

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：14201

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2022～2023

課題番号：22K21206

研究課題名（和文）瞬発的運動能力の向上を目的としたRFDによる下肢伸展力のアセスメント法

研究課題名（英文）Assessment method for lower limb extension force using rate of force development aimed at improving explosive athletic performance

研究代表者

図子 浩太佑（Zushi, Kodayu）

滋賀大学・経済学部・特任講師

研究者番号：30963798

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：これまで申請者は、下肢伸展におけるRFDをリアルタイムで算出する機器を開発するとともに、力発揮時間を加味した新しいRFDを提示してきた。しかし、このRFDと多くのスポーツの基礎となる走、跳などの瞬発的な運動能力との関係については明らかにされていない。そこで本研究は、瞬発的な運動能力との関係を考慮したRFDの評価法の開発を目的とした。様々な競技種目のアスリートを対象にRFDと走、跳能力を測定し、瞬発的運動能力とRFDとの関係を横断的、縦断的な観点から明らかにした。本研究によって、様々な瞬発的運動能力の向上を目指した下肢伸展力の評価と数値目標の提示が可能になる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国内外の研究動向として、基礎研究の分野で取り扱われてきた力の立ち上がり率（RFD）に関する知見が、トレーニングや運動の実践現場でも適用できる可能性を示すことができた。さらに、これまで非常に厳密に測定されてきたRFDを、簡易的に測定方法や評価指標を用いて定量化した場合でも、力発揮能力や運動能力を向上させるために有益な情報として利用できることを示した。よって、研究領域で日々蓄積されているRFDに関する知見を速やかにトレーニングや運動の実践現場に還元するための足掛かりとなることが考えられる。

研究成果の概要（英文）：The applicant has developed a device that calculates rate of force development (RFD) in lower limb extension in real time and has proposed a new RFD that takes into account the time of force exertion. However, the relationship between this RFD and explosive athletic performance in activities such as running and jumping, which form the basis of many sports, has not been clarified. However, the relationship between this RFD and explosive athletic performance in activities such as sprint running and jumping, which form the basis of many sports, has not been clarified. We measured RFD and various athletic performances abilities in athletes from various sports, and clarified the relationship between explosive athletic performance and RFD from both cross-sectional and longitudinal perspectives. This study will allow for the evaluation of lower extremity extensor muscle strength and provide numerical objectives for the improvement of various explosive athletic performance.

