

令和 4 年 9 月 5 日現在

機関番号：32689

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K22822

研究課題名（和文）ランニングの新しい概念に基づく正しい走動作獲得法の開発

研究課題名（英文）Development of the method to get correct running movement based on a new concept of running

研究代表者

彼末 一之（Kanosue, Kazuyuki）

早稲田大学・スポーツ科学大学院・教授

研究者番号：50127213

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：ヒトは2歳～3歳になると自然に走れるようになるが、大きな個人差があり、走能力は生まれつきの素質によると考えられている。最近の研究によれば子どもの疾走能力は技術と強く関係する。そのランニングの年齢にともなう変化を検討した。幼児では大きな範囲で速度調節はできないが、ストライドはほとんど変化せず、ケイデンスの変化で速度変化が起こっていた。小学校高学年では成人型の遅い速度域ではストライド、速い速度域ではケイデンスの変化で速度調節が実現されていた。成人型の速度調節への移行は6歳から10歳ごろに起こるようである。さらに小学校高学年では体は成長しているのにV-C-S特性が成人型になっていない子どももみられた

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒトは2歳～3歳になると自然に走れるようになるが、大きな個人差があり、走能力は生まれつきの素質によると考えられている。しかし、本研究の結果は成人型の走運動特性は6歳から10歳ごろに獲得されることを示している。つまり、走運動特性は後天的なものであると考えられる。現在、走動作を教えることは学校などでは「全く」行われていない。しかし、走運動特性が後天的に獲得されるものならば、それを指導によって正しいものに導くことで、誰もが「速く走れる」という有能感を持つことができ、スポーツ嫌いを少なくすることができると思われる。

研究成果の概要（英文）：Humans are able to run at the age of 2-3 yrs, but there is a great individual difference in its ability. So it is generally considered that the ability is congenitally determined. In the present study we analyzed how running is changed with development. Infants can control running velocity only in a small range. At the age of 10-12 yrs, running property shows similar pattern to that of adults. However, some did not show the property of adult type. It is concluded that the running property of adults is obtained at the age of 6-10 yrs through the repetition of running in the daily life.

研究分野：スポーツ神経科学

キーワード：走運動 ランニングフォーム 速度 ストライド ケイデンス 発達

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

<背景>ヒトは2歳~3歳になると自然に走れるようになるが、その能力には大きな個人差がある。そのため走能力は生まれつきの素質によると広く考えられている。走るのが速い子は運動有能感を持ち、一方足が遅いことがスポーツ嫌いを生む要因ともなる。しかし、申請者らの最近の研究によれば子どもの疾走能力はランニングフォーム(技術)と強く関係する(信岡ら、体力科学、2015)。また昨今はランニングブーム(この場合長距離)だが、多くの方は知らず知らずに悪いフォームで走るために膝・腰などの障害に悩み、走る意欲も失ってしまう。そこで本研究を提案する。走速度 V 、単位時間あたりの歩数(ケイデンス, C)、一步の長さ(ストライド長, S)の間の関係(以下 V - C - S 特性)を調べた研究の多くは、走速度が増すにつれストライド長が増加、それが頭打ちになるとケイデンスが増えることを示している(。これはエネルギー効率を最適にする動作戦略の結果と考えられている(Yanai, 2004)。エネルギー効率は主として長距離走に関係し、短距離走ではさほど考慮されない(「速ければ良い」)。本研究のゴールは正しいフォームで走ることが出来る方法を提案することである。対象として特に「子供」に焦点を当て、さらに指導を受ける機会の少ない一般人とする。

この研究構想に至った背景と経緯であるが、申請者らは2013年以来、地域の小学校で児童の走能力(50m走)を縦断的に測定している。そして、走能力が「走り方」と強く関係することを見出した(信岡ら、2015)。つまり、走運動には「生まれつきの素質」だけでなく「技術」が重要なのである。さらに申請者らは成人の走運動を分析し、基本的な V - C - S 特性が陸上競技選手と一般人では異なることを示唆する結果を得ていた。陸上競技選手型の特性はこれまでも多くの報告があり、これはエネルギー効率を良くする動作戦略の結果で、一般人にも成り立つと漠然と考えられていた。しかし、実際には一般人はこの特性からは外れていた。つまり、一般人のランニングはエネルギー効率が悪いと考えられる。さらにエネルギー効率が問題ならば陸上競技選手型の特性は長距離選手に特有なものかと思われるが、実際には短距離選手の方が典型的な特性を示すものが多かった(Goto et al., 投稿中)。一方、最近短距離走ではSSCが有効に働くようなフォームを目指すべきであるとの考え方が主流になって来ている。実際、礪はSSCを意識した走法を短距離選手に指導し、多くのトップ選手を育てている。また、吉永は小中学校の児童・生徒への短距離走指導の重要性に着目し、やはりSSCを意識した指導プログラムの有用性を示した(鈴木ら、2015、2016)。彼末・礪・吉永、がランニングについて議論する中から本研究が生まれた。

