

令和 2 年 7 月 2 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01698

研究課題名（和文）ドロップジャンプにおける体幹安定性の力学的検討およびトレーニング効果

研究課題名（英文）A study on the mechanics of trunk stability in drop jumping and training effects

研究代表者

山田 哲（Yamada, Tetsu）

金沢大学・学校教育系・准教授

研究者番号：00511784

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：ドロップジャンプ中の体幹の挙動を測定し、パフォーマンスへの影響を明らかにすること、および、体幹のトレーニングによるドロップジャンプ中の体幹の挙動への影響について明らかにすることを目的として研究を行った。

成人男性に30cmから60cm高の台からドロップジャンプを行わせた結果、踏切中の体幹の長さは台高による差は見られなかった。ドロップジャンプ中の体幹の挙動と地面反力の関係では、ピーク値は台高が高くなるにつれて有意に増加し、接地時間、跳躍時間、DJ Indexでは有意な増加は見られなかった。また、体幹のトレーニングによるドロップジャンプ中の地面反力および体幹の長さの変化は見られなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ドロップジャンプは力を受ける方向と体幹の長軸の方向が一致した運動であるため、体幹を安定させる負荷が比較的小さいと考えられる。体幹の安定性とパフォーマンスや地面反力の間に有意な関係が見られず、体幹のトレーニングによる変化も見られなかった。このことは、体幹の長軸の方向を力の方向に合わせることで、体幹の安定性によるパフォーマンスへの影響を小さくすることができることを示唆している。しかしながら、多くの運動では体幹の長軸と力の方向は一致しないので、そういった長軸と力の方向が一致しない運動についても分析していく必要が考えられる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to investigate the effect of the behavior of the trunk and the effect of trunk training during drop jumps.

Ten adult male were asked to perform a drop jump from 30 to 60 cm high platform. There was no difference in trunk length depending on the height of the platform. In the relationship between trunk behavior and ground reaction force during drop jump, the peak value of ground reaction force increases with the height of the platform. There was no significant increase in grounding time, jumping time, and DJ Index with the height of the platform. There was no change in ground reaction force or trunk length during the drop jump due to trunk training.

研究分野：スポーツ バイオメカニクス

キーワード：ドロップジャンプ 体幹 跳躍高 地面反力

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

跳躍運動のドロップジャンプやリバウンドジャンプといった繰り返し動作は、跳躍種目だけでなく多くのスポーツ動作において用いられる運動である。これまで多くの研究(例えば Bobbert et al. 1987, 関子と高松 1995 など)がなされているが、研究の多くは、下肢の動作や跳躍高や跳躍高を接地時間で除した指標を用いた全体としてのパフォーマンスに注目している。一方で、跳躍運動は、下肢による力発揮や力学的仕事量だけでなく、体幹による影響が見られることも指摘されている。垂直跳びにおいては、体幹(特に腰部)の伸展による力学的仕事も貢献することが、実験やシミュレーションによって明らかにされている(Blache and Monteil 2015)、また、ドロップジャンプやリバウンドジャンプにおいても体幹の安定性がパフォーマンスに影響することを即時的なエクササイズや腹腔内圧を調査することによって明らかにされている(河端ら 2008, 橋本ら 2011)。垂直跳びにおいては、体幹の伸展が跳躍高に貢献することが明らかとなっているが、ドロップジャンプやリバウンドジャンプのような体幹の伸展がほとんど行われない運動においては、体幹の伸展による跳躍への貢献は小さい可能性についても指摘されている。また、ドロップジャンプやリバウンドジャンプにおける体幹の安定性を研究した文献では、体幹の安定性(固定)が重要であることを示唆しており、垂直跳びとは異なる形で体幹がパフォーマンス(跳躍高、接地時間、DJ Index など)に影響することが推察される。

