

立五段跳における跳躍距離を 伸ばすためのトレーニング方法の検討

A study of training method for improving jump distance in the
standing five-step jumping

梶 晃太郎*, 山脇 恭二**

*岐阜大学医学部附属病院事務部

**岐阜大学

Kotaro Kaji*, Kyoji Yamawaki**

*Hospital Administration Office, Gifu University

**Faculty of Education, Gifu University

Abstract

The purpose of this study was to clarify the important features of the bounding movement with reference to previous studies on bounding and jumping movements, by comparing players who were specialized in jumping events and were skilled in bounding movement. Moreover, this study was to ascertain the training method for improving the jump distance for the standing five-step jump and to evaluate the effect of this training.

The subjects of this study were 11 male track and field athletes in the university and 8 male track and field athletes in the high school. They attempted the standing five-step jump, and their movements were filmed with two high-speed video cameras, and the videos were analyzed with motion analysis software.

The following results were obtained: to obtain the jump distance in the bounding movement, it was found that force in the vertical direction and the rotational motion of the center of gravity caused by the speed in the horizontal direction, are changed to speed in the upward direction; thus, these are important techniques.

To acquire these techniques, training on how to jump off a high table and training on how to jump with one leg were found to be effective.

キーワード (key words) : 立ち五段跳び (standing five-step jumping)、バウンディング (bounding)、トレーニング (training)

I. 目的

陸上競技において競技パフォーマンスを高めるためのトレーニング方法が様々なところで紹介されている。中でもジャンプト

レーニングに代表される伸長－短縮サイクル (stretch-shortening cycle : SSC) を生かした動作は、爆発的な力を発揮するトレーニングとして跳躍種目を専門とする選手

を中心に短距離選手や投擲選手もトレーニングとして取り入れている。SSCを生かした動作であるジャンプトレーニングには、その場で両足連続ジャンプを行うリバウンドジャンプや、台などから降りて垂直にジャンプするドロップジャンプ（デプスジャンプ）といった鉛直方向への高さを求める運動と、片脚交互で連続して水平移動距離を求める運動であるバウンディング運動などが提示されている（図子，2012）。バウンディング運動の能力を評価する手段として立五段跳がある。立五段跳とは、立位姿勢からバウンディング運動を5歩行い、その跳躍距離を測定するものである。この立五段跳の跳躍距離が短距離の疾走能力と関連があること（岩竹ら，2008）や、コントロールテストとして選手のパフォーマンスを測定する手段として有用であることは多数報告されている（稲岡ら，1993. 植田，2007）。これらのことから立五段跳における跳躍距離伸長を目指すことは、陸上競技の競技パフォーマンスを向上させるためにも必要なことだと考えられる。

現在のところ立五段跳に関する研究は、跳躍距離の伸長や筋力的な出力の向上がみられたという報告（近藤ら，2013. 木越ら，2001）や、動作的な特徴を明らかにしようとする研究（酒井ら，2014）がみられる。しかし、先行研究により得られた知見や、熟練者の動作を参考に跳躍距離を伸ばそうという試みはほとんどない。

そこで本研究は、バウンディング運動や跳躍に関する先行研究を参考にしながら、跳躍種目を専門としバウンディング運動に熟練している選手とそうでない選手との比較から、バウンディング運動に必要な特徴

を明らかにすると共に、立五段跳における跳躍距離伸長に向けた具体的なトレーニング方法を提案し、そのトレーニングの効果を検証することを目的とした。

II. 方法

1. 課題設定

研究目的を達成するために、研究課題Iとして「跳躍距離伸長のためのトレーニング方法の提案」、研究課題IIとして「トレーニング効果の検証」と設定した。

2. 対象者

本研究における対象者は、G大学に所属する男子陸上競技選手6名、GK大学に所属する男子陸上競技選手5名、H高校に所属する男子陸上競技選手8名であった。

研究課題Iにおける対象者は、G大学に所属する男子陸上競技選手6名とGK大学に所属する男子陸上競技選手5名であった。G大学に所属する選手は、普段からトレーニングとしてバウンディング運動は取り入れているものの熟練するまでには至っていないグループである。GK大学に所属する選手は、跳躍種目を専門とし、それぞれの専門種目で全国大会に出場した経験のある選手であり、バウンディング運動に熟練しているグループである。GK大学の選手は、G大学の選手と比較し、立五段跳の跳躍距離が有意に大きい。以下に対象者の体格および立五段跳の記録を示す（表1）。

