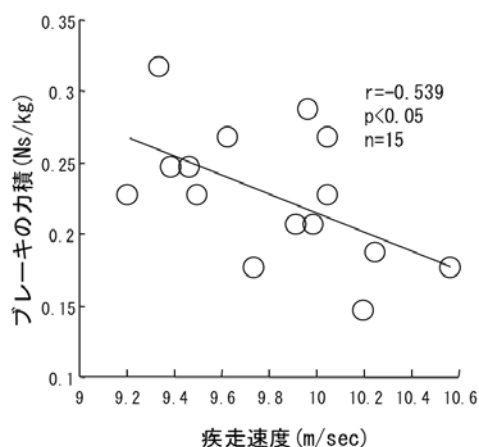
本研究における分析項目として、脚の重心を算出し、これが持つ遠心力(慣性力)を算出した。脚重心の算出には、阿江ら(1991)の身体部分係数を参考にし、遠心力(F_{cen})

は、身体重心から大腿部重心までの距離 (r), 脚全体の質量 (m), 脚重心の持つ接線方向への速度 (V) を基に、下位の式より求めた。

$$F_{cen} = mV^2/r$$

4. 研究成果

横断的な測定では、疾走速度と水平方向へのブレーキベクトルとの間に有意な相関関係は認められず、疾走速度とブレーキの力積との間に有意な負の相関関係が認められた。また、脚全体と合成ブレーキベクトルとの角度差と疾走速度との間にも有意な正の相関関係が認められた。また、疾走速度と遊脚の膝関節最少角度との間にも有意な正の相関関係が認められた。一方で、脚全体のスウィング速度と疾走速度との間には有意な相関関係は認められなかった。

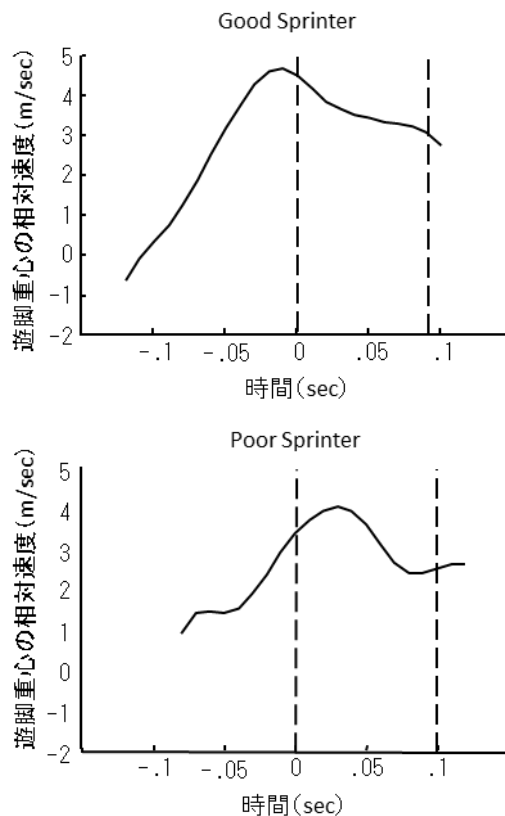


ブレーキベクトルと疾走速度との関係については、これまでも先行研究において議論されてきたが、力学的な解釈としては、大きなブレーキベクトルは身体重心の前方への移動を妨げるものと考えることが妥当であろう。しかし、実際に計測したブレーキ力を見ると、ブレーキベクトルの大きさには接地の技術によるブレーキと前方に移動している物体が地面に衝突した際に作用するブレーキが合算させているために、結果として、疾走速度とブレーキベクトルの大きさとの間には有意な相関関係は認められない。ただ、ブレーキのベクトルと疾走速度との間には有意な相関関係が認められないにもかかわらず、ブレーキの力積と疾走速度との間に有意な負の相関関係が認められたことは、疾走速度が高い者ほどブレーキの時間が短いことを示すものである。そして、このブレーキ時間を短くするために、脚はなるべく鉛直に近い角度で接地することが有効であることが考えられる。

