

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K20035

研究課題名(和文)脳内情報を活用したプライオメトリックトレーニング法の開発

研究課題名(英文)Development of a plyometric training method using information in the brain

研究代表者

吉田 拓矢(Yoshida, Takuya)

筑波大学・体育系・特任助教

研究者番号：50821716

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ドロップジャンプにおける運動を開始する前のプレセット局面中の脳内状態とパフォーマンスおよび下肢関節の力発揮特性との関係性について明らかにした。その結果、パフォーマンスを評価する指標(DJ-index)や、プレセット局面中の脳内状態を評価する指標(SICI)および踏切局面中の足関節トルクにおいて、0.9mが0.6mと比較して低下した。一方、DJ-indexおよびSICIにおいて、選手別の傾向を検討したところ、台高の上昇に伴い増大する選手や低下した選手が存在したが、増大した選手は台高の上昇に伴い下肢3関節の力発揮を高めていた特徴が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでドロップジャンプに関する研究では、踏切局面中の生理学および力学的特性を示した研究がほとんどであるが、本研究では、プレセットという踏切よりもさらに前の局面に着目し、パフォーマンス変数や踏切局面中の下肢関節の力発揮特性を示した。また、本研究の研究成果により、プレセット局面中の脳内状態がドロップジャンプのパフォーマンス変数や踏切局面中の下肢関節の力発揮に影響する可能性が示唆された。したがって、プライオメトリックトレーニングを行う際、プレセット局面に注目して実施することで、合目的的にトレーニングを実施できることに繋がる可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：In this study, the relationship between the brain condition during the pre-set phase before the start of the exercise in drop jump and the performance and the force exertion characteristics of the lower limb joints during the take-off phase was clarified. The results showed that 0.9m was lower than 0.6m in DJ performance, SICI during pre-set phase, and ankle torque during take-off phase. On the other hand, the trend of DJ performance and SICI by each athlete was examined. Some athletes increased and some decreased with the increase of the drop height, but those who increased showed the characteristic of increasing the exertion of the three joints of the lower limbs with the increase of the drop height.

研究分野：トレーニング科学

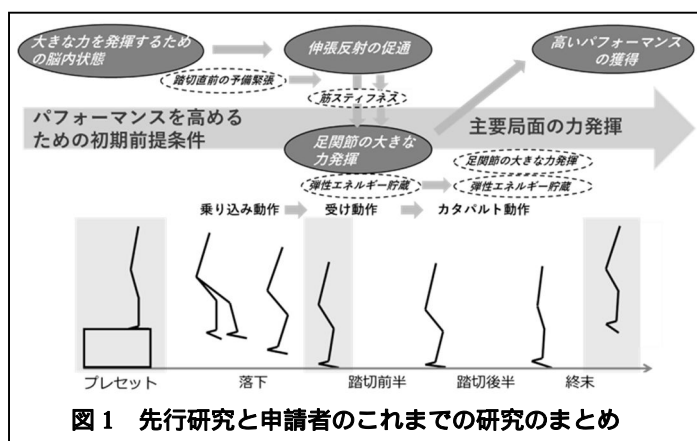
キーワード：プライオメトリクス 伸張-短縮サイクル 運動準備 下肢関節力発揮 跳躍高 接地時間 短間隔皮質内抑制 運動誘発電位

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。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

走・跳・フットワークなどの基本運動は多くのスポーツ種目に含まれており、そのパフォーマンスは下肢筋群の力・パワー発揮能力によって左右される。下肢筋群の力・パワー発揮能力を高めるための代表的なトレーニング法として、プライオメトリックトレーニングが挙げられ、ドロップジャンプはその代表的な手段の一つである。これまでの先行研究では、ドロップジャンプ(図1参照)を用いて、踏切局面中の下肢筋群の力学的特性や生理学的特性が明らかにされてきた(Bobbert et al., 1987; Taube et al., 2012ab; Yoon et al., 2007; 図子ほか 1993)。これに加え申請者は、踏切局面よりもさらに前の台上で運動を開始する前の局面(プレセット局面, 図1参照)に注目して、脳内状態を運動野内の抑制回路の興奮性の指標である短間隔皮質内抑制によって評価し、ドロップジャンプパフォーマンスとの関係性を究明するために研究を進めてきた。その結果、プレセット局面中に脳内抑制状態が低下する、いわゆる脱抑制状態がドロップジャンプパフォーマンスに影響を及ぼすことを明らかにした(吉田ほか, 2016ab; 吉田・図子, 2019)。したがって、ドロップジャンプをトレーニングとして用いる際には、プレセット局面中の脳内状態がパフォーマンスを左右することになり、この点に注目することが高いトレーニング効果を得るために重要であると考えられる。一方で、トレーニング現場でドロップジャンプを用いる際には、種目や選手の能力に応じて台高の高さを変更したり、複数の台高を組み合わせて用いられていることが多い。このため、台高や跳躍技術を変更した際のプレセット局面中の脳内状態とパフォーマンスとの関係性について明らかにすることにより、これまでよりも個々に応じた画期的なプライオメトリックトレーニング法を提案するための知見を得ることができると考えられる。