研究課題IIにおける対象者は、H高校に所属する男子陸上競技選手8名であった。H高校に所属する選手は、普段からトレーニングとしてバウンディング運動を取り入れているものの、熟練するまでには至っていない。以下に対象者の体格および立五段跳の記録を示す（表2）。

表1 G大学およびGK大学の選手の体格および立五段跳の記録

| | G大学(n=6) | | GK大学(n=5) | | |
|---------|----------|------|-----------|------|------------|
| | Mean | S.D | Mean | S.D | |
| 身長(cm) | 172.50 | 4.04 | 173.00 | 3.54 | |
| 体重(kg) | 63.17 | 2.48 | 67.60 | 3.65 | |
| 立五段跳(m) | 13.10 | 0.92 | 15.59 | 0.24 | **p=0.0062 |

表2 H高校の選手の体格および立五段跳の記録

| H高校(n=8) | | |
|----------|--------|------|
| | Mean | S.D |
| 身長(cm) | 168.75 | 3.45 |
| 体重(kg) | 55.75 | 4.65 |
| 立五段跳(m) | 12.31 | 0.63 |

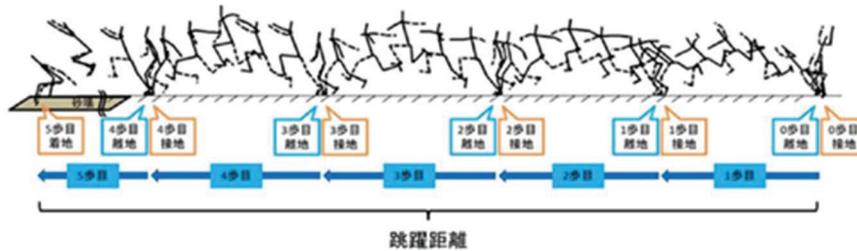


図1 立五段跳の全体像(近藤ら(2013)より引用)

3. 実験試技

本研究では、研究課題Iおよび研究課題IIにおいて、バウンディング運動の能力を測定するために立五段跳(図1)を行った。立五段跳の試技は2回行い、良い方の記録を採用し、分析の対象映像とした。1回目の試技終了後、十分な休憩をとってから2回目の試技に移り、疲労が極力少なくなるようにした。G大学とH高校の測定では、選手間のバウンディング能力に差があったため、立五段跳開始位置を砂場から13m地点、12m地点、11m地点とし、砂場の縁から着地点の距離にそれぞれの開始地点の距離を足して跳躍距離とした。GK大学の測定では、全員13m地点から立五段跳を開始し、砂場の縁から着地点の距離に13mを足して跳躍距離とした(図2)。

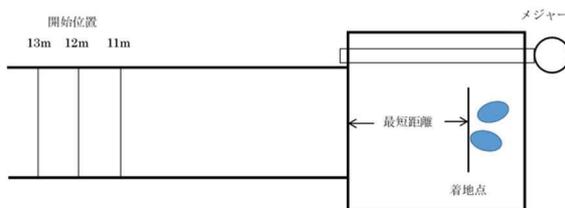


図2 立五段跳の試技測定

この立五段跳を、横方向から2台のカメ

ラ(CASIO HIGH SPEED EXILIM EX FH-25)をハイスピードモードに設定し撮影した(図3)。シャッタースピード1/1000秒、毎秒240コマとした。

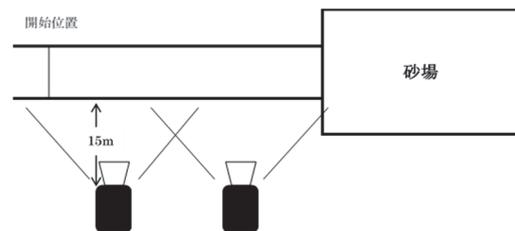


図3 立五段跳の撮影方法

試技の前に1mのキャリブレーションボールを撮影し、ストライドなどを計測するのに利用した。対象者の身体には、分析の手助けとなるように全身にマーカーを貼り付けた。分析ポイントは頭頂、耳、胸骨上縁、肩峰、肘、手先、手首、腰、大転子、膝、踝、爪先とした。