2. 研究の目的

ヒトは2歳~3歳になると自然に走れるようになる。しかし、それで基本的な運動パターンは確保されるものの、獲得した走り方が理にかなっているという保証はない。実際、走り方には大きな個人差が存在する。足の速い子は自分が他者より優れていると感じ、遅い子はスポーツを心から楽しむことができなくなる。このような状況から「走能力は生まれつきの素質による」との考え方が一般的である。しかし、申請者らの最近の研究によれば(信岡ら、体力科学、2015) 疾走能力には正しいフォームで走れるか(つまり技術)が強く関係する。小学校教師の大部分は専門家ではないため、足の遅い児童に正しいフォームを指導するのは難しい。また、また昨今はランニングブーム(この場合長距離)だが、多くの方は知らず知らずに悪いフォームで走るために膝・腰などの障害に悩み、走る意欲も失ってしまう。そこで、本研究を提案する。本研究の目的:「正しいランニングフォーム」の重要性を検証、それを身につける方法を確立して「走能力は生まれつきの素質による」というドグマを打ち破る。

3. 研究の方法

1) 成人の V - C - S 特性測定とフォームとの関連性の定式化

トレーニングレベルの影響を明らかにするためにランニングに関する様々な背景を有する80名を被験者とした。被験者グループは短距離選手群、長距離選手群、陸上競技以外の様々な競技種目経験があるアスリート群、運動経験のないランニングに関する素人群の各20名で構成された。被験者は30m(素人群のみ20m)の直線路を様々な走速度で20~30回走行した。この際のケイデンスとステップ長の値から、走速度-ケイデンス-ステップ長の関係(V - C - S 特性)が変化する“inflection point(変曲点)”についてデミング回帰を用いたセグメント化回帰法から算出した。

2) 子ども(小学生、幼稚園児)の V - C - S 特性測定とフォームとの関連性の定式化 研究の基礎データとしてこれまで報告のない幼児・児童の V - C - S 特性を明らかにする。年齢ごとに設定した5段階の走速度を低速から最高速度までランダムな順番で走る動作をビデオ撮影する。走行距離は幼稚園児10m、小学児童20mとする。幼児で速度の調節ができないときは、測定補助者が被験者の幼児の横を走り「一緒に走ろう」と教示する。

また3~6才の幼稚園児282名を被験者として、幼児の接地パターンと疾走パフォーマンス

スの関係を明らかにすることを目的とした。被験者は 25m 走路を 2 名ずつ並走して全力疾走した。その際の接地パターンと疾走パフォーマンス

スに関連する指標との関係について評価した。接地パターンは撮影された動画像から、踵接地 (RF) 中足部接地 (MF) 前足部接地 (FF) に分類された。

4. 研究成果

1) 成人における V-C-S 特性の変曲点走速度とステップ長が個々の最大走速度と関連する事が明らかとなった。最大走速度 (V_{max}) はグループ間で有意に異なり、変曲点走速度はトレーニングレベル (特に陸上競技選手) に影響を受ける事が明らかとなった。しかしながら、変曲点におけるケイデンスや最大走速度からの相対的走速度はトレーニングレベルや競技モダリティの影響をほとんど受けないことが明らかとなった (図 1, 変曲点ケイデンス: 3.0 steps/s, 相対走速度: 65-70% V_{max})。この結果は学術論文として発表した。(Goto et al., PLOS ONE, 2021)

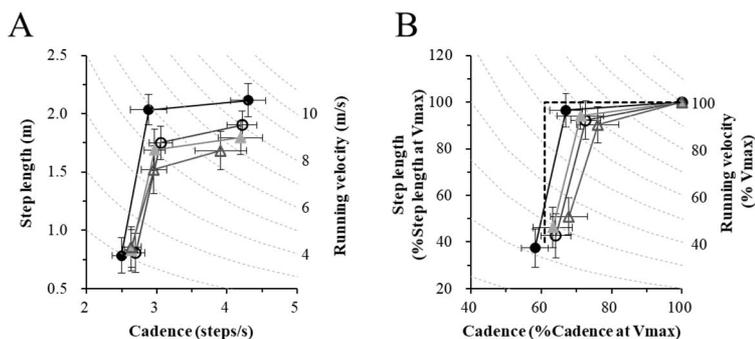


図 1 A: 最大速度 (V_{max}), 変曲点 (IP), そして最低速度 (V_{min}) におけるケイデンスとストライドの関係。B: 同じく最大速度時のもので正規化したもの。●、短距離群; ○、長距離群; ▲、陸上競技以外のスポーツ選手群; △、非運動選手群

