

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

橋本輝¹, 前大純朗², 山本正嘉³

¹ 鹿屋体育大学体育学部

² 鹿屋体育大学大学院

³ 鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター

キーワード: スタビライゼーションエクササイズ, ジャンプ, 垂直跳び, ドロップジャンプ,
リバウンドジャンプ

<論文概要>

本研究では, ジャンプ動作を行う前に一過性の体幹スタビライゼーションエクササイズ(S-exc)を行い, それが垂直跳び(VJ), ドロップジャンプ(DJ), リバウンドジャンプ(RJ)という3種類のジャンプパフォーマンスに与える影響について検討した. また対照条件として, 体幹のダイナミックエクササイズ(D-exc 条件), および仰臥位安静(Rest 条件)による影響についても検討した.

その結果, S-exc 条件では, VJ のパフォーマンス指標(跳躍高)には有意な改善が見られなかったが, DJ のパフォーマンス指標(DJ 指数, 接地時間, 跳躍高), RJ のパフォーマンス指標(RJ 指数, 跳躍高)は有意に改善した. 一方, D-exc 条件とRest 条件では, VJ, DJ, RJ のいずれにおいても, パフォーマンス指標に有意な改善は見られなかった.

以上のことから, ジャンプ動作を行う前に一過性の S-exc を行うことによって, VJ のパフォーマンスは向上しないが, VJ に比べてより体幹の安定性が要求される DJ や RJ では, パフォーマンスが向上する可能性があると考えられた.

スポーツパフォーマンス研究, 3, 71-80, 2011 年, 受付日:2011 年 3 月 2 日, 受理日:2011 年 6 月 18 日

責任著者:山本正嘉 〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町1 鹿屋体育大学 yamamoto@nifs-k.ac.jp

Influence of transitory body trunk stabilization exercises on performance in vertical jumps, drop jumps, and rebound jumps

Hiraku Hashimoto ¹⁾, Sumiaki Maedai ²⁾, Masayoshi Yamamoto ³⁾

¹⁾ Faculty of Physical Education, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

²⁾ Graduate School, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

³⁾ Center for Sports Training Research and Education, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key Words: stabilization exercise, jump, vertical jump, drop jump, rebound jump

[Abstract]

The present study examined effects that transitory body trunk stabilization exercises (S-exc) before jumping have on the results of three kinds of jumps: vertical jumps (VJ), drop jumps (DJ), and rebound jumps (RJ). In addition, for comparison, effects of dynamic exercise of the body trunk (D-exc) and supine rest (Rest) were also examined. For those participants who did transitory body trunk stabilization exercises, the performance index (jumping height) for vertical jumps did not improve significantly, but the measures of drop/rebound jump performance (drop/rebound jump index, landing time, and jumping height) improved significantly. On the other hand, significant improvement in the performance index was not observed in vertical jumps, drop jumps, or rebound jumps by those participants who did dynamic exercise of the body trunk or who were in the rest condition. These results suggest that vertical jump performance is not improved by transitory body trunk stabilization exercises before jumping, whereas there is a possibility that these exercises may improve performance on drop jumps and rebound jumps, which require higher stability of the body trunk than vertical jumps do.

I. 目的

様々なスポーツにおいて、素早くかつ高く跳ぶ能力が求められる。例えば、バスケットボールやバレーボールにおいては、相手選手よりも速く、より高い位置に到達する能力が勝敗を大きく左右する。

一般的に、ジャンプパフォーマンスの評価には、足を地面につけた状態から跳び上がる垂直跳び(VJ)、一定の高さから落下し着地後に素早く切り返して跳び上がるドロップジャンプ(DJ)、および素早い切り返しを何度も反復するリバウンドジャンプ(RJ)が用いられる。

これらの多様なジャンプにおいて、パフォーマンスを規定する要因の一つとして、下肢の筋力や筋パワーに優れる必要があることが、古くから指摘されてきた(山本, 1990; 冨子・高松, 1995)。しかし近年では、これに加えて、体幹の安定性^{注)}も重要であると指摘され始めている。大久保ほか(1997)は、体幹を安定させる能力が高い者ほど、下肢の生み出す力を無駄なく上方へ伝達することができ、高いジャンプ能力を発揮できるとしている。また河端ほか(2008)は、ドロップジャンプの着地局面において、体幹深部筋の活動と腹腔内圧とが体幹の安定化に重要な役割を果たし、接地時間の短縮に影響を及ぼすと報告している。