4. 分析項目

身体重心を阿江(1996)の身体部分慣性係数を用いて算出した。

研究課題 I

研究課題 I における分析項目は、

- ① 立五段跳の跳躍距離
- ② 接地時間（接地の瞬間から離地の瞬間までの時間）
- ③ 空中局面での腰の最高点（腰から地面までの距離）（図 4）
- ④ 接地の瞬間の重心と爪先のなす角度（以下接地角）（図 6）
- ⑤ 離地の瞬間の重心と爪先のなす角度（以下離地角）（図 7）
- ⑥ 接地局面の重心の回転範囲（④と⑤の角度の合計の値）

以上の項目である。

研究課題 II

研究課題 II における分析項目は、

- ① 立五段跳の跳躍距離
- ② 接地時間（接地の瞬間から離地の瞬間までの時間）
- ③ 空中局面での腰の最高点（図 4）
- ④ 接地の瞬間の前傾角度（大転子を通る垂線と大転子と耳を結ぶ線分のなす角度）（図 5）
- ⑤ 接地角（図 6）
- ⑥ 離地角（図 7）
- ⑦ 接地局面の重心の回転範囲（④と⑤の角度の合計の値）

以上の項目である。



図 4 空中局面での腰の最高点



図 5 前傾角度



図 6 接地角（接地の瞬間の重心と爪先のなす角度）



図 7 離地角（離地の瞬間の重心と爪先のなす角度）

5. データ処理

2 台のハイスピードカメラから得られた映像をもとに動作分析支援システム ot18-dz（オクタル社製）を用いて各分析項目の数値を算出した。

数値の統計解析には Excel 統計 2010（SSRI 社製）を用いた。研究課題 I においては、両群間の差の検定にマンホイットニーの U 検定を用いた。研究課題 II においては、トレーニング前後の差の検定にウィルコクソンの符号順位和検定を用いた。なお、本研究の統計的有意水準はすべて 5%未満とし、表での表示は* <0.05 , ** <0.01 とした。

III. 結果及び考察

1. 研究課題 1：「跳躍距離伸長のためのトレーニング方法の提案」

（1）熟練者の動作特徴

荻山ら（2013）によると、バウンディング運動は、身体を一つのばねと考えた際に、そのばねの短縮－伸長運動と、そのばねの

回転運動で構成されていると考えることができるとしている。酒井ら（2014）によると水平方向獲得を目指した立五段跳であっても、鉛直方向への力発揮が重要であることを報告している。また、凶子（2006）や永松ら（1998）、荻山ら（2014）によると、身体の逆振り子運動の回転範囲（以後、重心の回転範囲とする）が大きいほど起こし回転による水平速度の獲得が増大し、跳躍距離を獲得できる可能性が高いことを示している。つまり、立五段跳において跳躍距離を獲得できる選手は、ばねの短縮-伸長による鉛直方向への力発揮と起こし回転による回転運動の両方に優れる可能性が高いといえよう。

まず、バウンディング運動に熟練した GK 大学の選手とそうでない G 大学の選手の立五段跳における空中局面における腰の最高点を算出した。

表 3 腰最高点の分析結果

| | G 大学 | | GK 大学 | | |
|------------------|--------|------|--------|------|-----------|
| | Mean | S.D | Mean | S.D | |
| 1~2 歩目の腰最高点 (cm) | 101.57 | 4.85 | 102.06 | 6.41 | |
| 2~3 歩目の腰最高点 (cm) | 103.11 | 9.53 | 115.25 | 3.51 | *p=0.0446 |
| 3~4 歩目の腰最高点 (cm) | 108.87 | 5.52 | 117.54 | 3.79 | *p=0.0283 |
| 4~5 歩目の腰最高点 (cm) | 109.71 | 9.77 | 126.52 | 6.38 | *p=0.0176 |

表 3 は G 大学と GK 大学の 1~2 歩目、2~3 歩目、3~4 歩目、4~5 歩目の腰最高点 (cm) を示したものであるが、G 大学と GK 大学の 1~2 歩目以外の腰の最高点において値が有意に大きくなった。石塚ら（1980）は、立位姿勢からのバウンディング運動の 1 歩目は、後方へのキックのみによって推進力を獲得していて、歩数が増えるごとに前方へのキックが現れるとしており、3 歩目までは後方へのキックが大きいと報告している。つまり、1 歩目は自らの力で水平方向に跳び出す運動であり、空中から落下し、身体をばねのように弾ませる動作ではない。2 歩目以降に出現する、空中から落下した際に得られるエネルギーを、