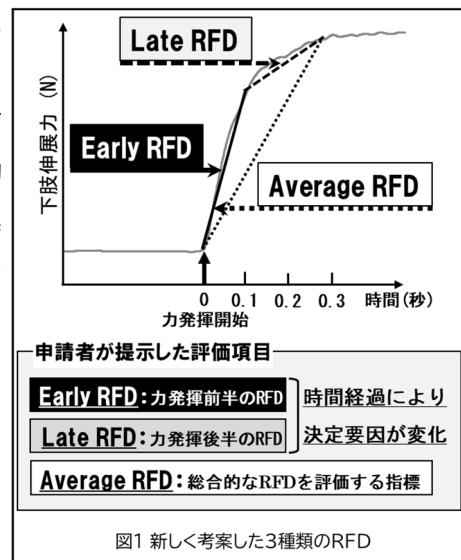
研究分野：スポーツ科学

キーワード：測定評価 トレーニング 下肢筋力 瞬発的な運動能力

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

走、跳躍能力などの瞬発的運動能力は、瞬発的に発揮する下肢伸展力により決定付けられる (Stone et al., 2002)。このような瞬発的な下肢伸展力は、RFD を指標として評価されることに加えて、RFD は、力発揮時間を考慮しない最大筋力と区別して評価する必要がある。しかし、これまで RFD の算出には多くの時間と専門的知識が必要なため即時フィードバックは不可能であった。このことに対して、申請者の研究グループは誰でも簡単に RFD を測定できる装置を開発した。これまで、RFD の決定要因は、力発揮後、力が増加していく中で時々刻々と変化すること (Folland et al., 2014) が明らかにされているが、既存の RFD 指標では、RFD を算出する局面が異なると RFD の性質が変化することを考慮していなかった。そこで、申請者は RFD を力発揮開始から経過した時間によって 3 つに分類した新しい RFD 指標 (図 1: Early、Late、Average) を作成し、陸上競技の記録向上との対応関係や新しい RFD におけるスポーツ種目特性を明らかにした (図子ほか, 2020; 2022)。このように申請者は、RFD をリアルタイムで算出できる機器と力発揮時間を加味した RFD 指標による新しい瞬発的下肢伸展力の評価法の開発を進めてきた。一方、瞬発的運動能力の中でも走や跳などによって力発揮時間が異なることから、これらの運動に影響する下肢伸展力の性質が異なると考えられる。そのため、力発揮時間を加味した RFD と瞬発的運動能力との関係やその変化を明らかにすることで、様々な運動の力発揮時間を考慮した評価観点を提示でき、トレーニングの評価指標として RFD を活用できると考えられる。



### 2. 研究の目的

本研究の目的は、力発揮時間を考慮した新しい RFD 指標を用いて瞬発的運動能力の向上を目的とした下肢伸展力の評価観点と、改善点を提示するための目標値を作成することである。

### 3. 研究の方法

課題 1 に関して、バレーボール競技者とサッカー競技者のデータ (n = 59) を収集した。そのデータを申請者がすでに入手していた 230 名のデータに加えて各種 RFD (Early RFD、Late RFD、Average RFD) および最大筋力を測定した。これらの下肢伸展力の測定項目を独立変数と垂直跳の跳躍高、リバウンドジャンプの跳躍高、接地時間、リバウンドジャンプ指数 (RJ-index) を従属変数とした重回帰分析によって下肢伸展力の各指標が跳躍運動の測定項目に与える影響を検討した。走、方向転換能力には、サッカー選手 14 名を対象に 50m と 30mno のスプリント走テストと連続で 90 度の方向転換と 5m 走を 4 回繰り返す Zig Zag agility テスト、5m 走った後にオープンステップを用いた方向転換を 1 度行う方向転換走テスト (方向転換角度 90 度条件、135 度条件) を実施し、走、方向転換能力と各種 RFD および最大筋力との関係について検討した。課題 2 では、バレー選手 8 名を対象に Early RFD、最大筋力、垂直跳およびリバウンドジャンプの測定を隔週で 2 か月間実施し、各測定項目の縦断的な変化の対応関係を検討した。

#### 4. 研究成果

下肢伸展力と跳躍能力との関係について、重回帰分析の結果、下肢伸展力の指標から跳躍能力の予測に役立つ有意な回帰式が得られた ( $p < 0.01$ )。また、最大筋力と3種類のRFDの寄与率は垂直跳の跳躍高において23%、リバウンドジャンプの跳躍高において21%、RJ-indexにおいて27%、接地時間において10%であった。各回帰式の標準化係数に注目すると、垂直跳の跳躍高に対してEarly RFDが最も大きな影響を与えていることが示された。一方で、リバウンドジャンプの跳躍高とRJ-indexに対しては最大筋力の影響も大きくなることに加えて、接地時間に対しては、最大筋力が最も大きな影響を与えていることが示唆された。次に、下肢伸展力と走、方向転換能力との関係について、Early RFDと50m走の所要時間との間にそれぞれ有意な負の相関関係が認められ ( $r = -0.60, p < 0.01$ )、Early RFDと30m走の所要時間との間の相関係数においても中程度の値 ( $r = -0.45$ ) を示し、Early RFDが走能力に関係していることが示唆された。方向転換能力に関して、Zig Zag agility テストの所要時間はLate RFDおよび最大筋力との間にそれぞれ中程度の負の相関関係が認められた ( $-0.3 \leq r < -0.5$ )。しかし、方向転換走テストの所要時間とRFDおよび最大筋力の相関関係は弱いこと ( $0 \leq r < -0.3$ ) に加えて、方向転換角度が大きいほどRFDとの関係は弱くなったことから、技術的要因が多い課題の場合、方向転換能力とRFDとの関係は弱くなる可能性が考えられる。これらのことから、方向転換時の加減速能力に対しては、最大筋力とLate RFDが影響する可能性が示唆された。課題2では、トレーニング介入を行わない場合、Early RFD、垂直跳とリバウンドジャンプの跳躍高の有意な向上は認められなかったが、最大筋力、リバウンドジャンプの接地時間、RJ-indexは有意に改善することが明らかとなった。また、Early RFDと2種類のジャンプテストにおける跳躍高の変化率の間に有意な交互作用は認められず、これらの変化率は類似傾向にあることが示唆された(図1- )。さらに、リバウンドジャンプの跳躍高の変化率が垂直跳の跳躍高よりもEarly RFDの変化率と対応している傾向が示された(図1- )。これらのことから、専門技術や戦術トレーニングにおいてEarly RFDは副次的に改善されにくいいため専門的なトレーニングを実施する必要があること、Early RFDは跳躍高の獲得能力の増減と対応しているため、瞬発的な運動能力に関する力発揮能力の指標として利用できる可能性が示された。