いっぽう近年、体幹の安定性の改善を目的として、スタビライゼーションエクササイズが様々なスポーツ現場で導入されている(平沼ほか, 2008; 小林・山本, 2003)。これは、ストレッチポールを用いたセルフモビライゼーションや、自体重を利用した体幹保持運動を行い、腹腔壁を構成する体幹深部筋の機能を改善することにより、体幹の安定化や姿勢改善を図るものである(平沼ほか, 2008; 小林・山本, 2003)。

以上のことを考慮すると、ジャンプ動作を行う前に体幹のスタビライゼーションエクササイズを実施することにより、体幹の安定性が改善され、ジャンプパフォーマンスの向上につながる可能性があると考えられる。

そこで本研究では、一過性の体幹スタビライゼーションエクササイズが、VJ, DJ, および RJ のパフォーマンスに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1) 被検者

健康な男子大学生 8 名を被検者とした。被検者には、本研究の目的、方法、およびそれに伴う危険性に関する説明を行い、本研究に参加する同意を得た。被検者の身体特性は、年齢:22.5±2.4 歳、身長:171.1±5.1cm、体重:64.6±6.7kg(平均値±標準偏差)であった。なお本実験を行うにあたり、3 種類のジャンプおよび体幹スタビライゼーションエクササイズに慣れるための練習日を事前に設け、それぞれに十分習熟するよう配慮した。

2) 実験の概要および各条件での実施内容

図 1 は、実験の概要を示したものである。まず、pre 測定として、垂直跳び(VJ)、ドロップジャンプ(DJ)、およびリバウンドジャンプ(RJ)の 3 種類のジャンプパフォーマンスを測定した。その後、①スタビライゼーションエクササイズ(S-exc)、②ダイナミックエクササイズ(D-exc)、および③仰臥位安静(Rest)条件のいずれかを 15 分間行い、更にその 3 分後に post 測定(pre 測定と同一の項目)を行った。また、これら 3 条件

の測定は, 3 日以上の間隔をあけ, ランダムな順序で行った. 3 種類のジャンプの試行順序は, VJ, DJ, RJ の順とし, 疲労の影響を受けないよう, 被験者が十分に回復したことを確認した後に次の測定を行った.

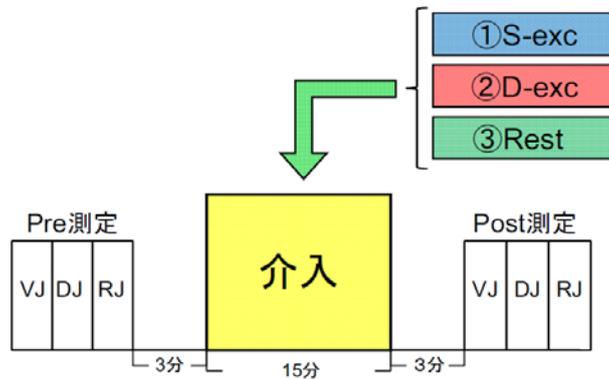


図 1. 実験の概要

動画 1 および図 2 に S-exc の実施内容を示した. S-exc では, まずストレッチポールを用いたセルフモビライゼーション(ベーシックセブン, 呼吸エクササイズ, 軸回旋エクササイズ, 四肢を使ったエクササイズ) (平沼ほか, 2008) を 10 分間行った(動画 1). その後, 自体重を利用した体幹保持運動(プローン基本ポジション, スパイン基本ポジション, ラテラル基本ポジション, プローンオポジット) (小林・山本, 2003) を 5 分間行うものとした(図 2).

