

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：24405

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K19837

研究課題名（和文）着地衝撃に関与する新たな神経筋機能の探索

研究課題名（英文）A study on the ability to produce force related to impact loading at landing

研究代表者

杉山 恭二（Sugiyama, Kyoji）

大阪公立大学・大学院リハビリテーション学研究科 ・講師

研究者番号：70774610

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：スポーツ損傷の受傷機転に多い着地動作に着目し、適切なタイミングで瞬発的な力を発揮する能力と、着地能力との関係を調査した。カウントダウン課題で膝伸展のrate of force developmentが増加した対象者は、着地時の荷重率が低かった。この結果は、適切なタイミングで瞬発的な力を発揮する能力が、着地時の着地衝撃を吸収する能力に関連していたことを示唆している。適切なタイミングで瞬発的な力を発揮する能力は着地衝撃の大きさの決定要因の1つである可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スポーツ傷害が着地衝撃の大きさと強く関係していることを考えると、適切なタイミングで瞬発的な力を発揮する能力は、スポーツ傷害を予防するために非常に重要である。適切なタイミングで瞬発的な力を発揮する能力にさらに重点を置くことが、スポーツ傷害の発生率を減らすのに役立つ可能性があるため、傷害予防プログラムを開発する際に本研究の結果が役立つことが社会的意義と考えている。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to examine whether the ability to produce explosive force at the right timing is related to the ability to land from a jump. The present results demonstrated that participants with increased RFD in the countdown task had a lower loading rate at landing. In other words, the ability to produce explosive force at the right time was related to the ability to absorb the impact loading at landing from a jump. Considering that sports injuries are strongly associated with the magnitude of the loading rate during landing, the ability to produce explosive force at the right time is crucial to preventing sports injuries. Based on our findings, an increased focus on the ability to produce explosive force at the right time may help reduce the incidence of sports injuries. These results may be helpful when developing an injury prevention program.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：ジャンプ着地 タイミング RFD

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ジャンプは、多くの異なるスポーツ活動において重要な運動課題である。しかし、ジャンプから着地する際の着地衝撃は、スポーツ損傷の誘因となることが多いと報告されている。着地衝撃は、最大床反力垂直成分または最大床反力垂直成分を到達時間で除した荷重率によって評価される。近年では、着地衝撃の指標として、最大床反力垂直成分よりも荷重率がより重要な指標として注目されている。スポーツ損傷を減少させるためには、荷重率に関連する身体機能を特定する必要がある。しかし、その身体運動機能は明らかになっていない。

荷重率は、力と時間によって定義されるため、力を発揮する能力とタイミングを調整する能力が、重要な決定要因であると考えた。着地時に力を発揮する能力に関しては、最大筋力よりも瞬発力が重要である。その理由は、着地時に最大床反力に達するまでの時間は 200 ms 以内であるのに対して、最大収縮で筋力がピークに達するまでの時間は 400 ms 以上と報告されているからである。その瞬発力は、rate of force development (以下、RFD) によって評価される。RFD は、収縮開始から 50ms やそれ以上の時間 (例: 100ms, 200ms など) までの等尺性収縮トルク-時間曲線の勾配によって算出される。これらのうち、50ms 時点での RFD はジャンプのパフォーマンスの重要な決定因子である。

タイミングを調整する能力は、体の動きを環境に適応させることが求められるパフォーマンスにとって非常に重要である。この能力は、スポーツスキル、子供の発達、脳性麻痺の運動能力などの広い分野で研究されている。

着地時に衝撃を吸収するためには、足が接触する適切なタイミングを予測して下肢の動きを開始することが重要である。タイミングを調整する能力は、刺激の到着と応答の時間差によって評価され、スポーツ選手は、スポーツをしない人よりもタイミングを調整する能力が優れている。

これらの考えに基づくと、着地衝撃の吸収には、適切なタイミングで瞬発力を発揮する能力が必要であると考えた。また、「3・2・1」といったカウントダウンは、タイミングを調整する能力の非常に一般的な評価方法である。そこで、カウントダウン合図を用いて RFD を測定する新しい評価方法を提案し、これをカウントダウン RFD と定義した。カウントダウン RFD を用いることで、適切なタイミングで瞬発力を発揮することができる人が、着地時の荷重率が低いかどうかを検討することができると考えた。

2. 研究の目的

この研究の目的は、カウントダウン RFD が高い人ほど着地の荷重率が低いかどうか、およびカウントダウン RFD が低い人ほど着地の荷重率が高いかどうかを検討することとした。

3. 研究の方法

対象者は、健常成人男性 29 人とした。適切なタイミングで瞬発力を発揮する能力を評価するために、標準的な開始合図での RFD とカウントダウン合図での RFD の間の変化率を算出し、timing effect index と定義した。さらに、高さ 20cm の台から 30cm 前方に片脚で床反力計上に着地し (図 1)、最大床反力垂直成分、最大床反力到達時間、荷重率を計測した。

