

原著
Original

骨盤運動パターンの中間域での静止性収縮促通手技がジャンプ動作へ及ぼす即時的効果

Immediate effects of resistive static contraction in the middle range of pelvis motion on jump performance

藤原 祐介¹⁾
Yusuke Fujiwara加藤 隆三¹⁾

Ryuzo Kato

田中直樹²⁾
Naoki Tanaka金森 毅繁¹⁾

Takeshige Kanamori

- 1) 筑波記念病院
Department of rehabilitation, Tsukuba Memorial Hospital
- 2) 筑波中央病院
Department of rehabilitation, Tsukuba Central Hospital

要旨

骨盤後下方制中間域での静止性収縮 (SCPD) 手技を行い、手技の前後でジャンプ動作能力に変化が生じるかを Single leg hop test を用いて検証した。対象は 30 歳以下の男性 20 名とし、平均年齢 (標準偏差) は 25.1(3.2) 歳であった。研究デザインは介入研究の群間比較デザインを用い、対象者を無作為に SCPD 群と、コントロール群に割り付けて実施した。評価は Single leg hop test の測定を各介入の前後で測定し、大腿直筋、大腿二頭筋、腓腹筋、前脛骨筋の筋活動を記録した。その結果、SCPD 群はコントロール群と比較し Single leg hop test の変化率と大腿直筋、腓腹筋の最大振幅の変化値が有意に増大した。この結果より、SCPD 手技により遠隔後効果としてジャンプ動作に必要な筋群の運動単位が動員されやすくなった結果、跳躍距離が有意に改善したものと考えられた。

キーワード

PNF、SCPD 手技、遠隔後効果、Single leg hop test、筋電図

はじめに

スポーツの復帰を目的としたリハビリテーションでは、ジャンプ動作の獲得が重要であり、ジャンプ動作は股関節、膝関節の屈伸筋力との関連性が高い¹⁾ことが報告されている。ジャンプ動作能力の向上のための先行研究には、膝関節伸筋群のトレーニングを行うことが有効であり、トレーニング効果を十分に引き出すためには、筋肉の最大発揮張力を増加させるトレーニングを行った後に、協調性の改善を図ること

が有効²⁾との報告がある。また、膝関節の伸筋力だけでなく屈曲筋力にも着目し、目的とする動作に応じたジャンプ動作トレーニングを行うことが有効³⁾との報告もある。

一方、近年では動作能力を促通させる手技として固有受容性神経筋促通法 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation : PNF) の骨盤抵抗運動パターンの中間域での静止性収縮促通手技 (Sustained Contraction Facilitation Technique in the

middle range of motion : SCF 手技)⁴⁾ の1つである骨盤後方下制の中間域での静止性収縮の促通 (Sustained Contraction of Posterior Depression : SCPD) 手技が用いられている。SCPD 手技が動作能力に与える影響について、一側下肢のみ整形外科疾患を有する患者の階段昇降能力が改善した⁵⁾ ことや、下肢に整形外科疾患を有する患者の歩行時間が改善した⁶⁾ こと、健康成人における上肢運動の協調性が改善した⁷⁾ こと、脳卒中後片麻痺患者の片脚立位保持時間が経時的に増大する⁸⁾ こと、脳卒中後片麻痺患者の起居動作が改善した^{9,10)} こと、急性期脳卒中患者の座位バランスが改善した¹¹⁾ こと、整形外科疾患患者の荷重量が改善した¹²⁾ ことなど多数の報告がある。このように、SCPD 手技の効果について様々な動作能力について検証されているが、ジャンプ動作能力に及ぼす効果については検証されていない。そこで本研究では、SCPD 手技のジャンプ動作に与える即時的効果について検証することを目的とした。

対象と方法

1. 対象

本研究の同意が得られた、下肢、体幹に著明な整形外科疾患の既往がない30歳以下の男性20名とした。平均年齢(標準偏差)は25.1(3.2)歳、平均身長(標準偏差)は170.7(4.2)cm、平均体重(標準偏差)は62.1(6.4)kgであった。対象者には研究の目的及び方法を十分に説明し、研究への参加は任意であり研究に参加しない場合でも不利益を受けないことを説明した。また、得られたデータはID化して管理し、研究の目的以外では使用しないことを説明し同意を得た。

