

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

The after-effects of resistive static contraction facilitation technique using Proprioceptive Neuromuscular Facilitation in the middle range of pelvic motion on the improvement of time to ascend stairs in orthopedic patients

田中敏之¹⁾
Toshiyuki Tanaka
白谷智子⁴⁾
Tomoko Shiratani新井光男²⁾
Mitsuo Arai崎野祐吾³⁾
Yugo Sakino

- 1) 南芦屋浜病院
Department of Rehabilitation, Minamishiyahama Hospital
- 2) 首都大学東京 健康福祉学部
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University
- 3) 河北病院
Department of Rehabilitation, Kahoku Hospital
- 4) 苑田第二病院
Department of Rehabilitation, Sonoda Second Hospital

要旨

整形外科疾患患者に対し、モビライゼーション PNF の手技の 1 つである骨盤前方挙上の中間域での抵抗運動による静止性収縮の促通 (SCAE) 手技および骨盤後方下制の中間域での静止性収縮 (SCPD) 手技を行い、昇段能力に及ぼす即時的効果を検証した。対象は、一側下肢のみ整形外科疾患を有し 18cm の階段が手摺りを持たずに一足一段で昇段可能な 13 名 (男性 5 名, 女性 8 名, 平均年齢 64.3 歳, 標準偏差 22.3 歳) に SCAE 手技, SCPD 手技, コントロールを無作為に 1 時間以内に実施し, 12 段の階段を一足一段で昇段してもらい時間を計測し, 介入前後の変化率を指標とした。結果, 各手技とコントロールで有意差を認めた。多重比較検定の結果, SCAE 手技と SCPD 手技はコントロールに比べ有意に昇段時間の短縮を認め, 更に SCPD 手技は SCAE 手技より疼痛の軽減も認めた。これにより, 昇段に関しては脳卒中後片麻痺患者の研究と同様に下肢の伸展相に影響を及ぼした可能性が示唆された。

キーワード

整形外科疾患患者, 静止性収縮, 昇段速度, モビライゼーション PNF

はじめに

我々の臨床場面において, 日常生活動作の獲得レベルにより, 退院先が大きく変わる事を経験する。歩行等の移動手段の獲得はもちろん, 自宅退院に向けてのゴール設定時に坂道歩行や階段昇降の自立を求められることも少なくない。その階段昇降は, 下肢機能障害を有する者や高齢者にとっては, 日常生活動作の中でも非常に難易度の高い移動手段である。階段昇降が可能になると, 日常生活動作だけでなく社会参加にも大きく影響を与えることになる。

歩行に関する先行研究では, Trueblood ら¹⁾ や Wang ら²⁾ は, 脳卒中後片麻痺患者に対して, 固有受容性神経筋促通法

(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF) の骨盤前方挙上と後方下制の求心性収縮への抵抗運動を用いて歩行能力が改善することを報告している。

近年では, モビライゼーション PNF 手技の 1 つである PNF 運動パターンの中間域での抵抗運動による静止性収縮促通手技 (Static Contraction Facilitation Technique in the middle range of motion; SCF 手技) の一つである骨盤後方下制に対して中間域での静止性収縮促通手技 (Static Contraction of Posterior Depression; SCPD 手技) を用いて歩行能力等の改善が得られることが報告されている^{3,4,5,6,7,8)}。

その中で、整形外科疾患に対しての報告として、新井ら³⁾は、神経学的疾患の既往のない下肢に整形外科的疾患を有する22名（人工膝関節全置換術7名、人工膝関節単顆置換術2名、人工股関節全置換術3名、変形性膝関節症2名、膝蓋骨骨折2名、脛骨高原骨折2名、大腿骨骨折2名、足関節脱臼骨折2名）を対象に無作為に、20秒間SCPD手技を2回施行するSCPD手技群と10m歩行を3回繰り返す歩行動作反復群の2群に配置し、10m最大歩行時間を測定、その後に各群共に刺激前後2回ずつ測定した結果、歩行反復練習群と比較しSCPD手技群において有意差が認められ、歩行に及ぼす効果が示唆されたと報告している。また清水ら⁴⁾は、体幹・下肢整形外科疾患患者18名（変形性膝関節症5名、大腿骨頸部骨折3名、人工膝関節置換術2名、膝関節炎1名、胸椎圧迫骨折1名、腰椎圧迫骨折1名、腰椎椎間板症1名、脛骨骨幹部骨折1名、足関節開放脱臼骨折1名、左脛骨開放骨折1名、変形性股関節症1名）を立位自重による荷重練習群と骨盤SCPD手技群とSCAE手技群を無作為に分け、荷重量の増大効果を検証した結果、SCPD手技群は荷重練習群に比べ有意に増加し、SCPD手技群はSCAE手技群に比べても有意に荷重量が増加したと報告している。榎本ら⁵⁾は、下肢に整形外科疾患を有する患者18名（大腿骨頸部骨折術後6名、大腿骨転子部骨折術後5名、人工膝関節全置換術後4名、脛骨高原骨折術後1名、膝半月板損傷1名、足関節脱臼骨折術後1名）に対し、立位荷重練習群、健側SCPD手技群、患側SCPD手技群に無作為に配置し、患側荷重量においては手技間で有意差を認め、健側SCPD手技群と患側SCPD手技群は立位荷重練習群に比べ有意に増加した。荷重痛と不安感においては、手技間での有意差を認めなかったと報告している。