動画 1-a ベーシックセブン



動画 1-b 呼吸エクササイズ



動画 1-c 軸回旋エクササイズ



動画 1-d 四肢を使ったエクササイズ



動画 1. ストレッチポールを用いたセルフモビライゼーション

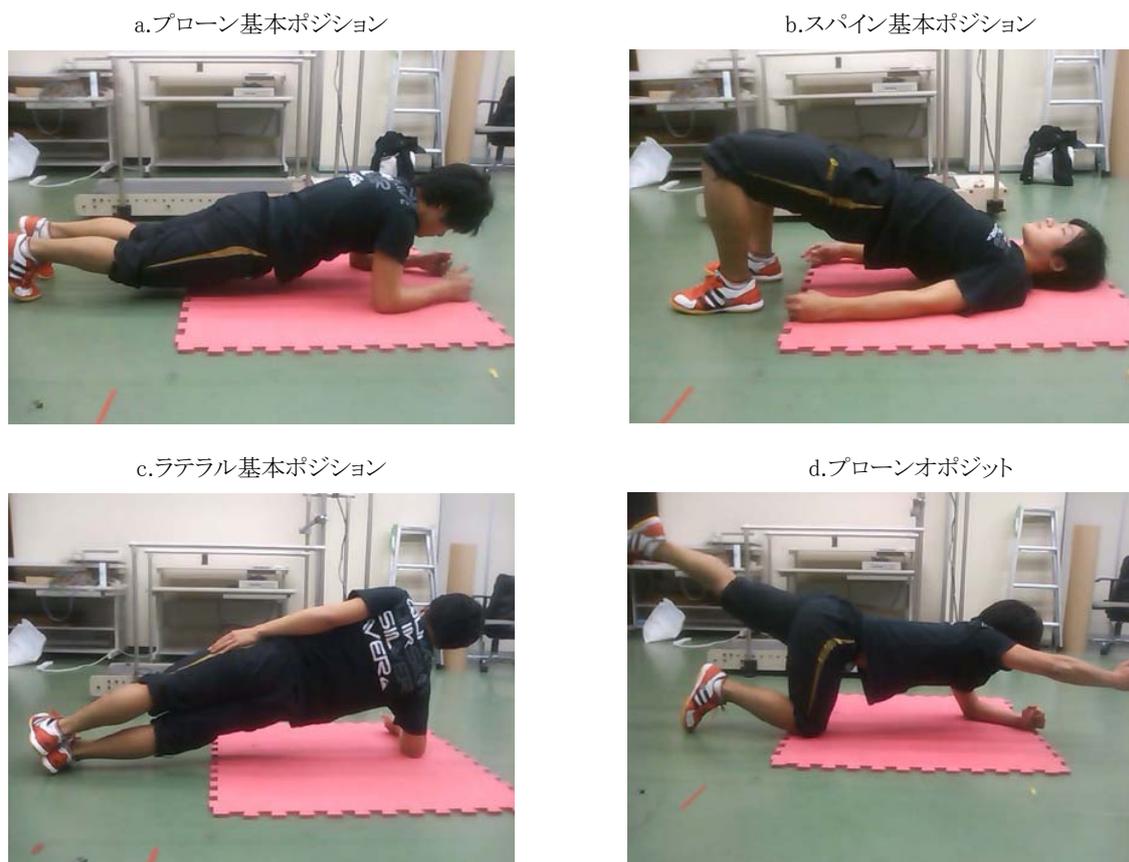


図 2. 自体重を利用した体幹保持運動

図 3 に D-exc の実施内容を示した。D-exc では、まず、上体起こしおよび上体反らし運動を 30 秒間ずつ交互に行い、5 分間継続した。これを 2 セット行った後、体幹側屈運動を左右交互に 30 秒ずつ行い、5 分間継続した。また、それぞれの運動は 2 秒に 1 回のペースで行うものとした。

Rest 条件では、地面に仰向けで横たわり、15 分間安静状態を保った。



図 3. 体幹ダイナミックエクササイズの実施内容

3) 測定項目およびデータ処理

VJ, DJ, RJ の測定には、マットスイッチ計測システム(マルチジャンプテスタ, ディケイエイチ社製)を用いた。

VJ の測定は、遠藤ほか (2007) が報告している方法に基づき、立位姿勢から反動動作を用いて跳躍する垂直跳びを行った。なお、腕の振り込み動作の影響を排除するために、手を腰に当てた姿勢で行った。試行は 5 回行い、そのうちの最高値を採用した。

DJ の測定は、河端ほか (2008) が報告している方法に基づき、0.4m の台上からのドロップジャンプを行った。その際、できるだけ短い踏み切り時間で、できるだけ高く跳び上がるように指示した。また、腕の振り込み動作の影響を排除するために、手を腰に当てた姿勢で行った。パフォーマンスの評価項目は、跳躍高、接地時間、DJ 指数とし、試行は 5 回行った。DJ 指数は跳躍高を接地時間で除することにより算出した(跳躍高/接地時間)。また、それらの試行の中で、DJ 指数が最高値を示した試行の各項目の値を採用した。