2. 方法

研究デザインは介入研究の群間比較デザインを用いた。対象者を SCPD 群とコントロール群に無作為に割り付け、研究プロトコルは跳躍計測、手技介入、跳躍計測の順で実施した。(図1、表1)。

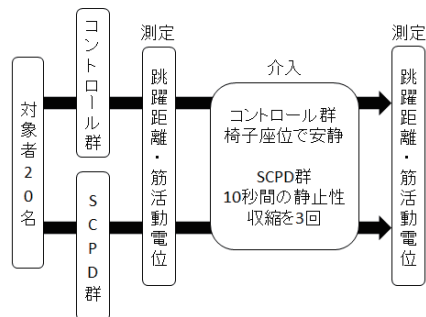


図1. 研究デザイン

3. 各介入の実施方法

1) SCPD 群

被験者の肢位は利き足を上にした側臥位とし、骨盤の後方下制の中間域で2-3kgの抵抗量で10秒間の静止性収縮を3回行い、1回毎に10秒間の安静期間をとった。抵抗量はモービィ MT-100W(酒井医療社製)を使用し2-3kgの抵抗量の

表1. 対象者情報

	対象者(n)	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
全体	20	25.1 ± 3.2	170.7 ± 4.2	62.1 ± 6.4
コントロール群	10	24.5 ± 2.8	170.5 ± 2.2	61.5 ± 6.1
SCPD群	10	25.7 ± 3.4	170.9 ± 5.5	62.6 ± 5.8

数値は平均±標準偏差を表記

再現性を確認した上で実施した。SCPD 手技の用手接触は手掌を被験者の坐骨結節に置き、運動方向は上前腸骨棘と肩峰を結ぶ線に平行な前方拳上方向とした。手技は日本PNF学会上級コースを終了した同一検者が実施した(図2)。

2) コントロール群

SCPD 群の手技を実施した時間と安静期間を合計した時間(60秒間)を椅子座位で安静にした。



図2. SCPD 手技

4. 評価

評価項目はジャンプ動作による跳躍距離と動作時の筋活動電位とした。ジャンプ動作能力の評価は、競技復帰基準に使用される指標の1つで、国際的な靭帯損傷膝に対する評価基準である International Knee Documentation Committee (IKDC) form の項目に含まれている Single leg hop test を採用した。Single leg hop test の有用性に関しては諸家の報告が見られており、膝崩れのリスクやスポーツ活動の制限との関連性を示した報告¹³⁾ や、膝前十字靭帯再建術後患者において膝関節機能の主観的評価やスポーツへの復帰時の能力との関連性を示した報告¹⁴⁾、膝前十字靭帯再建術後の評価において膝関節安定性評価や膝屈伸筋力評価だけではなく、Single leg hop test のような機能的運動能力テストを行う必要性を示した報告¹⁵⁾ などがある。

1) Single leg hop test

測定方法は片脚立位から前方にジャンプし同側の脚で着地した際のジャンプ前のつま先から、ジャンプ後のつま先までの距離を測定した。測定側はボールを蹴りやすい側を利き足とし、ジャンプ時における腕の振りは自由に許可した。計測器具はメジャーを用いて行い、定点でのビデオカメラ撮影のもと第三者によりつま先の位置を確認し測定した。測定は介入の前後での利き足の Single leg hop test の跳躍距離を2回測定し、最大値を採用した。

2) 筋電図

表面筋電図計はスポーツセンシング社製ワイヤレス筋電センサーを使用し、測定筋は大腿直筋、大腿二頭筋、腓腹筋、前脛骨筋とし、ジャンプ開始前から着地直前までの筋活動を記録した。電極の貼付位置は大腿直筋が膝蓋骨上縁と上前腸骨棘を結んだ中点、大腿二頭筋が腓骨頭と坐骨結節を結ぶ線の遠位 2/3、腓腹筋は下腿の走行に沿ったライン上の最も膨隆した部位、前脛骨筋は筋の走行に沿った近位 1/3 を指標とし、収縮を確認のもと貼付した。2 回の Single leg hop test の跳躍距離の測定のうち跳躍距離が長かった方の筋活動電位を採用した。

