

令和 5 年 6 月 10 日現在

機関番号：35408

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K10877

研究課題名（和文）強さの調整（Grading）に焦点をあてた走動作トレーニングの効果

研究課題名（英文）The effects of running training focusing on strength adjustment (grading).

研究代表者

友末 亮三（Tomosue, Ryoso）

安田女子大学・家政学部・教授

研究者番号：70172202

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、短距離走、長距離走の選手に小型トランポリン等を利用した走運動の指導を行い、指導前後の疾走技術の変化を圧力板と高速度カメラを用いて明確にすることである。MATLABを使用して詳細な分析を進めたところ、力量（3成分）のみならず、ピッチ、ストライド、滞空時間、支持時間という時間的要因も、タイムを短縮させるための重要な指標になっていることが明確になった。具体的には、ピッチが増大してタイムが速くなる場合と、ストライドが増大してタイムが速くなる場合の2パターンが存在した。滞空時間が長くなっても、ストライドが大きくなるとは限らない。基本的に支持時間は長くない。以上の3点である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スポーツ技術を「空間の調整（Spacing）」、「時間の調整（Timing）」、「強さの調整（Grading）」3要素でとらえた指導法は、球技系スポーツでは日常的に取り入れられてきた。しかしながら、陸上競技の場合はほとんど行われてこなかったという歴史がある。

本研究により、「強さの調整」の指導で走動作においても競技力が向上する、ということが示された。この結果は、ムダな力を取り除くという脱力に焦点をあてた新しい指導法に、選手・指導者・そして一般のスポーツ愛好家たちが、目を向けて行くための一つのきっかけになると考える。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to examine how the movements of sprinters and long-distance runners change before and after coaching a small trampoline using force plates and high-speed cameras.

A detailed analysis using MATLAB revealed that not only ground reaction force, but also time factors such as pitch, stride, foot contact time, aerial time are important indicators for shortening times. (1) There were two patterns for shortening the time: increasing the pitch and increasing the stride. (2) Even if the aerial time becomes longer, the stride does not necessarily become larger. (3) Basically, the foot contact time does not become long.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：Grading 走動作 スポーツ技術

1. 研究開始当初の背景

走動作のトレーニング効果について論じた報告が、体育授業などの現場であまり利用されていない。その理由としては、長期間の指導を要求する提言が多い、必ずしも因果関係が明確に把握されているわけではない、といういくつかの手法上の問題とともに、提言通りに指導を行ったとしても成果が得られないケースがある、という実効性の問題が残されているためであろう。

一方でスポーツ、とくに球技を指導する現場では、小型トランポリンを使ったムダな力を取り除く練習が効果をあげている。申請者らはすでにテニスにおいて、トランポリンを利用したサーブ練習がボールのスピードとコントロールを向上させる、ということを示している。

そこで、動作の指導を次の3要素に分類したとき、空間の調整 (Spacing)、時間の調整 (Timing)、強さの調整 (Grading)、この強さの調整、つまりいかに力うまく出し入れするかが効率の良い動きを覚えるためのポイントになると考え、脱力を容易に達成できるトランポリン練習を走運動にも取り入れてみることにした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、短・長距離走を専門とする選手に、小型トランポリンを利用した走運動の指導を行い、指導前後の疾走技術の変化を圧力板と高速度カメラを用いて、種目別に明確にすることである。これまでの疾走技術の評価や指導法は、「空間の調整」と「時間の調整」を主眼に行われてきたのに対し、本研究により「強さの調整」という身体感覚に焦点を当てた全く新しい指導法が提案できる可能性がある。

本研究の創造性は、走動作のトレーニングを言語指示や示範で行うのではなく、脱力(強さの調整)に焦点を当てた指導を重点的に行うことであり、その独自性は、指導の結果得られる望ましい走動作の特徴を、連続写真を同一画面上に表示できるモーションキャプチャを用いて詳細に客観化することである。

3. 研究の方法

幼稚園児、小学生、短・長距離走を専門とする大学生を対象に、トランポリン練習を行う前後の疾走能力を比較した。トランポリン練習の方法は、図1のように直径90cmのトランポリン10個を並べ、その上を走らせるというものである。トランポリンの間隔は、80cm~120cmまで10cmずつ広げていき、それぞれの間隔で2回ずつ走らせた。したがって、各被験者はトランポリン上を合計10回走ることになる。トランポリンの左右の間隔は、一様に50cmとした。

本実験は、鹿屋体育大学体育館、および、広島経済大学グラウンドにおいて行った。鹿屋体育大学においては、50枚(50m)のフォースプレートにより、スタート時や走行時の力量(3成分:鉛直方向・進行方向・左右方向)、ステップごとの接地位置、運動量などを算出した。



図1. 小型トランポリンを使った練習.