RJ は、遠藤ほか (2007) が報告している方法に基づき、連続 5 回の RJ を行った。被検者には、できるだけ短い踏み切り時間で、できるだけ高く連続で跳び上がるように指示した。また、腕の振り込み動作の影響を排除するために、手を腰に当てた姿勢で行った。パフォーマンスの評価項目は、跳躍高、接地時間、RJ 指数とし、連続 5 回の RJ を 1 セットとし、3 セットの試行を行った。RJ 指数は跳躍高を接地時間で除することにより算出した(跳躍高/接地時間)。それらの試行の中で、RJ 指数が最高値を示した試行の各項目の値を採用した。

全ての測定項目において、pre 測定の値を基準とし、post 測定の値に対する変化率(%)を算出した。

4) 統計処理

検定には二元配置分散分析(3 条件×2 時間)を用い、交互作用が認められた場合は、条件間の差の比較には一元配置分散分析、時間間の差の比較には対応のある t 検定を行った。また、有意水準は 5% 未満とした。なお、本論文では絶対値で統計処理を行い、図の表現方法として pre 測定の値により正規化した変化率の結果を示した。

III. 結果

各ジャンプにおける各評価項目(跳躍高、接地時間、指数)の実測値を表 1 に示した。

図 4 は、VJ の跳躍高に対して、S-exc, D-exc, Rest の介入による影響の違いについて示したものである。二元配置分散分析の結果、全ての項目において交互作用および主効果は認められなかった。

図 5 は、DJ における跳躍高、接地時間および DJ 指数に対する、S-exc, D-exc および Rest の介入による影響の違いについて示したものである。二元配置分散分析の結果、全ての項目において交互作用が認められた。対応のある t 検定の結果、S-exc 条件では、pre に対し post において跳躍高の増加($p < 0.01$)、接地時間の短縮($p < 0.01$)、DJ 指数($p < 0.001$)の増加と、いずれの項目においてもパフォーマンスの有意な改善がみられた。一方、D-exc 条件や Rest 条件では、ジャンプのパフォーマンスを表す指数に、介入前後で有意な変化は認められなかった。また、条件間では pre および post において有意な差は

認められなかった。

図 6 は, RJ における跳躍高, 接地時間および RJ 指数に対する, S-exc, D-exc, Rest の介入による影響の違いについて示したものである。跳躍高, DJ 指数の項目で, 二元配置分散分析の結果, 交互作用が認められた。対応のある t 検定の結果, S-exc では, pre に対し post において跳躍高($p < 0.001$)と RJ 指数($p < 0.01$)に有意な増加がみられた。一方, D-exc 条件や Rest 条件では, ジャンプのパフォーマンスを表す指数に, 介入前後で有意な変化は認められなかった。また, 条件間では pre および post において有意な差は認められなかった。

表 1. 各ジャンプ条件における実測値

VJ				
跳躍高 (cm)				
	pre	SD	post	SD
S-exc	40.00	2.60	41.21	2.23
D-exc	40.97	2.61	38.86	3.72
Rest	40.28	2.31	40.20	1.86

DJ														
跳躍高 (cm)					接地時間 (msec)				DJ指数					
	pre	SD	post	SD		pre	SD	post	SD		pre	SD	post	SD
S-exc	33.98	3.18	36.81	3.69	S-exc	219.00	25.52	191.88	23.81	S-exc	1.57	0.26	1.94	0.31
D-exc	35.68	1.92	33.96	3.75	D-exc	197.25	23.64	194.50	31.70	D-exc	1.84	0.29	1.80	0.44
Rest	34.66	4.36	34.45	2.84	Rest	211.63	20.26	220.25	15.03	Rest	1.65	0.22	1.58	0.23

RJ														
跳躍高 (cm)					接地時間 (msec)				DJ指数					
	pre	SD	post	SD		pre	SD	post	SD		pre	SD	post	SD
S-exc	31.75	3.00	34.15	3.04	S-exc	196.70	15.32	189.95	15.57	S-exc	1.63	0.21	1.82	0.23
D-exc	33.87	4.52	33.47	4.67	D-exc	190.53	19.13	196.53	22.92	D-exc	1.80	0.30	1.73	0.34
Rest	32.38	2.94	32.50	2.92	Rest	198.08	17.76	203.13	16.16	Rest	1.66	0.22	1.61	0.21