5. データの分析方法

1) Single leg hop test の分析方法

$\{(\text{介入後の距離} - \text{介入前の距離}) / \text{介入前の距離}\} \times 100(\%)$ から各介入前の跳躍距離を基準とした変化率を算出した。

2) 筋電図の分析方法

表面筋電図計より得られた筋電位データは 100msec ごとの二乗平均平方根(Root Mean Square:RMS)により平滑化した。そして、3 秒間の最大等尺性収縮(Maximum Voluntary Contraction:MVC)を 100% として正規化し %MVC を算出し、最大振幅を値とした。そして、介入後の %MVC から介入前の %MVC を引いた変化値を算出した。統計解析は、跳躍距離の変化率と各筋の最大振幅の変化値をそれぞれウェルチの t 検定を用いて群間比較を行った。統計解析は R.2.8.1 を用いて解析し、有意水準は 5% とした。

結果

1) Single leg hop test の変化率

各群における Single leg hop test の変化率は SCPD 群 8.86 ± 4.99%、コントロール群 0.63 ± 1.68% であった。ウェルチの t 検定の結果、SCPD 群はコントロール群と比較し有意な跳躍距離の改善が認められた ($p < 0.001$) (図 3)。

2) 最大振幅の変化値

%MVC の変化値は SCPD 群、コントロール群の順に、大腿直筋 (0.207 ± 0.11, 0.043 ± 0.11; $p = 0.005$)、大腿二頭筋 (-0.102 ± 0.16, 0.001 ± 0.15; $p = 0.146$)、腓腹筋 (0.224 ± 0.25, -0.104 ± 0.13; $p = 0.004$)、前脛骨筋 (-0.039 ± 0.15, 0.017 ± 0.13; $p = 0.401$) であり、大腿直筋と腓腹筋で有意差が認められた (表 2)。

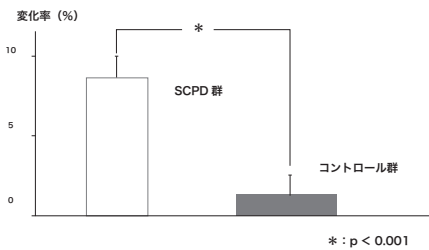


図 3. 跳躍距離の変化率

表 2. 最大振幅の変化値

	コントロール群 (n=10)	SCPD 群 (n=10)	p-value
大腿直筋	0.043 ± 0.11	0.207 ± 0.11	0.005
大腿二頭筋	0.001 ± 0.15	-0.102 ± 0.16	0.146
腓腹筋	-0.104 ± 0.13	0.224 ± 0.25	0.004
前脛骨筋	0.017 ± 0.13	-0.039 ± 0.15	0.401

数値は平均±標準偏差を表記

考察

SCPD 手技は膝関節伸筋群筋力値の改善¹⁶⁾ や足関節底屈筋群の最大筋力の改善¹⁷⁾ に関連することが報告されており、股関節の伸展・外転・内旋パターンに関与することから、脚伸筋力を発揮する運動全般に効果的である可能性が考えられる。今回の研究対象であるジャンプ動作は脚伸筋力を発揮する代表的な動作であり、SCPD 手技により能力が改善することが想定された。

本研究の結果において、SCPD 群とコントロール群での跳躍距離に有意差が認められたことにより、SCPD 手技がジャンプ動作能力の改善に有効であることが示唆された。

最大振幅の群間比較において、SCPD 群で大腿直筋、腓腹筋の筋活動が有意に増大していた。一般的にジャンプ動作は大腿直筋や腓腹筋などの二関節筋が活動する¹⁸⁾ といわれており、股関節屈曲筋力とジャンプ動作能力に関係性がある¹⁹⁾ ことや、足関節底屈筋力がジャンプ動作能力に影響を及ぼす²⁰⁾ ことなどが報告されている。また、SCPD 手技の遠隔効果に関する生理学的機序については諸家の報告がある。新井らは²¹⁾、SCPD 手技時の橈側手根屈筋 H 波振幅の計測により、運動時は橈側手根屈筋を反射的に抑制し、その後の橈側手根屈筋 H 波の促進が生じることを報告し、SCPD 手技により上向性に遠隔部位を促進するリバウンド現象の生理学的根拠を報告した。白谷らは²²⁾、機能的磁気共鳴画 (fMRI) の計測により、SCPD 手技時とボールを握る動作の脳の賦活部位で左感覚運動野がオーバーラップすることを報告し、SCPD 手技の遠隔効果を脳皮質レベルで明らかにした。清水らは²³⁾、ヒラメ筋の遠位部である骨盤周囲筋群の静止性収縮により、ヒラメ筋 H 波振幅値比が増大したことから、中枢神経系に興奮が増大した可能性を報告した。今回の結果より、SCPD 手技により遠隔後効果としてジャンプ動作に必要な大腿直筋と腓腹筋の運動単位が動員されやすくなったことで、跳躍距離が有意に改善したものと考えられた。

