

発育期における椅子を用いた跳躍練習(椅子ジャンプ)が垂直跳びの 跳躍高に及ぼす影響

吉本隆哉, 高井洋平, 東畑陽介, 金高宏文, 山本正嘉
鹿屋体育大学

キーワード: 子ども, 跳躍能力, 運動指導, 関節トルク

[要 旨]

本事例は, 垂直跳び動作における股関節および体幹の屈曲・伸展動作を意識する方法として, 椅子を用いた跳躍練習(椅子ジャンプ)を提案し, その方法が垂直跳びの跳躍高に与える一過性の影響を明らかにすることを目的とした。被検者は, 課外スポーツ活動を週2日から5日行っている小学生7名, 中学生13名, 高校生16名であった。被検者は, 膝蹴点までの高さの椅子を用いて5回の椅子ジャンプを行い, その前後に垂直跳びの跳躍高を測定した。垂直跳びの跳躍高は, 滞空時間から算出 $\{h = 1/8 \cdot g \cdot t^2\}$ した。静的筋力測定装置を用いて随意最大努力による等尺性膝関節伸展筋力を測定した。得られた筋力に下腿長を乗じて膝関節伸展トルクを算出した。椅子ジャンプ後, ほとんどの被検者で, 跳躍動作中の体幹および股関節の屈曲・伸展動作の変化が観察された。垂直跳びの跳躍高は, 椅子ジャンプ後に小学生7名中3名, 中学生13名中11名, 高校生16名中12名が増大し, 中学生および高校生における増大は統計的に有意であった。また, 跳躍高の変化量と体重あたりの膝関節伸展トルクとの間には, 有意な正の相関関係が認められた。以上の結果より, 椅子ジャンプは, 体幹および股関節の屈曲・伸展動作を変化させる可能性があるものの, 小学生と中学生および高校生とでは跳躍高の増大に及ぼす影響が異なることが明らかとなった。その要因の一つとして, 体格に対する下肢の発揮筋力が影響していることが示唆された。

スポーツパフォーマンス研究, 4, 204-211, 2012年, 受付日:2012年5月10日, 受理日:2012年11月12日
責任著者:吉本隆哉 鹿屋体育大学〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町1 107007@sky.nifs-k.ac.jp

- - - - -

Transient effect of a single jump practice using chair on the vertical jump height during growth

Takaya Yoshimoto, Yohei Takai, Yosuke Tohata,
Hirofumi Kintaka, Masayoshi Yamamoto
National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key Words: jumping skill, training technique, knee extension torque,
children and youth

[Abstract]

The present study aimed to demonstrate the transient effect of a single jump practice using chair, in which the one was aware of the hip and trunk flexion-extension movements, on the vertical jump height. Subject were 7 elementary school children, 13 junior high school students, and 16 high school students who participated in extra-curricular sport activities at frequency of 2 - 5 days a week. They performed 5 times jump practice using chair at their knees. The vertical jump height was measured before and after the jump practice. The vertical jump height was calculated by the following equation; $\{ h = 1 / 8 \cdot g \cdot t_f^2 \}$. Maximal voluntary knee extension strength was measured using a static myometer, and the knee extension joint torque was calculated by multiplying the lower limb length by the obtained strength. After the practice, changes in the trunk and hip movements during jumping were observed in most of the subjects. Gain in the vertical jump height was found for 3 elementary school students, 11 junior high school students and 12 high school students. The vertical jump height was significantly increased by the jump practice in the junior high school students and high school students. The change in the vertical jump height was significantly correlated to the knee extension torque per body weight. These results indicate that jump practice using a chair has a potential of changing the hip and trunk movements during jumping during growth, and transiently improves the vertical jump height in junior high school students and high school students, but not in elementary students. Furthermore, the gain in the vertical jump height by the jump practice is associated with muscular strength relative to body size in the lower limb.