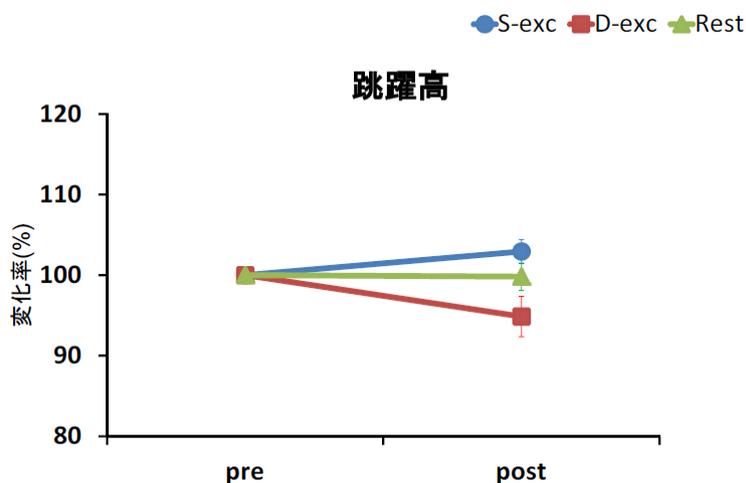


図 4. VJにおける跳躍高の変化率

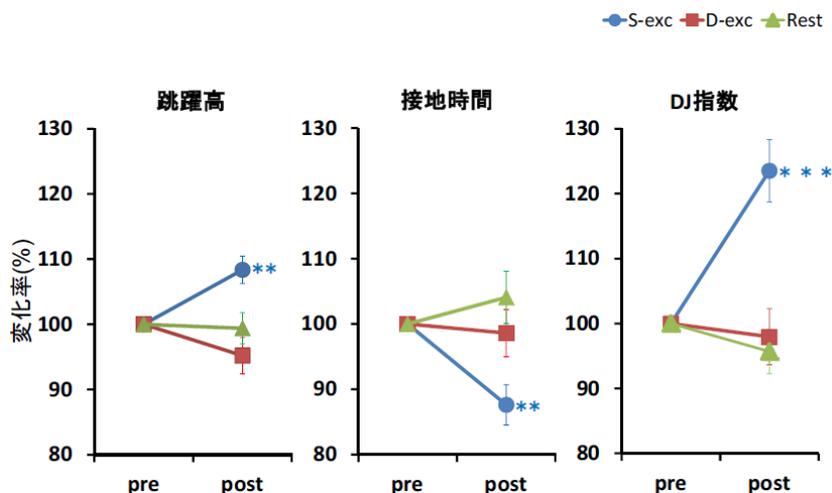


図 5. DJにおける跳躍高, 接地時間, DJ 指数の変化率 (**:p<0.01, ***:p<0.001)

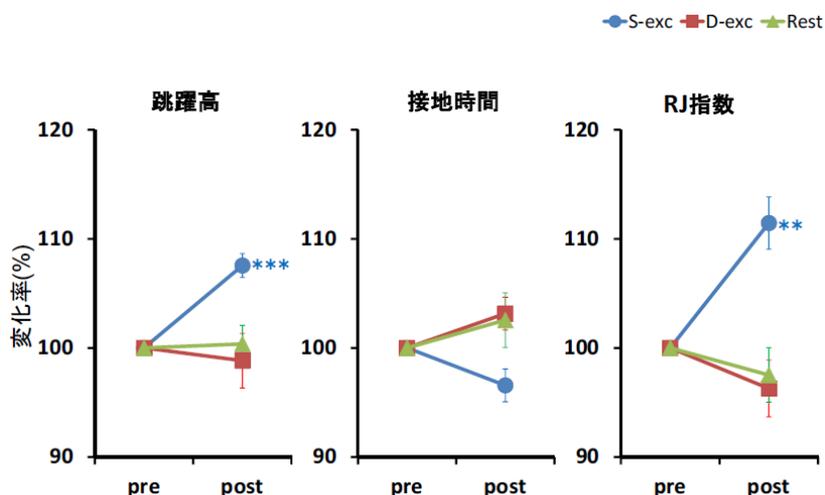


図 6. RJにおける跳躍高, 接地時間, RJ 指数の変化率 (**:p<0.01, ***:p<0.001)