身体をばねのようにして受け止め、鉛直方向に弾ませる力発揮を行う局面において有意な差が出たことが考えられる。これらのことから、酒井ら（2014）によると、水平方向獲得を目指した立五段跳であっても、鉛直方向への力発揮が重要であるという報告と一致する。

表 4 接地時間の分析結果

| | G 大学 | | GK 大学 | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | Mean | S.D | Mean | S.D | |
| 2 歩目の接地時間 (秒) | 0.257 | 0.033 | 0.240 | 0.020 | |
| 3 歩目の接地時間 (秒) | 0.233 | 0.021 | 0.205 | 0.010 | *p=0.0267 |
| 4 歩目の接地時間 (秒) | 0.218 | 0.016 | 0.193 | 0.016 | *p=0.0349 |
| 5 歩目の接地時間 (秒) | 0.215 | 0.019 | 0.189 | 0.014 | *p=0.0427 |

表 4 は G 大学と GK 大学の 2 歩目、3 歩目、4 歩目、5 歩目の接地時間 (秒) を示したものであるが、G 大学と GK 大学の 2 歩目以外の接地時間において値が有意に小さくなった。後方へのキックが大きいとされる 2 歩目では有意な差はないが、その後の歩数においては有意な差が出ていることから、腰最高点のデータと合わせて考えると、接地時間が短いほど鉛直方向への力発揮がうまくいくと考えられる。このことは、酒井ら（2014）によると、跳躍距離が獲得できる選手ほど接地時間が短いという報告と一致する。凶子（1996）は、“ばね”を高めるためのトレーニング理論を提唱している。それによると、ばねを効果的に高めるには、最大脚筋力を高めるための筋力トレーニング、垂直跳の跳躍高などを高めるためのパワートレーニングに加え、先取り能力、着地技術および踏切技術を身につけ運動遂行時間を短縮することも“ばね”を高めるために必要であることを指摘している。

本研究において高い台などから跳び下り、素早く踏切って跳躍高を獲得しようとするには、着地の技術や踏切の技術を身につけることが重要であり、これらの技術を身につけることで“ばね”を鍛えることができるようになると思われる。そのためにも、高

台から飛び降り片脚で飛跳ねるトレーニングが非常に有効な手段であると考えられる。

表5 重心の回転範囲の分析結果

| | G大学 | | GK大学 | | |
|-------------|-------|------|-------|------|-----------|
| | Mean | S.D | Mean | S.D | |
| 2歩目の回転範囲(°) | 43.02 | 4.31 | 49.99 | 5.01 | *p=0.0285 |
| 3歩目の回転範囲(°) | 45.70 | 2.78 | 49.10 | 1.98 | *p=0.0285 |
| 4歩目の回転範囲(°) | 45.38 | 2.52 | 49.03 | 1.91 | *p=0.0446 |
| 5歩目の回転範囲(°) | 43.34 | 3.28 | 46.72 | 2.48 | |

表5はG大学とGK大学の2歩目, 3歩目, 4歩目, 5歩目の重心の回転範囲(°)を示したものであるが, G大学とGK大学の5歩目以外の重心の回転範囲において値が有意に大きくなった。このことから, 跳躍種目を専門としバウンディング運動に熟練している選手は, 重心の回転範囲が大きいといえることであり, ばねの短縮-伸長による鉛直方向への力発揮と起こし回転による回転運動の両方に優れることが示唆される。しかし, G大学選手も日々のトレーニングにおいてバウンディング運動の練習を行っているが, 重心の回転範囲が4°程度小さいことからこの角度を大きくするようなトレーニング方法を工夫する必要がある。そのためにも, 高台から飛び降り片脚で飛跳ねるトレーニングにおいて飛び降りから飛跳ねる動作のタイミングを意識し, 素早く踏切れるタイミングを掴むことが非常に重要であると考えられる。

(2) トレーニング方法の提案

熟練者の動作から, 立五段跳において跳躍距離伸長を向上させるためには, 鉛直方向への力発揮を大きくすること, 接地から踏切までの時間を短くすること, 重心の回転範囲を大きくすることが重要なポイントであることが確認された。

先行研究では荻山ら(2013)が指摘しているように, 鉛直方向への力発揮をまずは優先して増大させ, その後次第に水平方向への移行させる必要があること。

図子(2012)は, 30cmという低い高台を用いても, 飛び降りて重力に抗する運動を行うことで, 走り幅跳びの地面反力と同様の高負荷型の反動動作を伴ったエクササイズを作り出すことができると指摘していること。