2) 発育発達の影響を明らかにするために 1~12 才の幼児・児童 46 名を被験者とした。成人の測定と同様に、4~10m の直線路を複数回様々な走速度で走行することによって幼児・児童の V-C-S 特性を測定した。また、成人の測定で用いたセグメント化回帰法を用いて、発育発達に伴う V-C-S 特性の変化と inflection point の各変数について評価した。その結果、1~6 才児で inflection point は算出されなかった。この年代の V-C-S 特性の特徴として、走速度の変化にともなうステップ長の変化が少なく、ケイデンスの増加によって走速度を増加させる傾向が得られた。これは、下肢筋力や筋腱のスティフネスが十分に発達していない事が一つの要因として考えられる。一方で、9~12 才の児童の 80% 以上に V-C-S 特性

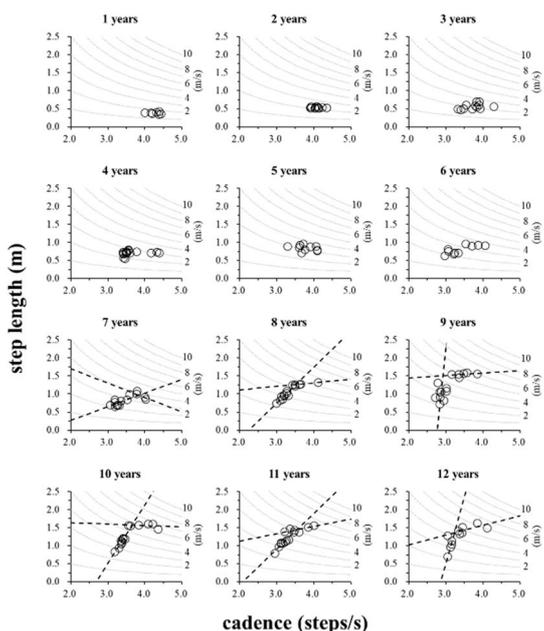


図 2 1歳から12歳までの子供でのV-C-S特性の代表例 有意な近似曲線が得られたもののみ2本の近似曲線(破線)を表示

の inflection point が算出された (図 2)。このことから、成人で報告されてきた inflection point を有する V-C-S 特性は、特定の発育発達段階 (第二次性徴期) による何らかの身体的特徴の変化の発現することが示唆された。

発育発達の影響が V-C-S 特性に与える影響をさらに詳細に評価するために疾走パフォーマンスを決定する指標の一つである接地パターンに着目した結果では、接地パターンの違いによる最大走速度の有意な差は見られなかった。接地時間は FF と MF が RF よりも有意に短く、成人で報告されている接地パターンと同様な結果が得られた。しかしながら、V-C-S 特性の結果と同様に、幼稚園児では十分に身体機能が発達していないためステップ長を増加させる事が難しかったと考えられる。接地パターンの違いはケイデンスの差に関係する可能性があるが、成人よりも接地パターンが疾走パフォーマンスに及ぼす影響は少ない事が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 信岡沙希重, 樋口貴俊, 後藤悠太, 中田大貴, 磯繁雄, 彼末一之	4. 巻 17
2. 論文標題 児童のスプリント時の接地タイプと走パフォーマンス.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 スポーツ科学研究	6. 最初と最後の頁 28-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 G. Kakehata, K. Kobayashi, A. Matsuo, K. Kanosue, & S. Iso	4. 巻 in press
2. 論文標題 Relationship between subjective effort and kinematics/kinetics in the 50 m sprint.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Human Sport and Exercise	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14198/jhse.2020.151.06	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Goto, T. Ogawa, G. Kakehata, N. Sazuka, Y. Wakita, A. Okubo, S. Iso, K. Kanosue	4. 巻 16
2. 論文標題 Effects of running specific training on the spatiotemporal coordination of running in humans.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0258709
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0258709	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 G. Kakehata, Y. Goto, S. Iso, K. Kanosue	4. 巻 53
2. 論文標題 Timing of Rectus Femoris and Biceps Femoris Muscle Activities in Both Legs at Maximal Running Speed.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Med Sci Sports Exerc	6. 最初と最後の頁 643-652
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002497	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	磯 繁雄 (Iso Shigeo) (10193385)	早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授 (32689)	
研究分担者	吉永 武史 (Yoshinaga Takeshi) (10386659)	早稲田大学・スポーツ科学学術院・准教授 (32689)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------