IV. 考察

本研究では, VJ, DJ, RJ という3種類のジャンプパフォーマンスに対して, それらを行う直前に S-exc, D-exc, および Rest を行った時に, どのような影響を与えるかについて比較検討した。

その結果, S-exc 条件においては, VJ の跳躍高には有意な変化はみられなかったものの, DJ のパフォーマンス指標とした跳躍高, 接地時間, DJ 指数, および RJ のパフォーマンス指標とした跳躍高, RJ 指数には有意な増加がみられた。一方, D-exc 条件と Rest 条件では, VJ, DJ, RJ のいずれの項目にも有意な変化はみられなかった。

以上のことから, ジャンプ動作を行う前に S-exc を行うことにより, VJ のパフォーマンスは向上しないが, DJ および RJ のパフォーマンスは向上するといえる。また, 同じ体幹を対象としたエクササイズであっても, D-exc によってはパフォーマンスは向上しないともいえる。

以下, S-exc によりパフォーマンスが改善した理由, および D-exc によりパフォーマンスが改善しなかつ

た理由に分けて考察する.

A. S-exc により DJ と RJ のパフォーマンスが改善した理由

DJ と RJ のジャンプ動作の特徴として、下肢の瞬発的な筋力発揮に加え、空中から落下して着地した際、即座にジャンプ動作への切り返しが要求されることがあげられる。このような動作において高いパフォーマンスを発揮するためには、着地の局面における身体制御が重要であり、特に体幹の安定性が要求される(河端ほか, 2008)。また、単収縮トルクおよび随意収縮による最大トルクは、事前に筋活動を行うことにより、postactivation potentiation (PAP: 活動後増強)が作用し、増加する(Grange et al., 1993; Baudy and Duchateau, 2007)。PAP は、最大および最大下の筋活動後において引き起こされる(Vandervoort et al., 1983)。

本研究で行った S-exc は、腹部の安定性に重要である腹腔壁を構成する体幹深部の筋(横隔膜、腹横筋、骨盤底筋群、多裂筋など)と、脊柱の安定性に重要な 1 つ 1 つの椎体をつなぐ小さな筋(回旋筋、棘筋、多裂筋など)に刺激を与えるといわれている(平沼ほか, 2008)。したがって、S-exc を行うことにより体幹筋群において PAP が引き起こされ、その結果 DJ や RJ の着地局面における身体制御機能が改善し、接地時間が短く、かつ跳躍高が高いジャンプの遂行につながった可能性があると考えられる。

接地時間の短縮に関しては、力の立ち上がり速度や伸張—短縮運動によって発生する伸張反射などの神経系の要因に依存することが認められている(関子, 2006)。しかし、S-exc によるパフォーマンスの向上はその要因よりも、体幹の安定性の向上が大きな影響を与えたのではないかと考えられる。着地時に身体にかかる大きな外乱刺激による動揺を、体幹が安定し最小限に抑えられたことによって次の動作に素早く移行できたと推察される。

また、S-exc ではストレッチポールを用いたセルフモビライゼーションを行う際に股関節の動きを伴うことや、自体重を利用した体幹保持運動を行う際に下肢の末端が固定され下肢でも体重を支持するので、D-exc に比べ下肢への刺激が多くなることが考えられる。そのため股関節を中心とした下肢筋群の活性レベルが高くなり、下肢筋群が働きやすくなったことが考えられる。

一方、VJ のパフォーマンスが改善しなかった理由については次のように考えられる。VJ は、DJ や RJ と同じく下肢の瞬発的な筋力発揮を要求される運動である。しかし、DJ や RJ のように着地後に即座にジャンプ動作へ移行するという、極めて素早い切り返し動作は要求されないという点で性質が異なる。したがって S-exc の効果は、体幹の安定性の関与の度合いがより大きくなる DJ や RJ では現れやすいが、その関与が相対的に小さい VJ では効果が反映しにくくなるのかもしれない。