渡邊ら(2009)は, 片脚ボックスジャンプトレーニングの有効性について検討しており, 片脚トレーニングでかかる負荷は両脚トレーニングでかかる負荷よりも大きいことを報告していること。

これらのことから, 高台から飛び降り片脚で飛跳ねるトレーニングが手軽に鉛直方向への負荷をかける手段として有効であると考えられ, 図14のように高台から片脚で飛跳ねる片脚ドロップロングジャンプトレーニングを提案することにした。

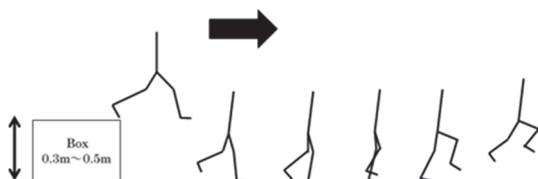


図8 片脚ドロップロングジャンプ

片脚ドロップロングジャンプトレーニングの際に, ①鉛直方向への力発揮を大きくするために遠くへ大きく跳ぶよりも上方向へ素早く高く飛び出しができることを優先させること, ②飛び降りから飛跳ねる動作のタイミングを意識し, 素早く踏切れるタイミングを掴むこと, ③重心の回転範囲を増大させることのできる起こし回転を起こすことができることを課題とした。

2. 研究課題Ⅱ:「トレーニング効果の検証」

(1) トレーニングについて

研究課題Ⅰで提案したトレーニングを対象者に実施してもらおう。トレーニングは, 片脚ドロップロングジャンプ一歩を最大努力で左右それぞれの脚10本行ったあとバ

ウンディング運動を1回行うことを1セットとし、1回の練習において2セット行うこととした。練習の頻度は1週間に2回とし、それを6週間行った。トレーニングの初期では、鉛直方向への力発揮を重要視し素早く高く跳び出すことを意識してもらい、少しずつ動きに慣れてきてからより遠くへ跳ぶことを意識させるようにした。また、踏切は素早く行い、接地時間がなるべく短くなることも意識してもらった。

(2) トレーニング効果

表6 立五段跳の跳躍距離の分析結果

| | トレーニング前 | | トレーニング後 | | |
|----------|---------|------|---------|------|-----------|
| | Mean | S.D | Mean | S.D | |
| 立五段跳 (m) | 12.31 | 0.63 | 12.62 | 0.53 | *p=0.0117 |

表7 腰最高点の分析結果

| | トレーニング前 | | トレーニング後 | | |
|-----------------|---------|------|---------|------|-----------|
| | Mean | S.D | Mean | S.D | |
| 1~2歩目の腰最高点 (cm) | 94.54 | 4.60 | 94.90 | 3.88 | |
| 2~3歩目の腰最高点 (cm) | 98.16 | 4.83 | 98.85 | 2.55 | |
| 3~4歩目の腰最高点 (cm) | 103.05 | 5.98 | 109.76 | 4.92 | *p=0.0251 |
| 4~5歩目の腰最高点 (cm) | 101.45 | 4.25 | 108.05 | 3.11 | *p=0.0117 |

表8 接地時間の分析結果

| | トレーニング前 | | トレーニング後 | | |
|--------------|---------|-------|---------|-------|-----------|
| | Mean | S.D | Mean | S.D | |
| 2歩目の接地時間 (秒) | 0.269 | 0.024 | 0.252 | 0.018 | |
| 3歩目の接地時間 (秒) | 0.240 | 0.024 | 0.214 | 0.021 | *p=0.0173 |
| 4歩目の接地時間 (秒) | 0.226 | 0.015 | 0.210 | 0.018 | *p=0.0499 |
| 5歩目の接地時間 (秒) | 0.215 | 0.018 | 0.206 | 0.028 | |

表6はトレーニング前後の立五段跳の跳躍距離を示したものであるが、トレーニング前後の跳躍距離の値が有意に大きくなった。このことから、8名全員の立五段跳の跳躍距離が伸長し、片脚ドロップロングジャンプトレーニングは立五段跳の跳躍距離を伸長させるトレーニングであることが示唆された。

表7はトレーニング前後の1~2歩目、2~3歩目、3~4歩目、4~5歩目の腰最高点 (cm) を示したものであるが、トレーニング前後の3~5歩目の腰の最高点において値が有意に大きくなった。このことから、片脚ドロップロングジャンプは鉛直方向への力発揮を課題としたトレーニングと