### 2. 研究の目的

本研究の目的は、様々な種類のジャンプ運動中における脳内状態を評価し、パフォーマンスとの関係性について検討することで、脳内状態を活用したプライオメトリックトレーニング法を開発するための知見を得ることである。

### 3. 研究の方法

大学陸上競技短距離および跳躍選手7名を対象に、0.3、0.6、0.9mの台高からドロップジャンプテストを実施した。試技はできるだけ短い時間で高く跳ぶよう指示を出した。算出項目として、経頭蓋磁気刺激装置を用いてプレセット局面中に皮質内抑制回路の興奮性を評価する指標(短間隔皮質内抑制, 以下 SICI)を、主働筋である内側腓腹筋から算出した。また、赤外線カメラとフォースプレートを用いてパフォーマンス変数(DJ-index, 跳躍高, 接地時間)や関節力学量(トルク, パワー, 仕事, 貢献度)を算出した。各台高における指標間の比較については、2要因の分散分析を用いて比較した。また、DJ-index および SICI において、各台高で得られた値の傾きを切片で除した値(a/b)を算出することで、パフォーマンスや脳内状態の対象者別の傾向を検討した。

### 4. 研究成果

パフォーマンス変数において DJ-index は 0.9m が 0.6m と比較して有意に低下した(図2右)。一方で、a/b の指標を用いて選手別にみると、台高の上昇に伴い DJ-index が増大する選手や低下する選手が存在した。これらの選手の中では、低い台高では同等の DJ-index である選手もいることから、先行研究(吉田ほか, 2018)と同様、単一の台高ではなく複数の台高を用いて下肢筋群の力・パワー発揮能力を評価する必要性が考えられる。また、プレセット局面中の SICI において、0.9m が 0.6m と比較して有意に低下した(図2左)。以前の申請者の研究では、高い台高で高いパフォーマンスを発揮する選手はプレセット局面中の皮質内抑制回路の興奮性が低下することを報告しているが、本研究の結果から、ある一定の高さに達すると、プレセット局面中の皮質内抑制回路の興奮性の低下が起こらなくなる可能性がある。さらに、踏切局面中の足関節トルクにおいても、0.9m が 0.6m と比較して有意に低下した(図2中央)。本研究のような、短い時間で高い跳躍高を獲得するようなドロップジャンプにおいては、足関節の力発揮が下肢の中で最も大きいことが報告されている。このため、より高い台高において、パフォーマンスが低下する際、主働筋となる足関節における力発揮も低下したことが考えられる。

これらの結果から、ある高さでドロップジャンプのパフォーマンスや主働筋である足関節筋

群の力発揮が低下する際に、プレセット局面中の主動筋を支配する脳内状態も変化し、皮質内抑制回路の興奮性が低下することが示唆された。

一方で、対象者別にみると、DJ-index および SIC1 において、a/b を算出することでパフォーマンスや脳内状態の選手別の傾向を検討したところ、台高の上昇に伴い DJ-index が増大する対象者や低下する対象者が存在した。この中で、DJ-index の a/b がマイナスになっている対象者（台高の上昇に伴い DJ-index が低下）は、SIC1 の a/b も横ばいもしくはマイナスになる傾向を示した。また、DJ-index の a/b がプラスになっている対象者（台高の上昇に伴い DJ-index が増大）は、SIC1 の a/b が増大している傾向を示した。さらに、台高の上昇に伴いプレセット局面中に脱抑制状態であったが、DJ-index が a/b がプラスあるいはマイナスになっている対象者が存在し、a/b がプラスになっている対象者においては、台高の上昇に伴い、足関節を含む下肢 3 関節の関節仕事を増大しつつ、これらの貢献度が変化しない傾向がみられた。

