

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：34315

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17906

研究課題名(和文) 発育期における全身反応時間発生の機序解明と教育場面での応用

研究課題名(英文) Investigating mechanism of generation of whole-body reaction time during the period of growth and the application education field

研究代表者

大塚 光雄(Otsuka, Mitsuo)

立命館大学・スポーツ健康科学部・助教

研究者番号：20611312

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)： 疾走開始動作における全身反応時間は、年齢の増加とともに変化する傾向にあり、その全身反応時間が発生するまでの前筋運動時間や電気力学的遅延においても、発育の影響を受けていることが明らかとなった。年齢毎、性別毎で、疾走開始動作における全身反応時間の標準値を明らかにした。これによって、年齢毎、性別毎で、身に付けるべき疾走開始動作における全身反応時間のミニマムを示すことができた。iOS版の全身反応時間を測定・評価システムを開発した。このスマートウォッチアプリケーションを用いて、全身反応時間を短くし、且つ、その変動係数を低下させる運動プログラムを提案し、その有効性を検証しようとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、発育バイオメカニクス分野と体育科教育学分野の両方の発展に貢献する複合学術分野である。発育バイオメカニクスの観点から、年齢、性別毎で全身反応時間の基準値を定め、それに基づいたバイオフィードバックする試みは稀有である。したがって、国内外を問わず当該分野においてインパクトが強いと考える。

研究成果の概要(英文)： 1) Whole-body reaction time in beginning of run was changed based on the age and the related pre-motor time and electromechanical delay were also affected by the age. 2) We could show the standard values of whole-body reaction time in beginning of run in each age and sex. 3) We could develop an application for iOS which can measure and evaluate the whole-body reaction time using a smart watch. 4) We planned to investigate the effect of exercise program which aimed to shorten the mean value and standard deviation of whole-body reaction time using the iOS application.

研究分野：スポーツバイオメカニクス

キーワード：発育バイオメカニクス スポーツバイオメカニクス スプリント走 発育発達 地面反力計 表面筋電図計

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

すべての子どもには、身につけるべき基礎的な動きのミニマムがある(文部科学省, 2005)。入力情報に対して、いち早く反応をして行動する能力は、どのスポーツにおいても重要な能力であり、全身反応時間によって評価できる。この基本的運動能力は、動きのミニマムの1つである、短時間に集中的に力を発揮する身体能力として捉えられる。そのため、1. 発育期における全身反応時間発生の機序を解明すること、2. 年齢ごとで全身反応時間の標準値を提示すること、3. 全身反応時間を簡易に測定評価するシステムを開発すること、4. 3を用いた全身反応時間を改善する単元や運動プログラムを提案することは、子どもたちが身に付けるべき基礎的な動きのミニマムを獲得することに貢献すると考えられる。

スポーツでの疾走動作開始場面では、下肢の筋は動作開始前から収縮しており、地面をキックする際、下腿の筋は、一度、弛緩して伸張された後に収縮する(Guissard et al., 1992; Mero et al., 2007)。また発育発達段階にある子どものスタート動作では、後ろ脚を先導脚とする者もいれば前脚を先導脚とする者もいる(鳥取ら, 2015)。そのため、児童期・青年期において、疾走開始動作における全身反応時間は、各筋の発揮のタイミングや歩容タイプによって影響を受けることが考えられる。

学校体育では、どの運動領域においても、直接的に反応時間を短くすることを技能目標とする記述は見当たらない(学習指導要領, 2017)。現在の国内外の先行研究において、発育段階における疾走開始動作での全身反応時間の標準値を示したものはなく、子どもたちに全身反応時間をフィードバックして基礎的な動きのミニマムを身につけさせるための基準がないのが現状である。

2. 研究の目的

以上を踏まえ、本研究では、次の通り目的を4つ定めた。

- [目的 1] 発育期における疾走開始動作での全身反応時間発生の機序の解明
- [目的 2] 疾走開始動作における全身反応時間の年齢、性別毎の標準値の提示
- [目的 3] 疾走開始動作における全身反応時間測定評価システム(スマートウォッチのアプリケーション)の開発
- [目的 4] 目的3で開発したシステムを用いた全身反応時間を改善する運動プログラム、単元計画の有効性の検証

3. 研究の方法

上記の研究目的を達成するため、次の手順・方法をとった。

- [課題 1] 疾走開始動作における全身反応時間発生の機序解明
全身反応時間(図1 入力信号到達時間 + 前筋運動時間 + 電気力学的遅延)の発育過程を明らかにしようとした。
5~22歳の男子51名を被験者とし、室内実験走路において5m走の全力疾走を計5回行わせた。

測定は図2の環境で行った。全身の動作をハイスピードカメラ2台、スタート時の地面反力データを2台の地面反力計、下肢の筋活動(左右脚の大腿直筋、大腿二頭筋長頭、腓腹筋の計6か所)を表面筋電図計によって測定した。

アスリートであっても、全身反応時間の再現性は低いことが報告されている(Otsuka et al., 2015)。これは入力情報を脳内で処理する時間が、ピストル音のタイミングなどで変化するためである(Otsuka et al., 2017)。そのため、入力信号に対する脳内の処理時間(図1)の変動係数を下げるため、警告刺激から反応刺激(所謂「よーい」からドン)までの時間間隔は一定にした。

- [課題 2] 疾走開始動作における全身反応時間の標準値提示

年齢毎、性別毎で、身に付けるべき疾走開始動作における全身反応時間のミニマムを明らかにしようとした。

被験者は5~22歳までの子ども合計225名とした。測定環境は、課題1と同じであったが、下肢の活動の測定は行わなかった。
[課題 3] 疾走開始動作における全身反応時間を測定評価システムの開発