4. 研究成果

実験結果を説明する前に、運動技術（本研究では「スキル」という用語で統一する）の新しい定義を提案することを試みる。

【1. スキルの定義について】

日本の体育学・スポーツ科学の分野で、力学的観点からスキルの定義を行ったのは、猪飼道夫である。猪飼は1967年に、器用さの3つの要素として『筋肉の出す力の調節』（grading: グレイディング）『筋肉群の間の力の配分』（spacing: スペイシング）『筋肉に力が入る時間的経過』（timing: タイミング）を提示した。

次に明確な定義が登場するのは、リハビリテーション医学の分野で、和才ら（1987）が、「動作が巧みに行われるということは、身体または身体の一部を空間における目的の点に、ある時間内に運ぶことが正確に行えるということである」と述べ、運動を構成する基本要素として、『方向』（spacing）『力関係』（grading）『時間関係』（timing）の3つの要素を与えた。この3要素を猪飼の定義と比較すると、日本語表記では若干異なるものの英語表記は同一で、その中身もほとんど同じと考えて良い。

その後、体育学・スポーツ科学の分野においては、大築（1988）が、スキルの構成要素の1つの「正確さ」は、『体肢のポジショニング能力』、『出力のグレイディング能力』、『タイミング能力』、『出力のリプロダクション能力』の4つの要素が基本になっていると主張した。また、松本（1988）が、運動を構成する要素として、『運動時性』（time）『運動力性』（energy or dynamics）『運動形態性』（design）の3つを取り上げた。

国外で力学的観点からスキルを定義しようとしたのは、Guthrie が最初と思われる。Guthrie（1960）は「スキルとはある目標となる結果を最大の確度で、そして最小の『エネルギー』（energy）または『時間』（time）または『時間とエネルギー』（time and energy）で成し遂げる能力である」と述べている。この定義は猪飼の定義に類似しているが、エネルギーと時間を合体させていることの意味は不明である。

このGuthrie の考え方をさらに進めていると考えられるのが、Laban の定義である。Laban（1971）は、身体運動は次の4つの質問、「身体のどの部位が動くのか、空間のどの方向へ動きが発揮されるのか、どのような速度で動きが進行するか、どの程度の筋肉エネルギーが消費されるのか」に答えることで、全てを決定し記述できると述べた。この考え方は、猪飼の定義に似てはいるものの、細部は一致していない。

ダンスにおいては、McCutchen（2006）がダンスの技術的要素として、『空間』（space）『時間』（time）『力』（energy and dynamics）『関係』（relationships）の4つを取り上げた。そして、動きを指導する際に使われる用語を、『空間』、『時間』、『力』の3要素に分類し、各要素における用語を、「前に 後ろに」『速く 遅く』『強く 弱く』といった対照的な組み合わせで捉えることができると主張した。

以上、過去の文献を概観して明確になった点をまとめると、次の3項目になる。

スキルを定義する要素として頻出しているのは、『空間』、『時間』、『力』の3つである。

それぞれの用語の意味を具体的に説明していない文献が多い。

スキルを定義する要素を明らかにし、その各要素に基づいてスキルを評価する体系を確立することを主題とする文献が見当たらない。

そこで、本研究ではこの項目に注目し、スキルを『空間』、『時間』、『力』の3つの要素を用いて定義することにし、「スキルの基本的3要素」と呼ぶことにした。この3要素について、具体的な説明を行っているのは、猪飼（1967）とLaban（1971）の他に見当たらなかったため、この両者の表現を参考にしながら各要素の中身を説明していく。

(1) 空間性について

空間の要素については、猪飼（1967）が「筋肉群の間の力の配分」と説明したが、この表現では分りにくい。そこで本研究では、Laban（1971）の「空間のどの方向へ動きが発揮されるのか」という説明を参考に、この要素を空間性（spacing）と呼び、『空間性：身体各部位を動かす方向』と定義した。たとえば、「腕を頭の上に動かさなさい」といった、いわゆるフォームに関する指導はこの要素に含まれる。

(2) 時間性について

時間の要素については、望ましい速度で動くためには、どの時点で動きを開始するかという所謂タイミングが、それ以前に重要なポイントになる。したがって本研究では、Laban（1971）の「どのような速度で動きが進行するか」という説明よりも、猪飼（1967）の「筋肉に力が入る時間的経過」という説明の方が適当であると考え、この要素を時間性（timing）と呼び、『時間性：身体各部位の動きを開始する時点』と定義した。

(3) 力性について

力の要素については、Laban（1971）が「どの程度の筋肉エネルギーが消費されるのか」と説明したが、この表現では具体的イメージが掴み難い。よって本研究では、猪飼（1967）の「筋肉

の出す力の調節」という説明を参考に、この要素を力性 (grading) と呼び、『力性：身体各部位が発揮する力の強弱』と定義した。

以上の定義をまとめると、表 1 のようになる。この 3 要素は独立ではなく、どの要素が変化しても他の要素に影響が出るという従属関係にある。

表 1 . 身体運動におけるスキルの定義 .