して有効であることが示唆される。

表8はトレーニング前後の2歩目、3歩目、4歩目、5歩目の接地時間 (秒) を示したものであるが、トレーニング前後の2~3歩目の接地時間において値が有意に小さくなった。また、接地時間が短くなった歩数と腰の最高点が上昇した区間が一致しており、素早く踏み切ることができたときには、うまく鉛直方向への力発揮ができたことを示唆していると考えられる。このことから、片脚ドロップロングジャンプトレーニングによって素早く鉛直方向への力発揮ができるようになったと考えられ、素早く踏み切りながら上に高く跳び出す意識で行ったことが跳躍距離の伸長につながった可能性を窺い知ることができた。

表9 重心の回転範囲の分析結果

| | トレーニング前 | | トレーニング後 | |
|--------------|---------|------|---------|------|
| | Mean | S.D | Mean | S.D |
| 2歩目の回転範囲 (°) | 48.94 | 3.50 | 47.10 | 2.99 |
| 3歩目の回転範囲 (°) | 48.56 | 2.95 | 47.39 | 3.41 |
| 4歩目の回転範囲 (°) | 49.52 | 2.66 | 47.91 | 3.06 |
| 5歩目の回転範囲 (°) | 45.90 | 3.04 | 47.27 | 3.79 |

表9はトレーニング前後の2歩目、3歩目、4歩目、5歩目の回転範囲 (°) を示したものであるが、トレーニング前後の重心の回転範囲において値の有意な差はみられなかった。このことから、6週間の片脚ドロップロングジャンプトレーニングでは重心の回転範囲を大きくするには至らなかったと推察される。

筆者の経験上、バウンディング運動中に重心の回転範囲について意識することは非常に困難であり、求められる技術としては非常に高度なものだと思われる。6週間程度のトレーニング期間は、鉛直方向から少しずつ水平方向へと移行するにとどまり、鉛直方向に十分力を発揮しつつ水平方向への力を獲得することができる動きの変容には期間が短すぎると考えられ、長期にわた

ってトレーニングの継続と動きの習得を期待したい。

表 10 前傾角度の分析結果

| | トレーニング前 | | トレーニング後 | | |
|-------------|---------|------|---------|------|-----------|
| | Mean | S.D | Mean | S.D | |
| 2歩目の前傾角度(°) | 39.82 | 8.25 | 40.36 | 8.16 | |
| 3歩目の前傾角度(°) | 27.28 | 5.01 | 26.04 | 5.38 | |
| 4歩目の前傾角度(°) | 18.41 | 6.49 | 18.30 | 5.70 | |
| 5歩目の前傾角度(°) | 21.83 | 8.59 | 17.75 | 6.66 | *p=0.0173 |

表 10 はトレーニング前後の 2 歩目, 3 歩目, 4 歩目, 5 歩目の前傾角度 (°) を示したものであるが, トレーニング前後の 5 歩目の前傾角度において値が有意に小さくなった。Muraki ら (2008) は, バウンディング運動などの水平方向への移動運動において高い水平速度を獲得するためには, 質量の大きな体幹部を過度に前後傾させないことが重要だと述べている。また伊藤ら (1989) は, 熟練者は未熟練者に比べ, 前傾角度が小さかったことを指摘している。このことから, トレーニング前後の前傾角度が減少したことは, 立五段跳の跳躍距離が伸びたことに影響を与えていると考えられる。また, 伊藤らは, 腹部の筋群を緊張させることが姿勢の直立保持に効果的であると指摘していることから, トレーニングの際に接地局面での腹部筋群の緊張を意識することが姿勢保持へとつながり, さらに跳躍距離獲得のポイントとなると考えられる。

IV. まとめ

本研究は, バウンディング運動や跳躍に関する先行研究を参考にしながら, 跳躍種目を専門としバウンディング運動に熟練している選手とそうでない選手との比較から, バウンディング運動に必要な特徴を明らかにすると共に, 立五段跳における跳躍距離伸長に向けた具体的なトレーニング方法を提案し, そのトレーニングの効果を検証した。

①バウンディング運動において跳躍距離を獲得するには, 鉛直方向への力発揮と起こし回転による重心の回転運動が重要な技術であることがわかった。

②高台から飛び降り, 片脚で飛跳ねるトレーニングが有効であると考えられ, 高台から片脚で飛跳ねる片脚ドロップロングジャンプトレーニングを提案した。

③片脚ドロップロングジャンプトレーニングを検証した結果, 立五段跳の跳躍距離の伸長, 腰の最高点の上昇, 接地時間の減少からトレーニングの効果を検証することができた。