I. 本事例の着想に至った経緯

跳躍能力は基本的な身体動作であり、その能力は様々なスポーツ場面で重要な役割を果たす(田中ほか, 2007; 冨子, 2006; 岩竹ほか, 2008ab; 大宮ほか, 2009). 垂直跳びの動作は, 8 歳頃までに成人とほぼ類似したものになる(辻野ほか, 1974). 垂直跳びの跳躍高は, 主に体幹, 股関節および膝関節の屈曲・伸展動作が関与しているが, 運動指導現場での子どもの跳躍動作を概観してみると, 膝関節屈曲・伸展動作への意識は高いものの, 体幹および股関節屈曲・伸展動作への意識が低いことがよく見受けられる. そのような子どもの跳躍能力を向上させるためには, 膝関節だけではなく, 体幹および股関節の屈曲・伸展に対する意識を高める練習が必要であると考えられる. 疾走動作に関する指導では, 股関節および体幹の屈曲・伸展動作に対する意識を促すため, 椅子からの立ち上がり動作が推奨されている(谷本, 2010). その効果として谷本(2010)は, 椅子から立ち上がることで, 重心を接地脚に乗せることができ, 「あおり動作(股関節および体幹の屈曲・伸展動作)」で地面への力発揮を増大させることができると報告している. 運動指導現場では, このようなあおり動作が, 垂直跳びの跳躍高を高くする上で非常に重要な要素であると考えられている. そこで, 垂直跳びを行う際に椅子から立ち上がるような動作様式で跳躍を行うことで, 股関節および体幹の屈曲・伸展動作を意識することができ, 跳躍動作の改善による跳躍高の向上がもたらされると考えた.

II. 本事例の目的

本事例では, 垂直跳びの動作中に股関節および体幹の屈曲・伸展動作を意識する方法として, 椅子を用いた一過性の跳躍練習(椅子ジャンプ)を提案し, その効果を小学生期以降の児童・生徒を対象に検討することを目的とした.

III. 方法

1. 被検者

被検者は全員男子であり, 定期的な運動習慣を有する小学生 7 名(小学生群), 中学生 13 名(中学生群), 高校生 16 名(高校生群)であった. 小学生, 中学生および高校生の各学年の人数, 年齢, 身長, 体重の平均値および標準偏差は表 1 に示した. 被検者は, 課外スポーツ活動として, 週あたり 2 日から 5 日, 陸上競技または野球を行っていた. すべての被検者は, 上肢あるいは下肢に障害を有しておらず, 筋機能に影響を与えるような薬を服用していなかった. 測定の実施に先立ち, 鹿屋体育大学倫理委員会の承認を得た. 被検者およびその保護者には, 本研究の目的・内容および実験への参加に伴う危険性について十分な説明を行い, 実験参加の同意を書面で得た.

表 1. 被検者の身体特性

| | 小学生 (n=7) | 中学生 (n=13) | 高校生 (n=16) |
|----------|--------------|---------------|---------------|
| 年齢(歳) | 9.0 ± 2.0 | 14.0 ± 0.6 | 16.3 ± 0.5 |
| 身長(cm) | 128.9 ± 13.3 | 163.6 ± 9.2 | 172.8 ± 5.4 |
| 体重(kg) | 28.2 ± 6.4 | 54.0 ± 9.9 | 64.6 ± 8.5 |
| 平均値±標準偏差 | | | |

2. 実験プロトコル

図 1 に本事例の実験プロトコルを示した。椅子ジャンプが跳躍能力に与える一過性の影響を明らかにするために、被検者には椅子ジャンプ後に、両腕を腰に当てた垂直跳びを最大努力で行わせた。練習前の垂直跳びの跳躍高を測定した後に、5 分間の休息を設けた。休息後、被検者には椅子ジャンプを全力で 5 回行わせた。このとき、被検者には普段椅子に座るような姿勢で腰を下ろし、臀部が椅子に触れた瞬間に全力で垂直跳びを行うように指示した。また、被検者が自然に椅子に座る動作を行うように、体幹・股関節屈曲および伸展動作に関する指示を与えなかった。椅子の高さは、地面から膝皺点までの高さとした。



図 1. 実験プロトコル

測定に先立ち、ウォーミングアップとして、すべての被検者にはストレッチおよび自走式エルゴメータ(D-0811d, 竹井機器工業社製)上で 3 分間の走行を行わせた。走行の運動強度は被検者の主観的設定とし、最大努力に対する 50%から 70%に相当する強度で、1 分ごとに漸増的に上げた。