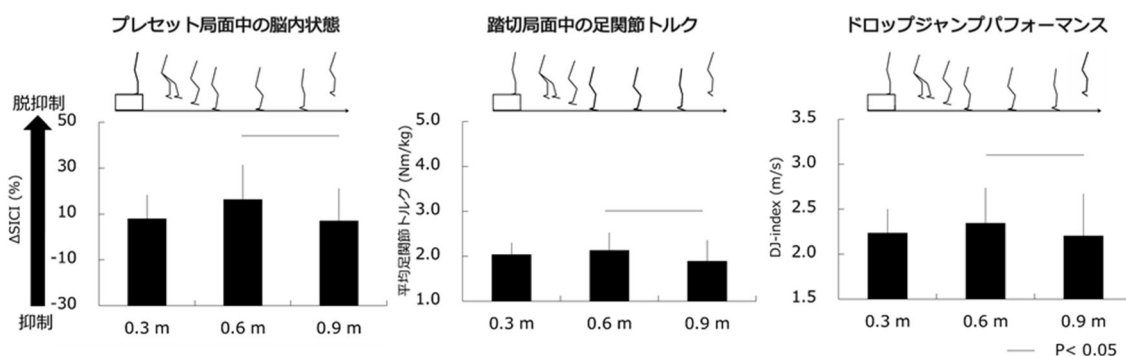


図2 台高の上昇に伴う各変数の変化

左：プレセット局面中の脳内状態

中央：踏切局面中の足関節トルク

右：ドロップジャンプパフォーマンス(DJ-index)

#### < 引用文献 >

- Bobbert, M. F., Huijing, P. A., and Van Ingen Schenau, G. J. (1987). Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. *Medicine and science in sports and exercise*, 19(4), 339-346.
- Taube, W., Leukel, C., & Gollhofer, A. (2012a). How neurons make us jump: the neural control of stretch-shortening cycle movements. *Exercise and sport sciences reviews*, 40(2), 106-115.
- Taube, W., Leukel, C., Lauber, B., and Gollhofer, A. (2012b). The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch shortening cycle training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(5), 671-683.
- 吉田拓矢, 丸山敦夫, 苅山靖, 林陵平, 関子浩二. (2016a). プレセット中の運動野短間隔皮質内抑制がドロップジャンプのパフォーマンスに及ぼす影響. *体力科学*, 65(4), 401-413.
- 吉田拓矢, 中宗一郎, 苅山靖, 林陵平, 高橋和孝, 関子あまね, 関子浩二. (2016b). ドロップジャンプにおけるパフォーマンス獲得に至るまでの時系列的な運動連関. *体力科学*, 65(5), 479-489.
- 吉田拓矢, 松島一司, 林陵平, 関子あまね, 苅山靖. (2018). 数種類の台高を用いた多段階式ドロップジャンプテストによる伸張-短縮サイクル運動の遂行能力の評価. *体育学研究*, 63(2), 673-684.
- 吉田拓矢, 関子浩二. (2019). プレセット局面中の脳内状態とドロップジャンプパフォーマンスの縦断的な調査. *ミズノスポーツ振興財団研究助成報告書*.
- 関子浩二, 高松薫, 古藤高良. (1993). 各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. *体育学研究*, 38(4), 265-278.
- Yoon, S., Tauchi, K., and Takamatsu, K. (2007). Effect of ankle joint stiffness during eccentric phase in rebound jumps on ankle joint torque at midpoint. *International journal of sports medicine*, 28(01), 66-71.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0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 吉田拓矢	4. 巻 32
2. 論文標題 SSC運動のパフォーマンスに影響する「プリセット」とそれを活かしたプライオメトリックトレーニング法の提案	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 151-158
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Takuya Yoshida, Fusako Kawahara, Amane Zushi, Kodayu Zushi, Ryohei Hayashi, Satoru Tanigawa
2. 発表標題 Assesment of multistep drop jump test on the ball and racket game players
3. 学会等名 24th annual Congress of the European College of Sport Science（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田拓矢, 川原布紗子, 関子あまね, 林陵平, 前村公彦, 谷川聡
2. 発表標題 ドロップジャンプにおけるプリセット局面中の脳内状態がパフォーマンスの変化率に及ぼす影響 - 脳内情報を活用したプライオメトリックトレーニング法の開発に向けて -
3. 学会等名 第32回日本トレーニング科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田拓矢, 関子あまね, 前村公彦, 谷川聡
2. 発表標題 複数の台高を用いたドロップジャンプテストによるプリセット局面中の脳内状態と下肢関節力学量の変化について
3. 学会等名 本コーチング学会第32回大会
4. 発表年 2020年～2021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
---------	---------