#### <引用文献>

Folland, J. P., Buckthorpe, M. W., & Hannah, R. (2014) Human capacity for explosive force production: neural and contractile determinants. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(6), 894–906.

Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M. & Sanders, R. (2002). How much strength is necessary? *Physical Therapy in Sports* 3: 88–96.

図子浩太佑・苅山 靖・等尺性下肢伸展力の立ち上がり率からみた爆発的な力発揮能力の競技特性. *体育学研究*, 67: 91-102.

図子浩太佑・苅山靖・尾懸貢 (2020) 陸上競技跳躍競技者における下肢伸展の力の立ち上がり率と競技力の縦断的变化. *体力科学*, 69: 383-392.

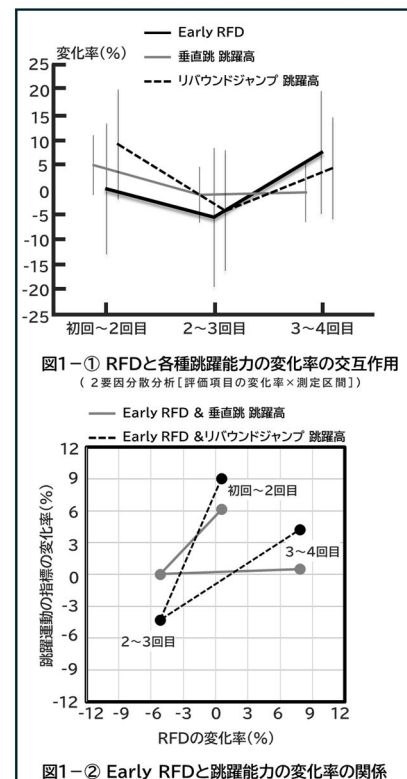


図1-① RFDと各種跳躍能力の変化率の交互作用  
(2要因分散分析 [評価項目の変化率×測定区間])

図1-② Early RFDと跳躍能力の変化率の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1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 Kodayu Zushi , Yasushi Kariyama , Ryu Nagahara , Takuya Yoshida , Amane Zushi , Keigo Ohyama-Byun , Mitsugi Ogata	4. 巻 19
2. 論文標題 Association of multi-phase rates of force development during an isometric leg press with vertical jump performances	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0292428
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0292428	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 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 関子浩太佑
2. 発表標題 下肢伸展力の立ち上がり率とジャンプテストの縦断的变化の対応関係
3. 学会等名 日本コーチング学会第35回大会・日本体育・スポーツ・健康学会体育方法専門領域研究会第17回大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 関子浩太佑、関子あまね
2. 発表標題 等尺性下肢伸展力の立ち上がり率とスプリントおよび方向転換能力との関係
3. 学会等名 第73回日本体育・スポーツ・健康学会大会
4. 発表年 2023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
---------	---------