④しかし, トレーニングの効果として接地時の前傾角度は小さくなっていったが, 重心の回転範囲は増大せず, 重心の回転範囲を大きくするには練習する期間を長くする必要があったと考えられた。

今後の課題として

1) 今回のトレーニングは, 跳躍距離伸長のために有効な方法であるといえるが, より多くのレベルの選手を対象に, また練習期間を長くしたりすることで, その効果を検討し, 説をより一般化する必要がある。

2) 重心の回転範囲を大きくするためにも, 体よりを前方へ投げ出すことのできる下り坂での片脚ドロップロングジャンプトレーニングが有効ではなかろうか。

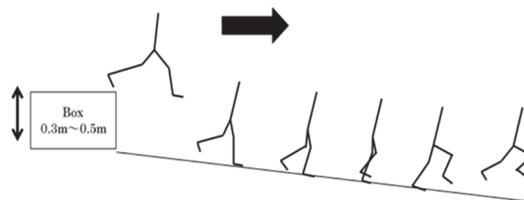


図 11 傾斜を利用したトレーニング

文献

- 阿江通良 (1996) 日本人幼少年およびアスリート の身体部分慣性係数. *Jpn. J. Sports Sci.*, 15 : 155-162.
- 藤林献明, 苅山靖, 木野村嘉則, 凶子浩二 (2013) 水平片脚跳躍を用いたバリスティックな伸長-短縮サイクル運動の遂行能力と各種跳躍パフォーマンスとの関係. *体育学研究*, 58 : 61-76.
- 稲岡純史, 村木征人, 阿江通良, 古藤高良 (1988) デプスジャンプに関する研究-台高と着地動作の違いが踏切動作に及ぼす影響-. *日本体育学会大会号*, 39 : 559.
- 稲岡純史, 村木征人, 国土将平 (1993) コントロールテストからみた跳躍競技の種目特性および競技パフォーマンスとの関係. *スポーツ方法学研究*, 6 (1) : 41-48.
- 伊坂忠夫, 申吉洙, 石井喜八 (1988) 危険性の少ない Drop Jump 台高の検討. *日本体育学会大会号*, 39 : 336.
- 石塚浩, 関岡康雄 (1980) 練習手段としてのバウンディング・ストライドに関する分析的研究 (1) -立位姿勢からのバウンディング・ストライドの力量的側面に関して-. *日本体育学会大会号*, 31 : 604.
- 伊東太郎, 徳山廣 (1989) 跳躍運動の基礎的研究 (第3報) -筋電図から見た連続跳躍動作中の一側の脚の動きについて-. *日本体育学会大会号*, 40 : 645.
- 岩竹淳, 北田耕司, 川原繁樹, 凶子浩二 (2008) ジャンプトレーニングが思春期後期にある男子生徒の疾走能力に与える影響. *体育学研究*, 53 : 353-362.
- 岩竹淳, 鈴木明美, 中村夏実, 小田宏行, 永澤健, 岩壁達男 (2002) 陸上競技選手のリバウンドジャンプにおける発揮パワーとスプリントパフォーマンスとの関係. *体育学研究*, 47 : 253-261.
- 苅山靖, 藤井宏明, 森健一, 凶子浩二 (2013) 片脚および両脚リバウンドジャンプにおける3次元的な力発揮特性の相違. *体育学研究*, 58 : 91-109.
- 苅山靖, 凶子浩二 (2013) 陸上競技跳躍種目のパフォーマンス向上に対するバウンディングとリバウンドジャンプの用い方に関するトレーニング学的研究. *トレーニング科学*, 25 : 41-53.
- 苅山靖, 凶子浩二 (2014) 跳躍方向の異なるバウンディングにおける踏切脚の力発揮特性. *体育学研究*, 59 : 397-411.
- 川上正人, 横田幸訓 (1995) デプスジャンプにおける接地時間および跳躍高と, 疾走能力に関する研究. *基礎科学論集 : 教養課程紀要*, 13 : 37-45.
- 川上正人, 横田幸訓 (1997) ジャンプトレーニングが疾走能力および脚筋力に及ぼす影響について. *基礎科学論集 : 教養課程紀要*, 15 : 94-99.
- 木越清信, 尾縣貢, 田内健二, 高松薫 (2001) 特異的な筋力および筋パワートレーニング手段としての立ち五段跳および立ち十段跳の有効性. *陸上競技研究*, 47 : 13-18.
- 小林修, 金高宏文, 平田文夫 (1999) 立五段跳における跳躍パフォーマンスの分析-パフォーマンスレベル毎にみた各跳躍歩の獲得距離について-. *日本体育学会大会号*, 50 : 545.
- 近藤亮介, 東畑陽介, 瓜田吉久, 松村勲, 金高宏文 (2013) 立五段跳における跳躍距離向上を目指した練習法の提案-大学短距離競技者の1ヶ月間の取り組み事例より-. *スポーツパフォーマンス研究*, 5 : 102-116.
- 熊野陽人 (2014) 陸上競技跳躍選手における助走五段跳および立五段跳の跳躍距離と競技レベルの関係. *東京工芸大学工学部*