ドロップジャンプやリバウンドジャンプにおいては、体幹の安定性がパフォーマンスに影響することが示唆されているが(河端ら 2008, 橋本ら 2011)、実際に体幹の挙動を測定した訳ではなく、筋活動、腹腔内圧、パフォーマンスなどから間接的に体幹の安定性について言及したものである。しかしながら、実際にドロップジャンプやリバウンドジャンプ中に体幹がどのような挙動をしているのかは、検討されていない。

多くのトレーニングの現場において、それぞれの種目でのパフォーマンスを向上させることを目的として、コアトレーニングやスタビライゼーションエクササイズなどと呼ばれるトレーニングが数多く行われている。これらのトレーニングは、必ずしも跳躍運動の改善を目指したものではないが、跳躍時の体幹の安定性にも貢献すると考えられる。このようにトレーニングの現場においても体幹の重要性は認識されているが、実際のトレーニングによって跳躍運動における体幹の挙動がどのように変化したのか検討した研究は見られない。

以上のことから、ドロップジャンプやリバウンドジャンプ中の体幹の挙動を測定する必要性が考えられ、負荷やトレーニングによる影響について検討する必要があると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、ドロップジャンプ中の体幹の挙動を測定し、パフォーマンスへの影響を明らかにすること、および、体幹のトレーニングによるドロップジャンプ中の体幹の挙動やパフォーマンスへの影響についても明らかにすることである。

### 3. 研究の方法

本研究では、ドロップジャンプ中の体幹の挙動を明らかにする。ドロップジャンプ中の体幹の挙動と地面反力の関係を明らかにする。体幹のトレーニングによるドロップジャンプのパフォーマンスの変化と体幹の安定性について明らかにすることの3つの課題を設定した。

(1)ドロップジャンプ中の体幹の挙動を明らかにするため、成人男性12名を被験者として、30cm、40cm、50cm、60cm高の台から、手を腰に置いた状態でドロップジャンプを行わせた。全身の動作および体幹の挙動を分析するため、左半身14点および脊椎と骨盤に12点の計26点の反射マーカを貼付し、左側方3方向および背面2方向からビデオカメラ(sampling rate: 120Hz, shutter speed 1/1000s)で撮影した。地面反力計は、踏切地点に設置し、データはADコンバータを用いて1000Hzでコンピュータに取り込んだ。

(2)ドロップジャンプ中の体幹の挙動と地面反力の関係を明らかにするため、前項の実験で収集した地面反力について分析を行った。

(3)体幹のトレーニングによるドロップジャンプのパフォーマンスの変化と体幹の安定性について明らかにするため、成人男性10名に4ヶ月間週5回、1回あたり20分程度の体幹トレーニングを行わせ、体幹トレーニング期間の前後に30cm、40cm、50cm、60cm高の台から、手を腰に置いた状態でドロップジャンプ及びコントロールとしての垂直跳びを行わせた。実験の設定等は、(1)での実験と同様に行った。

### 4. 研究成果

(1)ドロップジャンプ中の体幹の挙動を明らかにするため成人男性に30cm、40cm、50cm、60cm高の台から、手を腰に置いた状態でドロップジャンプを行わせた結果、踏切中の体幹の長さ(胸骨上縁とC7の midpoint から大転子までの距離)は、それぞれ $0.57 \pm 0.03\text{m}$ 、 $0.57 \pm 0.03\text{m}$ 、 $0.56 \pm 0.03\text{m}$ 、 $0.57 \pm 0.03\text{m}$ と差が見られなかった。体幹上部(胸骨上縁とC7の midpoint から肋骨下端までの距離)は、それぞれ $0.35 \pm 0.02\text{m}$ 、 $0.35 \pm 0.02\text{m}$ 、 $0.35 \pm 0.02\text{m}$ 、 $0.35 \pm 0.03\text{m}$ と差が見られなかった。体幹下部(肋骨下端から大転子までの距離)は、それぞれ $0.20 \pm 0.01\text{m}$ 、 $0.20 \pm 0.01\text{m}$ 、 $0.20 \pm 0.01\text{m}$ 、 $0.19 \pm 0.01\text{m}$ と差が見られなかった。ドロップジャンプ中の体幹の短縮は、 $0.01 \pm 0.00\text{m}$ 程度であった。