3. 垂直跳びの跳躍高

垂直跳びの跳躍高は、滞空時間から算出した $\{h = 1 / 8 \cdot g \cdot t_f^2\}$ 。滞空時間の算出には、小学生群では多成分フォースプレート(Z15907, 日本キスラー社製)を、中学生群および高校生群ではマットスイッチ(Multi Jump Tester, DKH 社製)を用いた。垂直跳びの跳躍高は、練習前後で各 3 回ずつ行い、各試行の最大値を採用した。フォースプレートとマットスイッチから得られる滞空時間の互換性を明らかにするため、フォースプレート上にマットスイッチを設置し、10 試技の垂直跳びを行った。その結果、得られた滞空時間の装置間の差は 0.005 ± 0.003 秒であり、装置による差異はなかった。

4. 随意最大等尺性膝関節伸展トルク

静的筋力測定装置(竹井機器工業製)を用いて, 吉本ほか(2012)と同一の方法により, 膝関節伸展筋力を測定した. 被検者は, 股および膝関節をそれぞれ 90 度に固定された姿勢で, 随意最大努力での膝関節伸展動作を行った. このとき股関節角度が変化しないように, ストラップを用いて腰部を固定した. 被検者には, 脱力した状態から 5 秒間かけて最大努力に達するよう指示した. 測定前に測定装置および測定手順に慣れることを目的として, 被検者の最大努力の 50~80%に相当する力発揮を行わせた. 試行回数は 2 回であった. ただし, 2 回の測定値の差が 10%以上あった場合には追加測定を行った. すべての試行の中で最も高い値を代表値として採用した. 得られた筋力に下腿長(膝皺点から外果までの長さ)を乗じて膝関節伸展トルクに換算し, 体重で除した相対値として表した.

5. 統計処理

すべての測定値は平均値±標準偏差で示した. 群ごとに対応のある t 検定を行った. 練習前後の跳躍高の変化量と練習前の跳躍高および体重当たりの膝関節伸展トルクとの関係を検討するために, ピアソンの積率相関係数を用いた. すべての統計処理は SPSS (IBM SPSS Statistics 20)を用いて行い, 有意水準は 5%未満とした.

IV. 本事例に対する結果とその考察

図 2 には, 各群の練習前後における垂直跳びの跳躍高の変化を示す. 椅子ジャンプによって跳躍高は中学生群および高校生群において有意に増加した. 中学生では 13 名中 11 名, 高校生では 16 名中 12 名が増加し, その平均の変化量は, 中学生群 4.0 cm, 高校生群 3.4 cm であった.

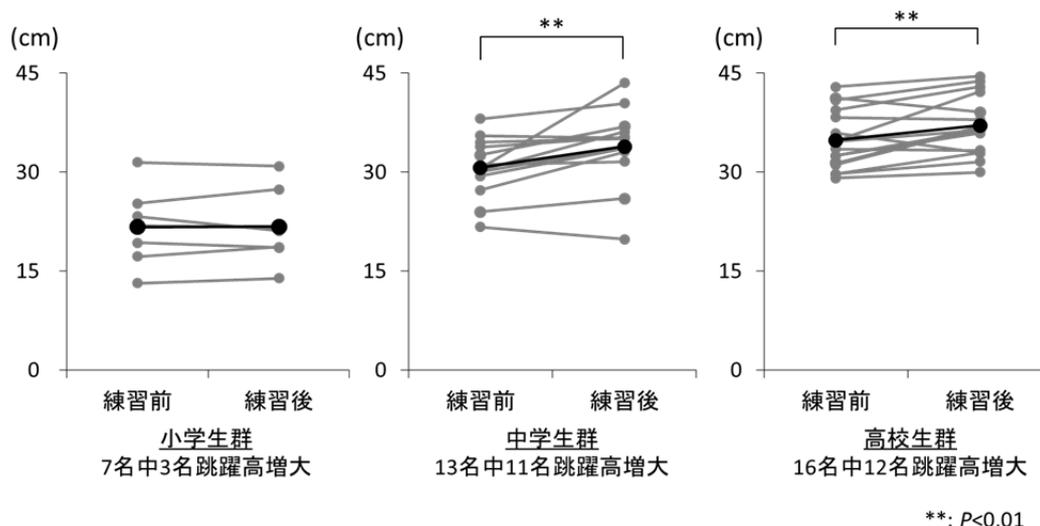


図 2. 小学生, 中学生および高校生における被検者毎の跳躍高の変化

小学生群では跳躍高に有意な増加は認められなかったが, 7 名中 3 名の跳躍高が増大した.