B. D-exc により各種のジャンプパフォーマンスが改善しなかった理由

本研究で用いた S-exc は、体幹の筋を対象としたエクササイズである。そこで、同じ体幹を対象とした別タイプのエクササイズとして、従来から体幹の腹筋群と背筋群を強化するレジスタンスエクササイズとして用いられてきた D-exc の効果についても検討した。しかし、このエクササイズによっては、VJ, DJ, RJ という3種類のジャンプパフォーマンスのいずれにも有意な改善は見られなかった。この理由については以下のように考えられる。

S-exc は体幹の深部筋群に働きかけるエクササイズとされる(平沼ほか, 2008) のに対し, D-exc は体幹の表層筋群に働きかけるエクササイズとされている(Thompson & Floyd, 1997). 腹直筋や脊柱起立筋に代表される表層筋群は関節運動や身体重心のコントロールに関与し, 腹横筋や内腹斜筋下部に代表される深部筋群は主に脊柱や骨盤の安定性に関与すると報告されている(Hodges and Richardson, 1997).

また, 体幹を安定させるためには, 腹壁を構成するすべての筋の同時収縮(共収縮)が必要である(平沼ほか, 2008). しかし D-exc では, 体幹の前面, 後面, 側面と, 運動方向を分けてエクササイズが行われるために, 体幹の筋を別々に収縮させることになる. このため, 同時収縮に必要な体幹の筋群の協調性が改善されなかったことが考えられる. これらの理由から, D-exc を用いて体幹の表層筋群を刺激しても, DJ や RJ で要求される体幹の安定性の改善にはつながらず, その結果パフォーマンスも改善しなかった可能性がある.

なお, D-exc では継続的に動的運動を行ったが, 各セット間に小休憩を入れたことに加え, 介入後に3分間の休憩を行ってから post 測定を実施した. 被検者の意見としても疲労を感じたというコメントはなかったため, 疲労の影響によるパフォーマンス改善の相殺はなかったと考えられる.

注) 本研究における「体幹の安定性」とは, 体幹筋群の筋活動により脊柱が安定し, 外乱刺激に対しての身体の動揺が少ない状態とした(Angela et al., 2008).

VII. 引用文献

- Angela, E. H., Kevin, G. T., Duncan, F., Allan, W. and Iain, S. (2008) Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Med.*, 38: 995-1008.
- Baudry, S., Duchateau, J. (2007) Postactivation potentiation in a human muscle: effect on the load-velocity relation of tetanic and voluntary shortening contractions. *J Appl Physiol.*, 103: 1318-1325..
- 遠藤俊典, 田内健二, 木越清信, 尾縣貢 (2007) リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究. *体育学研究*, 52: 149-159.
- 平沼憲治, 岩崎由純, 蒲田和芳, 渡辺なおみ (2008) コアコンディショニングとコアセラピー. 講談社, 東京, pp.12-58.
- Grange, R. W., Vandebloom, R., Houston, M. (1993) Physiological significance of myosin phosphorylation in skeletal muscle. *Can J Appl Physiol.*, 18: 229-243.
- 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: 225-234.
- 小林敬和, 山本利春 (2003) ボディバランスを獲得するスタビライゼーション—身体能力を著しく向上させる実戦的トレーニング. 山海堂, 東京, pp.10-164.
- 大久保智明, 坂田大介, 中山朗, 東利雄, 日野邦彦 (1997) 体幹筋がジャンプ力と腰痛に及ぼす影響について. *理学療法学*, 24: 251.

- Hodges, P. W., Richardson, C. A. (1997) Feedforward contraction of transverses abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp. Brain Res.*, 114: 362-370.
- Thompson, C. W. and Floyd, R. T. (中村千秋, 竹内真希監訳): (1997) 身体運動の機能解剖. 医道の日本社, 東京, pp.197-226.
- Vandervoort, A. A., Quinlan, J., McComas, A. J. (1983) Twitch potentiation after voluntary contraction. *Exp. Neurol.*, 81: 141-152.
- 山本正嘉 (1990) 垂直跳び成績と等速性脚伸展パワーの関係. *ジャンプ研究*, 日本バイオメカニクス学会編, メディカルプレス, 東京, pp. 178-181.
- 関子浩二 (2006) バスケットボール選手におけるプライオメトリックスがジャンプとフットワーク能力に及ぼす効果. *体力科学*, 55: 237-246.
- 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: 29-39.