(2)ドロップジャンプ中の体幹の挙動と地面反力の関係を明らかにするために成人男性に30cm、

40cm, 50cm, 60cm 高の台から, 手を腰に置いた状態でドロップジャンプを行わせて地面反力を測定した結果, ピーク値は, それぞれ  $3046 \pm 869\text{N}$ ,  $3580 \pm 755\text{N}$ ,  $4214 \pm 690\text{N}$ ,  $4361 \pm 1170\text{N}$  と台高が高くなるにつれて有意に増加した (Figure 1). 一方, 接地時間 (それぞれ  $0.20 \pm 0.03\text{s}$ ,  $0.20 \pm 0.03\text{s}$ ,  $0.20 \pm 0.03\text{s}$ ,  $0.22 \pm 0.03\text{s}$ ), 跳躍時間 (それぞれ  $0.39 \pm 0.06\text{s}$ ,  $0.39 \pm 0.06\text{s}$ ,  $0.42 \pm 0.05\text{s}$ ,  $0.40 \pm 0.06\text{s}$ ), DJ Index (それぞれ  $0.92 \pm 0.27$ ,  $0.96 \pm 0.25$ ,  $1.10 \pm 0.30$ ,  $0.94 \pm 0.22$ ) では有意な増加は見られなかった. 地面反力のピーク値は, 台高が高くなるにつれて大きくなったが, 50cm と 60cm 高の台の間には有意差が見られず, 60cm の台高で地面反力のピーク値の標準偏差が大きくなった. このことは, ドロップジャンプ中に発揮できる地面反力の最大値がこのあたりの高さにあると考えられ, 実施に耐えうる被験者とそうでない被験者の間に相違が生じたことが窺える.

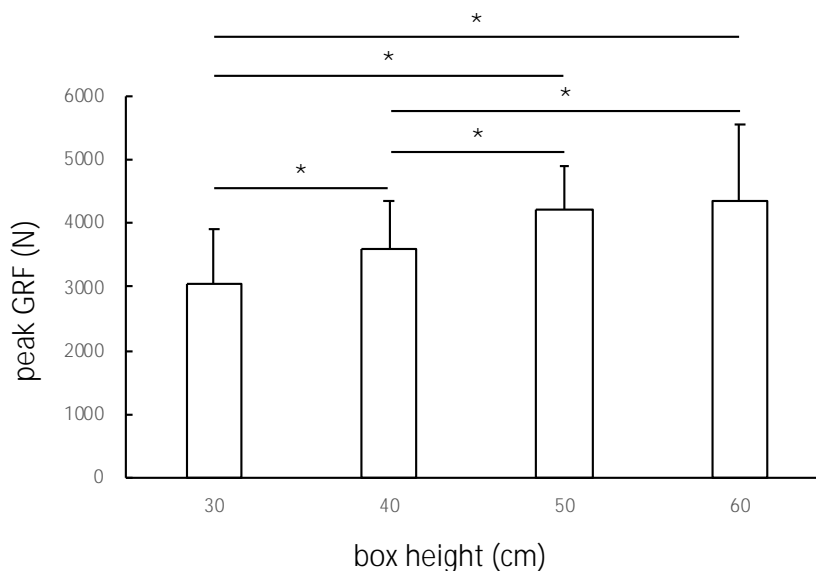


Figure 1. ドロップジャンプ中の地面反力のピーク値. 図中の\*は,  $p < 0.05$  を示す.

ドロップジャンプ中の体幹, 上脛, 下脛の最小距離は, 台高に関わり無くほぼ一定であった (Figure 2). ドロップジャンプ中に体幹の長さは  $13 \pm 6\text{mm}$  程度しか短縮しないため, 台高や地面反力の大きさの影響による差は小さかったと考えられる.