疾走開始動作における全身反応時間を測定評価できるスマートウォッチのアプリケーションを開発した。警告刺激と反応刺激の音声情報は、スマートウォッチのスピーカーから発現させ、スマートウォッチに内蔵された加

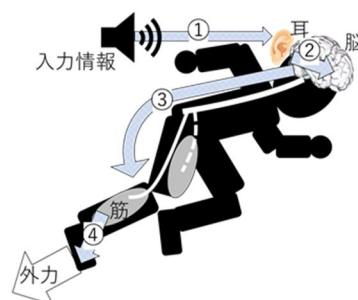


図1. 全身反応時間の発生

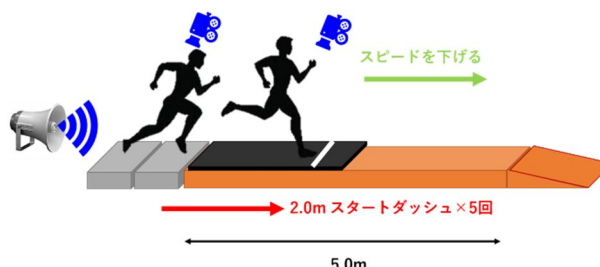


図2. 実験測定環境

速度センサーの情報を用いて、疾走開始動作を同定した。

[課題 4] 疾走開始動作における全身反応時間を改善することをねらった運動の有効性検証

課題 3. で開発したスマートウォッチアプリを用いて、全身反応時間を短くし、且つ、その変動係数を低下させる単元計画・運動プログラムを提案し、その有効性を検証しようとした。本研究では、課題 1 で明らかにされた全身反応時間が良い者の特徴を参考にして介入実験を行うとした。30 分以内の全身反応時間を改善させる運動プログラム、複数の日にちに亘って反応時間を改善することをねらった単元計画・学習指導案を作成し、体育授業のシミュレーションを行うことでその有効性を検証しようとした。

4. 研究成果

[課題 1]

図 3 は、疾走開始動作時における地面反力データの典型例を示す。多くの被験者は、後ろ足から先に地面から離地し、その後、前足で地面を強くキックする動作を行っていた。全身反応時間は、年齢の増加とともに変化する傾向にあり、その全身反応時間が発生するまでの前筋運動時間や電気力学的遅延においても、発育の影響を受けていることが明らかとなった。

[課題 2]

5~22 歳までの子ども合計 225 名を被験者とし、年齢毎、性別毎で、疾走開始動作における全身反応時間の標準値を明らかにした。これによって、年齢毎、性別毎で、身に付けるべき疾走開始動作における全身反応時間のミニマムを示すことができた。

[課題 3]

iOS 版の全身反応時間を測定・評価システムを開発した(図 4)。このシステムでは、事前に入力した年齢、身長、性別といった個人情報から、個人にとって標準的な全身反応時間を割り出し、その標準値に対する技能の達成度を評価するものであった。スタート合図の発現や反応判定時に使用する加速度データの測定は、スマートウォッチを用いた。

[課題 4]

課題 3. で開発したスマートウォッチアプリケーションを用いて、全身反応時間を短くし、且つ、その変動係数を低下させる単元計画・運動プログラムを提案し、その有効性を検証しようとした。しかし、研究課題中に、世界的に流行した新型コロナウイルス感染拡大予防の観点から、介入実験をすることが困難な状況となり、現在もそれが実現できていない状況にある。新型コロナウイルス感染拡大が収まった時期を見計らい、30 分以内の全身反応時間を改善させる運動プログラム、複数の日にちに亘って反応時間を改善することをねらった単元計画・学習指導案を作成し、体育授業のシミュレーションを行い、その有効性を検証する予定である。

本研究は、発育バイオメカニクス分野と体育科教育学分野の両方の発展に貢献する複合学術分野である。発育バイオメカニクスの観点で全身反応時間の基準値を定め、それに基づいたバイオフィールドバックする試みは稀有であり、国内外を問わず当該分野においてインパクトが強いと考える。

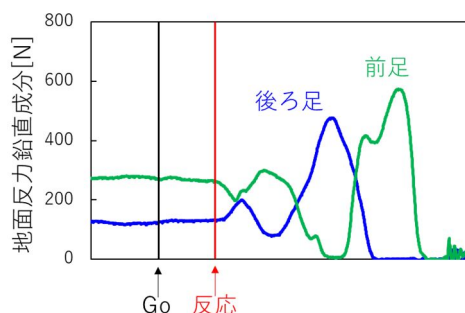


図 3. 疾走開始時の地面反力の典型例



図 4. スマートウォッチを用いた測定システム

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 大塚光雄, 伊坂忠夫, 長野明紀, 栗原俊之, 大友智	4. 巻 32
2. 論文標題 定性的・定量的評価が可能な新しいタブレット端末用アプリケーションを活用した学習効果; ハードル走に目して	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 トレーニング科学	6. 最初と最後の頁 19-31
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 大塚光雄, 栗原俊之, 伊坂忠夫	4. 巻
2. 論文標題 短距離走のスタートにおける反応時間に影響を与える因子	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 バイオメカニクス研究	6. 最初と最後の頁
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 無
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1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Otsuka M., Kurihara T., Isaka T.
2. 発表標題 Bilateral deficit of spring-like behaviour during hopping in sprinters
3. 学会等名 ISB/ASB 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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