動画1、動画2に、跳躍高が増大した小学生 1 名の練習前後の跳躍動作の映像を示す。映像から確認できるように、練習後では練習前と比較して、臀部を後ろに引きながら、股関節および膝関節をより屈曲することで地面を強く押して跳躍している。このような動作の変化は、中学生群および高校生群にも同様に観察された。このことから、本事例で行った椅子ジャンプは、垂直跳びの動作の改善に有効であり、中学生と高校生の跳躍高を増大させることが明らかとなった。

練習後の跳躍高の変化量と練習前の跳躍高との間には、有意な相関関係は認められず(図 3)、このことは、椅子ジャンプの効果が実施者の跳躍能力の初期状態の影響を受けないことを示している。一方、椅子ジャンプによる跳躍高の変化量は、体重あたりの膝関節伸展トルクと有意な正の相関関係が認められた($r = 0.391, P < 0.05$, 図 4)。この結果は、椅子ジャンプによって跳躍動作が改善されたとしても、跳躍高の変化は実施者の体重あたりの関節トルクの影響を受けることを意味する。本事例では体重あたりの膝関節伸展トルクは、先行研究(吉本ほか, 2012)と同様に、小学生群, 中学生群, 高校生群の順で高かった。つまり、体格に対して発揮できる脚筋力が高くなる中学生期頃から、椅子ジャンプの効果が大きくなる可能性がある。一方で、小学生群では動画 1 に観察されるように動作が変化する可能性があるものの、跳躍高が改善された 3 名の練習後の変化量はそれぞれ 2.2 cm, 1.4 cm および 0.7 cm と、中学生群および高校生群の変化量に比べ低い値であった。つまり、小学生群では股関節および体幹の屈曲・伸展動作に変化が観察されたとしても、体重あたりの下肢筋力が低いため、地面を強く押し出すことが出来ず、跳躍高の増大に結び付かなかったと考えられる。

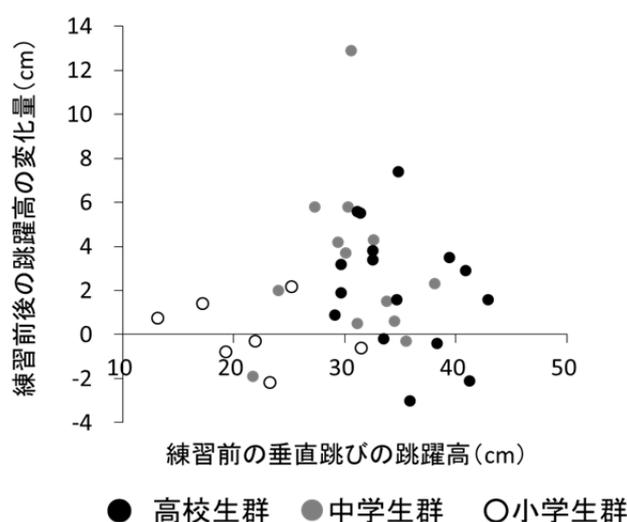


図 3. 練習前後における跳躍高の変化量と練習前の垂直跳びの跳躍高との関係

動作様式の変化以外に跳躍高が増大した要因として、運動後筋力増強効果の影響(Dimitris et al., 2007)が考えられる。本研究ではそれらの要因による影響の詳細を明らかにすることはできないが、運動後筋力増強効果は発育の影響を受けないという先行知見(Pääsuke et al., 2000)がある。

つまり、中学生と高校生の垂直跳びの跳躍高の増大が運動後筋力増強効果によるものであった場合、小学生も同様に跳躍高の増加が認められると考えられる。しかしながら、本研究では、小学生の跳躍高には変化が認められなかったことから、運動後筋力増強効果の影響は少ないと考えられる。