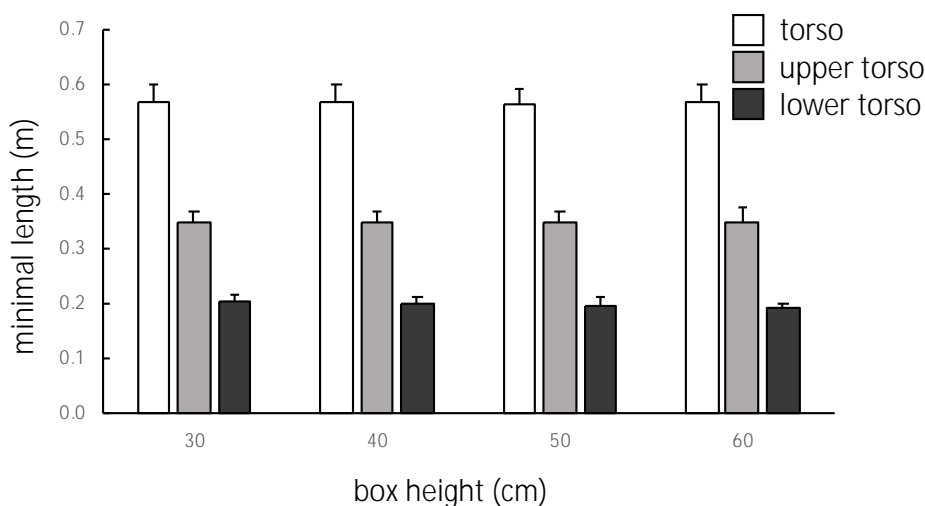


Figure 2. ドロップジャンプ中の体幹, 上脛, 下脛の最小距離.

(3) 体幹のトレーニングによるドロップジャンプのパフォーマンスの変化と体幹の安定性について明らかにするため, 成人男性 10 名に 4 ヶ月間週 5 回, 1 回あたり 20 分程度の体幹トレーニングを行わせ, 体幹トレーニング期間の前後に 30cm, 40cm, 50cm, 60cm 高の台から, 手を腰に置いた状態でドロップジャンプ及びコントロールとしての垂直跳びを行わせた結果, 地面反力は, 体幹のトレーニング前後での変化は見られなかった (Figure 3). 同様に接地時間, 跳躍時間, DJ Index にも変化が見られなかった.

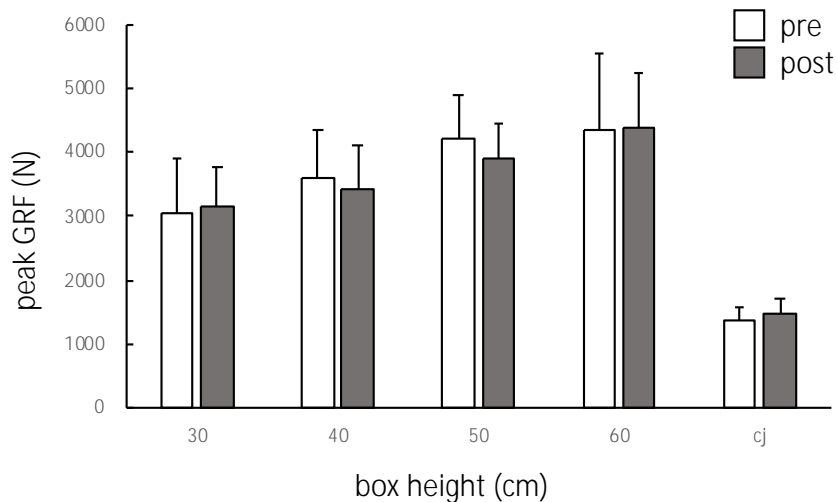


Figure 3. 体幹トレーニング前後でのドロップジャンプ及び垂直跳び中の地面反力のピーク値。

また、体幹のトレーニング前後でのドロップジャンプ中の体幹の最小距離もほぼ同一であった (Figure 4)。ドロップジャンプ中の体幹の最小距離は多少大きくなっているようにも見えるが、その変化は小さかった。ドロップジャンプのパフォーマンスは、一過性のトレーニングによ