本研究では、遊脚の膝関節屈曲角度と疾走速度との間にも有意な正の相関関係が認められた。この関係は先行研究においても認められている。遊脚の膝関節をある程度伸展さ

せた状態で振り出すことは、脚の慣性モーメントを大きくすることにつながる。しかし、身体重心から遊脚重心までの距離が長くなることから、膝関節が伸展することによって遠心力は減少する。遠心力は、鉛直方向の地面反力を大きくさせる作用を持っていることが考えられ、本研究では、鉛直方向の地面反力が約 1500N であったのに対して、遊脚の遠心力は約 300N であった。両者の間に有意な相関関係は認められなかったものの、遠心力が鉛直方向の地面反力のおおよそ 20% に相当することから、無視することはできない。しかし、遠心力を大きくすることと、遊脚の膝関節を伸展させておくことは矛盾することであり、この点に関しては本研究では明らかにすることはできなかった。しかし、膝関節を伸展させて遊脚を回復させることのメリットとそれによって遠心力が小さくなることのデメリットとのバランスが重要であり、このバランスが個人によって異なることは明らかであろう。

さらに、本研究では、疾走速度と遊脚重心の速度との関係についても検討した。その結果、両者の間に有意な正の相関関係が認められた。しかし、遊脚の重心速度には身体重心の速度が含まれているために、両者の間に有意な相関関係が認められることは当然の結果ともいえる。そこで、本研究では、遊脚重心の速度のピーク値の出現タイミングを検討した。



その結果、疾走速度の高い被験者は遊脚重心の速度のピークが接地と比較して前に出現しており、疾走速度の遅い被験者はピークが接地の後に出現している傾向が認められた。これは、疾走速度の向上に対して、単に遊脚の速度を高くするのではなく、そのピークの出現を接地前にすることが重要であることを示唆している。このピークを接地の前にすることが、短距離走の指導現場で言われている「脚を後方に流すことなく、素早く回復する」動作であると考えられる。これまでに、脚が流れることと足が流れていないことを疾走速度と絡めて明らかにした研究はなく、この点は本研究の成果であろう。

次に縦断的研究の結果である。縦断的な測定において一貫して疾走速度が向上した被験者が1名認められたが、速度向上と同様に一貫した変化を示す技術的要因は見当たらなかった。しかし、接地時間をみると、一回目の測定から二回目の測定にかけて顕著に減少していて、接地時間を構成するブレーキ時間も同様に一回目の測定から二回目の測定にかけて顕著に減少していた。一方で、加速時間は4回の測定において顕著な変化は認められなかった。

横断的研究の結果からは、接地時の脚の角度、ブレーキの力積、遊脚の膝関節屈曲角度が疾走速度に影響をしていることが認められたが、個人の疾走速度の変化によって必ずしもこれらの要因が変化しているわけではなく、個人の疾走速度の変化は、その都度異なる要因によって起こるものであることが推測される。一方で、接地時間、特にブレーキ時間は横断的研究においても疾走速度に影響する要因として認められ、縦断的研究においても疾走速度の向上に対応して短くなる可能性が指摘されたため、ブレーキ時間を短くすることは疾走速度の向上に有効である可能性が考えられる。しかし、横断的な研究においてブレーキ時間を短くする技術的要因として挙げた接地時の脚とジメントがなす角度についても、疾走速度の一貫した向上に応じて、一貫して変化する傾向は見当たらなかった。そのために、ある個人において接地時間、特にブレーキ時間を短くする要因についても、ある単一の技術によるものではなく、さまざまな要因が複雑に影響し合っている可能性が考えられる。

今後の課題として、遊脚の膝関節を伸展させて回復することのメリットを明らかにすること、そしてメリットとデメリットが明らかになれば、そのバランスと競技者の特徴との関係を明にする必要もある。さらに、このバランスと競技者の特徴を明らかにしたうえで、その最適化をトレーニングの課題としたうえで、その変化とトレーニング手段との関係についても明らかにする必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計2件)

- ① 木越清信, 座標系を下腿に固定した場合の短距離走における支持期の地面反力, 日本陸上競技学会, 2012年12月15日, 国際武道大学(千葉県)
- ② 木越清信, 短距離走における疾走速度と遊脚の動作との関係, 日本スプリント学会, 2012年12月23日, 城西大学(埼玉県)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木越清信 (KIGOSHI KIYONOBU)

筑波大学・体育系・助教

研究者番号: 20378235