- 紀要, 37 (1) : 36-39.
- 楠本達也, 森寿仁, 山本正嘉 (2013) 事前のホッピングエクササイズにより陸上競技長距離走選手の stretch shortening cycle 能力と running economy は改善する. スポーツパフォーマンス研究, 5 : 237-251.
- 向井史昭 (2011) 小, 中および高校生におけるリバウンドジャンプのトレーニング効果. 愛知教育大学保健体育講座研究紀要, 36 : 65-67.
- Muraki, Y., Ae, M., Koyama, H., and Yokogawa, T. (2008) Joint torque and power of the takeoff leg in the long jump. *Int. J. Sport Health Sci.*, 6 : 21-32.
- 永松幸一, 平田文夫, 関子浩二 (1998) 踏切中の地面反力と身体の回転運動からみた効果的なバウンディングの踏切動作. 体力科学, 47 : 710.
- 小川貫, 青山亜紀, 鬼澤範子, 森長正樹, 本道慎吾, 小山裕三 (2010) トレーニング手段としての立五段跳における主観的努力度合いと客観的出力との関係. 陸上競技研究, 82 : 35-39.
- 大宮真一, 合屋十四秋 (2003) 陸上短距離選手のバウンディング動作-助走速度の変化に伴う地面反力と踏切脚動作の検討-. 愛知教育大学保健体育講座研究紀要, 28 : 37-45.
- 大宮真一, 木越清信, 尾縣貢 (2009) リバウンドジャンプ能力が走り幅跳び能力に及ぼす影響: 小学校 6 年生を対象として. 体育学研究, 54 : 55-66.
- 酒井卓, 福島洋樹, 山田顕, 堀田朋基 (2014) 水平移動バウンディングの動作特徴. 富山大学人間発達科学部紀要, 8(2) : 57-65.
- 櫻田淳也 (2012) 大学女子短距離選手におけるジャンプ能力とスプリントパフォーマンスとの関係. 東京女子体育大学・東京女子体育短期大学紀要, 47 : 73-77
- 高松薫, 石島繁, 水上一, 杉森弘幸, 阿江通良 (1986) デプスジャンプトレーニング手段の至適台高について. 日本体育学会大会号, 37 : 770.
- 田内健二, 尹聖鎮, 栗山佳也, 高松薫 (2002) 下肢のバリスティックな伸長-短縮サイクル運動の遂行能力からみた槍投げ競技者の体力特性. 体育学研究, 47 : 569-577.
- 植田恭史 (1994) デプスジャンプトレーニングの効果に関する研究. 東海大学紀要, 23 : 1-8.
- 植田恭史 (2007) コーチング研究 [VIII] - 跳躍種目のコントロールテスト-. 東海大学紀要, 37 : 75-83.
- 渡邊将司, 河合郁儀, 北川亘, 加藤満 (2009) 片脚で行うボックスドロップジャンプトレーニングの有効性. 陸上競技研究, 76 : 45-51.
- 横川和幸 (1987) 短距離疾走能力と各種跳躍能力との関連性について- 本学陸上競技部員を対象として-. 仙台大学紀要, 19 : 9-14.
- 関子浩二 (1996) “ばね”を高めるためのトレーニング理論. トレーニング科学, 8 : 7-16.
- 関子浩二 (2006) 跳躍動作とその指導・トレーニング- プライオメトリックトレーニングに注目して-. トレーニング科学, 18 : 297-305.
- 関子浩二 (2012) プライオメトリクス. 体育の科学, 62 (1) : 44-50.