	基本的 3 要素	意 味
スキル	空間性 (spacing)	身体各部位を動かす方向
	時間性 (timing)	身体各部位の動きを開始する時点
	力性 (grading)	身体各部位が発揮する力の強弱

次に検討すべき課題は、スキルのこの 3 要素の評価方法である。この評価方法を作成すること自体は、段階評価、それも経験的には 3~5 段階評価程度で良いと思われるので、難しい作業ではない。各要素の評価を 5 段階とし (表 2)、スキルの評価を基本的 3 要素の評価値の総和とすれば (表 3)、スポーツ・競技の経験が少ない人でも、信頼性の高い結果が得られるのであろう。なお、この評価方法の妥当性の検討は多くの競技で現在進行中であり、本報告では「案」としての提示に留めたい。

表 2 . スキルの 3 要素の評価の仕方 (案) .

1 : 悪い 2 : やや悪い 3 : 普通 4 : 良い 5 : 非常に良い

表 3 . スキルの評価の仕方 (案) .

1 : 悪い 2 : やや悪い 3 : 普通 4 : 良い 5 : 非常に良い
空間性 (1 2 3 4 5)
時間性 (1 2 3 4 5)
力性 (1 2 3 4 5)
合計得点 【 】点

【 2 . Grading に着目した走運動の指導の効果】

鹿屋体育大学における長距離選手の場合の実験結果の一部をまとめたのが、表 4 である。そもそも、タイムが速くなるということは、歩数 (ピッチ：脚の回転数) が増えるか、歩幅 (ストライド) が増えるかの、2 要因の関係により決定される。表中の、ピッチ (最速ステップ数) とは、速度が最大のときのピッチ数、ストライド (最速ステップ幅) とは、速度が最大に達したときの歩幅である。

タイムが速くなったものが 4 名中 3 名 (A、B、D) で、このうち 2 名 (A、B) はピッチが増大、1 名 (D) はストライドが増加していた。このことは、新しいスキルの定義に基づく指導が、長距離選手に対しては効果があることを示している。幼稚園児、小学生、短距離選手の場合は、現在分析中である。

表4 . 小型トランポリン練習前後の 50mのタイムと、ピッチ、ストライド .
長距離選手の場合 .

被験者	トランポリン	50mタイム (秒)	ピッチ (最速ステップ数)	ストライド (最速ステップ幅)
A	使用前	6.88	4.39	2.04
	使用后	6.79	4.50	1.99
B	使用前	7.28	4.29	1.96
	使用后	7.25	4.35	1.88
C	使用前	6.95	4.48	1.93
	使用后	6.95	4.67	1.83
D	使用前	7.42	4.37	1.88
	使用后	7.24	4.22	1.93

スポーツのスキルは、人間の感覚・感性といった主観によって捉える部分があるので、言葉と文章で完全に客観的に説明することは困難である。とは言え、スポーツの場面では、複数の評価者が同じような評価を下し、評価をされた側もそれに納得している場合がよくあることを考えると、スキルの中にある共通した定量可能な尺度が存在していること(宮下,1985)は間違いのないであろう。その意味で、本研究で定義した「スキルの基本的3要素」に基づく評価方法については、いろいろなスポーツについて幅広く行ない、評価の信頼性を検証しなくてはならない。今回の研究では各要素の5段階評価までは行えなかったが、今後はその基準を例示しながら、指導現場で活用できるような実証を引き続き行う必要があると考える。これらは今後の課題とする。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔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	生関 文翔 (Iseki Ayaka) (40803367)	安田女子短期大学・その他部局等・助教 (45411)	
研究分担者	吉成 啓子 (Yoshinari Keiko) (50174967)	白百合女子大学・基礎教育センター・教授 (32627)	
研究分担者	松尾 彰文 (Matuo Akifumi) (60126167)	鹿屋体育大学・スポーツ・武道実践科学系・教授 (17702)	

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
---------	---------