一方で、大腿二頭筋は主動筋が拮抗筋の活動を抑制する相反抑制により、SCPD 群の方で筋活動が減少すると予想されたが、減少する傾向を示したものの、有意差は認めなかった。ジャンプ動作は膝関節最大屈曲位に達する前後の局面において、大腿直筋と大腿二頭筋が同時に活動する同時収縮の現象が報告されており、最大屈曲時の同時性収縮が強い人ほど、ジャンプ動作の跳躍高が高くなる²⁴⁾との報告がある。大腿二頭筋の筋活動については、動作の相を細分化して検証することが必要だと考えられる。

本研究は下肢の筋活動からジャンプ動作能力を検証しており、ジャンプ動作時の筋活動のタイミングや床反力、体幹機能などは検証していない。また、健康者を対象として検証しているため、膝関節前十字靭帯損傷後などジャンプ動作能力の低下したものを対象とした場合も同様の結果となるか不明である。今後、ジャンプ動作能力と SCPD 手技との関連性を検証するためには、さらに多面的に検討する必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 相澤高治, 松田雅弘, 切り替えしジャンプ動作と股・膝関節屈伸筋力との関連性についての検討. 理学療法科学, 28(4), p547-550, 2013.
- 2) Akinori Nagano, Karin G.M.Gerritsen. Effects of Neuromuscular Strength Training on Vertical Jumping Performance-A Computer Stimulation Study-. Journal of applied biomechanics, 17, P113-128, 2001.
- 3) 太田垣あゆみ, 西村純, 市橋則明. 等速性膝屈曲・伸展筋力とジャンプ能力との関係. 理学療法京都, 36, p88-89, 2007.
- 4) 新井光男. PNF 運動パターンの中間域での静止性収縮促進手技 (SCF 手技). 柳澤健監修. モビライゼーション PNF. 第1版, p103-111. メディカルプレス. 東京, 2009.
- 5) 田中敏之, 新井光男, 崎野祐吾. 他. 下肢に整形外科疾患を有する患者の骨盤への中間域での静止性収縮手技が昇段能力に及ぼす影響. PNF リサーチ, 18(1), p17-21, 2018.
- 6) 新井光男, 白谷智子, 清水ミシェル・アイズマン. 他. 下肢に整形外科的疾患を有する患者に対する固有受容性神経筋促進法の骨盤のパターンの中間域での抵抗運動による静止性収縮が歩行時間に及ぼす効果. PNF リサーチ, 12(1), p21-25, 2012.
- 7) 岡村繁男, 新井光男, 西浦健蔵. 他. 骨盤後方下制の中間域での静止性収縮の遠隔後効果としての上肢協調性に及ぼす影響. PNF リサーチ, 16(1), p12-17, 2016.
- 8) 高野匠子, 新井光男, 竹澤美穂. 脳卒中後片麻痺患者の骨盤への抵抗運動が片脚立位時間に及ぼす影響. PNF リサーチ, 16(1), p25-31, 2016.
- 9) 平下聡子, 新井光男, 榎本一枝. 他. 脳卒中後片麻痺患者に対する骨盤への抵抗運動の効果—観察的分析による所要時間の短縮の検討—. PNF リサーチ, 10(1), p1-9, 2010.
- 10) 上広晃子, 新井光男, 清水幸恵, 他. 脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動の介入が起き上がり動作に及ぼす影響. PNF リサーチ, 8(1), p34-39, 2008.
- 11) 渡辺伸一, 石黒幸治, 水野晋利, 他. 急性期脳卒中患者に対する骨盤の抵抗運動が座位バランス及び血圧変動に及ぼす影響. PNF リサーチ, 14(1), p20-28, 2014.
- 12) 清水歩, 榎本一枝, 赤木聡子, 他. 骨盤への抵抗運動が整形外科疾患患者の荷重量に及ぼす即時の効果. PNF リサーチ, 14(1), p35-39, 2014.
- 13) Sue D Barber, B.S, Frank R.Noyes. et al. Quantitative Assessment of Functional Limitations in Normal and Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knees. Clinical Orthopaedics and Related Research, 255, p204-214, 1990.
- 14) 白石稔, 水田博志, 久保田健治. 他. 膝前十字靭帯再建術後患者における hop test による機能評価. 整形外科と災害外科, 45(2), p351-354, 1996.
- 15) 伊藤浩充, 丸山孝樹, 木田晃弘. 他. 前十字靭帯再建術後患者における膝関節安定性評価と膝屈伸筋力評価および片脚跳躍能力評価の臨床的意義について. 理学療法学, 23(2), p59-65, 1996.
- 16) 井出夏葵, 白谷智子, 保原豊. 脊椎圧迫骨折患者に対する下部体幹筋群への抵抗運動による静止性収縮促進手技が膝関節伸展筋力に及ぼす影響. PNF リサーチ, 17(1), p20-24, 2017.