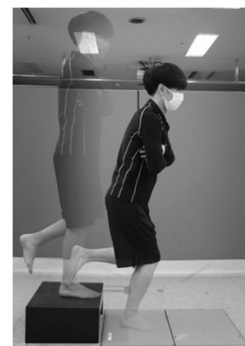


図 1. 片脚ドロップジャンプ着地

4. 研究成果

timing effect index に基づいて対象者を Positive 群 (カウントダウン合図で RFD が増加した対象者, $n = 11$) と Negative 群 (カウントダウン合図で RFD が減少した対象者, $n = 18$) の 2 群に分けた。荷重率は, Positive 群 (34.7 ± 7.1 BW/s) が, Negative 群 (47.4 ± 11.2 BW/s) よりも有意に低かった(図 2)。つまり, カウントダウン合図で RFD が増加した対象者は, 着地時の荷重率が低かった。本研究の結果は, 適切なタイミングで瞬発力を発揮する能力が着地衝撃の大きさの決定要因の 1 つである可能性が示唆された。

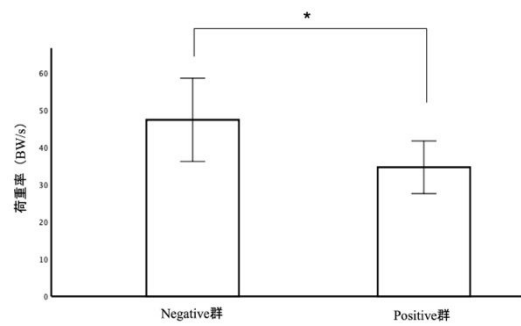


図 2. 片脚ドロップジャンプ着地時の荷重率の 2 群間の比較

本研究では, カウントダウン課題で瞬発的な筋力が向上した対象者は, 着地時の荷重率が低いことを明らかにした。つまり, 適切なタイミングで瞬発的な力を発揮する能力は, 着地衝撃を吸収する能力と関連していたと考える。スポーツ損傷は着地時の荷重率の大きさと強く関連していることから, 適切なタイミングで瞬発的な力を発揮する能力は, スポーツ損傷を防ぐために重要である可能性が示唆された。これらの研究結果から, 適切なタイミングで瞬発的な力を発揮する能力に着目することは, スポーツ損傷の発生率を減らすのに役立つ可能性があるため, スポーツ損傷予防プログラムを開発する際に役立つことが考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Sugiyama K., Fuchioka S., Kimura Y., Iwata A., Nakata K., Mae T.	4. 巻 -
2. 論文標題 The ability to produce a timely explosive force may affect landing rate at landing	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Sport Sciences for Health	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） 10.1007/s11332-023-01044-0	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 小柳磨毅、杉山恭二	4. 巻 56
2. 論文標題 スポーツ外傷・障害の予防 前十字靭帯損傷	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 理学療法ジャーナル	6. 最初と最後の頁 97-99
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 -
1. 著者名 Takata Yuichi, Sugimoto Mituru, Iwamoto Koji, Kitsunai Isamu, Sugiyama Kyoji, Kimura Kazushi	4. 巻 12
2. 論文標題 Medial Longitudinal Arch Pad Influences Landing Control of the Lower Limbs during Single-Leg Jump-Landing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Health	6. 最初と最後の頁 1610～1619
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4236/health.2020.1212117	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 杉山恭二、木村佳記、淵岡聡、前達雄、中田研	4. 巻 24
2. 論文標題 着地衝撃に関与する膝伸筋機能の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 スポーツ傷害（J. sports Injury）	6. 最初と最後の頁 4-6
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 木村佳記、小笠原一生、杉山恭二、中田研	4. 巻 36(5)
2. 論文標題 片脚ドロップジャンプ着地テストによる動的バランス評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床スポーツ医学	6. 最初と最後の頁 492-497
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2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 杉山恭二、木村佳記、淵岡聡、多田周平、山田大智、辻井聡、佐藤世羅、中田研、前達雄
2. 発表標題 ACL再建術後の側方片脚ドロップジャンプ着地における衝撃緩衝能力の変化
3. 学会等名 第26回スポーツ傷害フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉山恭二、木村佳記、淵岡聡、岩田晃、中田研、前達雄
2. 発表標題 一定リズム下に行うことによる瞬発筋力の破棄能力改善と着地衝撃の関連
3. 学会等名 第30回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 杉山恭二、佐藤睦美、小柳 磨毅 (編)、山下 協子 (編)、大西 秀明 (編)、境 隆弘 (編)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 金原出版	5. 総ページ数 600
3. 書名 PT・OTのための運動学テキスト 第1版補訂版	

1. 著者名 杉山恭二、木村佳記、多田周平、小柳 磨毅 (編集), 境 隆弘 (編集), 三谷 保弘 (編集), 松尾 高行 (編集)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 三輪書店	5. 総ページ数 272
3. 書名 明解 スポーツ理学療法-図と動画で学ぶ基礎と実践	

〔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
---------	---------