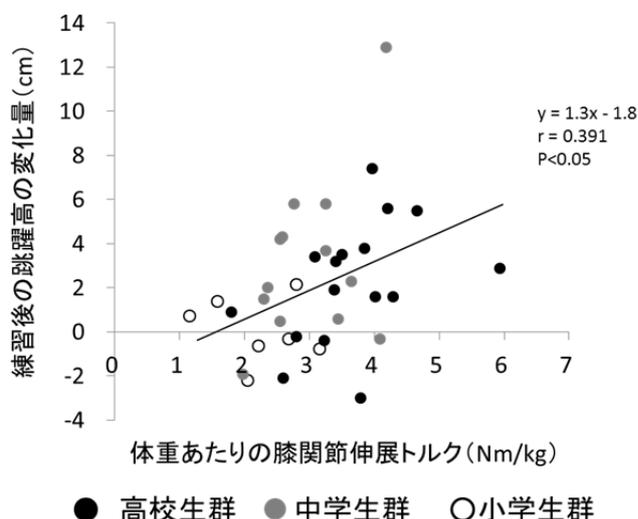


図 4. 練習前後における跳躍高の変化量と体重あたりの膝関節伸展トルクとの関係

V. まとめ

本事例は、小学生、中学生および高校生男子を対象に、股関節および体幹の屈曲・伸展動作を意識する方法として、椅子を用いた跳躍練習(椅子ジャンプ)を提案し、その方法が垂直跳びの跳躍高に与える一過性の影響を明らかにすることを目的とした。その結果、垂直跳びの跳躍高は中学生および高校生において有意に増大したが、小学生では有意な変化は認められなかった。練習前後の跳躍高の変化量と体重あたりの膝関節伸展トルクとの間には有意な正の相関関係が認められた。練習前後の垂直跳び動作を比較すると、体幹および股関節の屈曲・伸展動作が増大していることが動画から観察された。以上の結果より、椅子ジャンプは体幹および股関節の屈曲・伸展動作を変化させる可能性があるものの、小学生と中学生および高校生とでは、跳躍高の増大に及ぼす影響が異なることが明らかとなった。その要因の一つに、体重あたりの膝関節伸展筋力が影響していることが示唆された。

引用文献

- ・ Dimitris E, Charalambos J, Athanasios K, Kostas C Dimitrios A, Chraistos B, Christos M (2007) Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. J Strength Cond Res. 21:1278-1281.
- ・ 岩竹淳, 山本正嘉, 西菌秀嗣, 川原繁樹, 北田耕司, 関子浩二 (2008a) 思春期後期の生徒に

における加速および全力疾走能力と各種ジャンプ力および脚筋力との関係. 体育学研究. 53:1-10.

- ・ 岩竹淳, 北田耕司, 川原繁樹, 関子浩二 (2008b) 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.
- ・ 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.
- ・ Pääsuke M, Ereline J, Gapeyeva H (2000) Twitch contraction properties of plantar flexor muscles in pre- and post-pubertal boys and men. Eur J Appl Physiol. 82:459-64.
- ・ 田中弘之, 清水安希子, 山本洋司, 松下亮 (2007) 足関節運動の筋力トレーニングが垂直跳びの跳躍高に及ぼす影響: バレーボール競技におけるジャンプパフォーマンス向上のための実践的方策について. 鳴門教育大学実技教育研究. 17:27-32.
- ・ 谷本道哉 (2010) 現場に生かせる: 選手・コーチのためのスポーツ科学講座. コーチングクリニック. 24(11):64-67.
- ・ 辻野昭, 岡本勉, 後藤幸弘, 橋本不二雄, 徳原康彦 (1974) 発育にともなう動作とパワーの変遷について, - 跳躍動作 (垂直跳び, 立ち幅跳び) -. 身体運動の科学 I, 杏林書院. pp.203-243.
- ・ 吉本隆哉, 高井洋平, 藤田英二, 福永裕子, 金高宏文, 西菌秀嗣, 金久博昭, 山本正嘉 (2012) 小・中学生男子の下肢筋群の筋量および関節トルクが走・跳躍能力に与える影響. 体力科学. 61:79-88.
- ・ 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およびパス能力に及ぼす影響. 体力科学. 55:237-246.