- 17) 白谷智子, 新井光男, 来間弘展. 他. 固有受容性神経促進法の骨盤パターンの静止性収縮が足関節骨折後の足関節底屈筋群の筋力に及ぼす影響. PNF リサーチ, 18(1), p13-16, 2018.
- 18) 深代千之. 跳躍のしくみ. 体育の科学, 57(7), p492-500, 2007.
- 19) 相澤高治, 松田雅弘. 股関節屈曲・伸展筋力とジャンプ能力テストの関係性の検討. 理学療法科学, 25(6), p889-892, 2010.
- 20) 田中弘之, 清水安希子, 山本洋司. 他. 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: パ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, p27-32, 2007.
- 21) Arai Mitsuo, Shiratani Tomoko, Michele Eisemann Shimizu, et al. Reproducibility of the neurophysiological remote rebound effects of a resistive static contraction using a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern in the mid-range of pelvic motion of posterior depression on the flexor carpi radialis H-reflex. PNF リサーチ, 12(1), p13-20, 2012.
- 22) 白谷智子, 新田収, 新井光男. 他. 固有受容性神経筋促進法の骨盤のパターンの中間域での抵抗運動による静止性収縮が手運動野の脳活動に及ぼす影響—機能的 MRI における検討—. PNF リサーチ, 12(1), p39-45, 2012.
- 23) 清水千穂, 田中好美, 久保田敬介. 他. 骨盤への抵抗運動が同側ヒラメ筋 H 波に及ぼす影響. PNF リサーチ, 15(1), p54-61, 2015.
- 24) 升佑二郎, 駒形純也, 村松憲. 他. 垂直跳び動作における大腿直筋および大腿二頭筋の筋活動の左右差. 健康科学大学紀要, 10, p89-97, 2013.

Abstract:

The purpose of this study was to determine the immediate effects on jump performance of resistive static contraction of posterior depression (SCPD) in the middle range of pelvic motion. A single leg hop test was used to measure the jumping distance on one leg. The subjects were 20 males aged 30 years or younger. The average age (standard deviation) was 25.1 (3.2) years. The subjects were randomly assigned to a SCPD group and a control group, and inter-group comparison was performed. The distance of the single leg hop test was measured before and after each intervention and the activities of the rectus femoris, biceps femoris, gastrocnemius, and tibialis anterior muscles were measured. A Welch t-test showed that the SCPD group had significant improvements in the single leg hop test and muscle activity of the rectus femoris and gastrocnemius muscles, compared to the control group. This suggests that the jumping distance was improved significantly because muscle activity necessary for the jump movement became easier to mobilize as a remote aftereffect using the SCPD technique.

Key words:

PNF, SCPD, remote aftereffect, single leg hop test, electromyogram