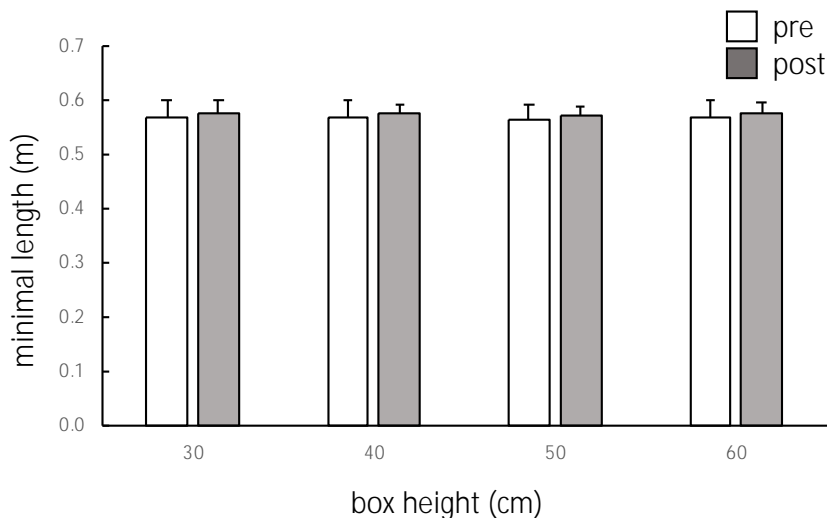


Figure 4. 体幹トレーニング前後でのドロップジャンプ中の体幹の最小距離。

っても影響を受けることが示されているように(橋本ら 2011),実施の仕方によってパフォーマンスが変化することが考えられる。体幹のトレーニングの影響が実施の仕方などよりも小さかったことが考えられる。また、ドロップジャンプは体幹をほぼ垂直にした姿勢での運動であるため、体幹を固定するために必要な筋力があまり小さくなくても実施できる課題であった可能性も示唆される。本研究では、ドロップジャンプ中に手を腰に固定することを課題としていたが、このことも体幹の固定を補助していた可能性があるため、体幹のトレーニングの効果を表出し辛くさせたことも考えられる。

これらのことから、今後は、より小さな変化を検出できるようにするために、体幹の変化のより大きい課題での検討をする必要があると考えられる。

#### <参考文献>

- Blache Y., Monteil K.(2015):Effects of spine flexion and erector spinae maximal force on vertical squat jump height: a computational simulation study. Sports Biomechanics, 14, pp.81-94.
- Bobbert M.F., Huijing P.A., van Ingen Schenau G.J.(1987):Drop jumping. II. The

influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. Med. Sci. Sports Exerc., 19, pp.339-346.

河端将司, 加賀谷善教, 島典広, 西園秀嗣(2008):ドロップジャンプ動作中における体幹の筋活動および腹腔内圧の変化.体力科学, 57, pp.225-234.

橋本輝, 前大純朗, 山本正嘉(2011):一過性の体幹スタビライゼーションエクササイズが垂直跳び, ドロップジャンプ, リバウンドジャンプのパフォーマンスに及ぼす効果.スポーツパフォーマンス研究, 3, pp.71-80.

関子浩二, 高松薫(1995):リバウンドドロップジャンプにおける踏切時間を短縮する要因:下肢の各関節の仕事と着地に対する予測に着目して.体育学研究, 40, pp.29-39.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山田哲
2. 発表標題 ドロップジャンプにおける体幹の動作
3. 学会等名 日本体育学会 第70回大会
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
--	---------------------------	-----------------------	----