PNFを用いた階段昇降に関する研究は、田中ら⁶⁾が、脳卒中後片麻痺患者を対象に骨盤のSCPD手技およびSCAE手技が昇段能力に及ぼす即時的効果を検証して、コントロール群と比較してSCPD手技群とSCAE手技群が有意であり、かつSCPD手技群はSCAE手技群より有意に昇段速度が改善したと報告している。

しかし、一側下肢に整形外科疾患を有する患者に対して、より強い筋力が要求される昇段動作は、平地歩行に比べ、下肢の振り上げや重心の上下移動が大きく、臨床ではSCAE手技とSCPD手技が有効であることを経験するが、SCAE手技とSCPD手技の効果の差異は明らかでない。

本研究の目的は、一側下肢に整形外科疾患を有する患者を対象に、骨盤のSCAE手技およびSCPD手技が昇段能力に及ぼす即時的効果の差異について検証することとした。

対象と方法

1. 対象

対象者は、一側下肢に整形外科疾患の既往があり、高さ18cmの階段12段を一足一段で手摺りを持たずに昇段が自立レベルの者で、片足立位保持時間が健側の50%以下、また心疾患の問題のない者13名（男性5名、女性8名）、年齢（標準偏差；SD）64.3（22.3）歳とした。13名の疾患名は、大腿骨頸部骨折術後6名、脛骨骨幹部骨折術後2名、変形性膝関節症（保存療法）3名、半月板損傷（保存療法）1名、足根骨骨折術後1名である。

なお、すべての対象者には研究の趣旨を文書と口頭で説明

し、研究同意書に署名を得た。

本研究は医療法人河北会倫理審査委員会において承認を得た（2017年8月7日）。

2. 方法

高さ18cmの階段12段を、健側から一足一段で手摺りを持たずに昇段してもらい、12段目に両足が揃った時点での速度を計測した（図1）。対象者13名に乱数表を用いて無作為に①SCAE手技、②SCPD手技、③コントロール（非運動）に配置し、3つの手技を1時間以内に実施した。その為、疼痛と疲労を考慮して視覚的評価スケール（Visual Analogue Scale；VAS）を用いて、疼痛および疲労感をVASで状態をチェックし、いずれも3/10以下の値に回復した事を確認して各手技を実施した。

SCAE手技とSCPD手技は各手技前に2回の昇段を実施、手技後にも2回の昇段を実施してストップウォッチで速度を計測した。コントロールに関しては2回昇段を計測した後、SCAE手技やSCPD手技を行っている時間と同じ時間安静とさせ、その後に2回データを測定した。



図1. 昇段

高さ18cmの階段12段を、患側から一足一段で手摺りを持たずに昇段してもらい、12段目に両足が揃った時点での速度を計測した。

(各手技の実施方法)

1. SCAE手技

患者に患側を上にした側臥位をとってもらい、骨盤前方上半の中間域での静止性収縮を2～3kgの抵抗量で10秒間行った。1回のSCAE手技毎に10秒間の休息をとった。これを1セットとし3セット行った（図2-a）。

2. SCPD手技

患者に患側を上にした側臥位をとってもらい、骨盤後下方制の中間域での静止性収縮を2～3kgの抵抗量で10秒間行った。1回のSCPD手技毎に10秒間の休息をとった。これを1セットとし3セット行った（図2-b）。

3. コントロール

SCAE手技やSCPD手技を行っている時間と同じ時間、安静座位とした。



図 2-a SCAE 手技



図 2-b SCPD 手技

図 2. 各手技の方法

- a) 患側を上にした側臥位をとってもらい、骨盤前方拳上の中間域での静止性取縮を 10 秒間行った。1 回の SCAE 手技毎に 10 秒間の休息をとった。これを 1 セットとし、3 セット行った。
- b) 患側を上にした側臥位をとってもらい、骨盤後下方制の中間域での静止性取縮を 10 秒間行った。1 回の SCPD 手技毎に 10 秒間の休息をとった。これを 1 セットとし、3 セット行った。

(データの分析方法)

昇段速度の統計解析は各手技前の昇段時間の値を基準値とし、次式により各手技後の変化率を算出した。昇段速度および疼痛 VAS の変化率を指標とし一元配置分散分析を行い、有意差が検出されたものについては多重比較検定 (Bonferroni 法) を行った。有意水準は 5% 未満とした。

$$\text{変化率 (\%)} = (\text{介入後の平均値} - \text{介入前の平均値}) / (\text{介入前の平均値}) \times 100$$

結果

1. 昇段速度

昇段速度の変化率 (SD) は、SCAE 手技は -7.71 (3.18%)、SCPD 手技は -12.65 (1.12%)、コントロールは -0.17 (1.2%) であった。一元配置分散分析の結果、SCAE 手技と SCPD 手技はコントロールと比較して有意差が認められた ($p=0.00$) (表 1)。また、多重比較検定 (Bonferroni 法) を行った結果、SCAE 手技と

SCPD 手技はコントロールと比較して有意差を認め ($p=0.00$)、さらに SCAE 手技より SCPD 手技の方が有意に改善を認めた ($p=0.00$) (図 3)。

表 1. 昇段速度一元配置分散分析

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値
群間変動	1212.6	14	86.61	22.457	0.00
誤差変動	92.57	24	4.4102		
全変動	1305.17	38			

n = 13 (* : $p < 0.01$)

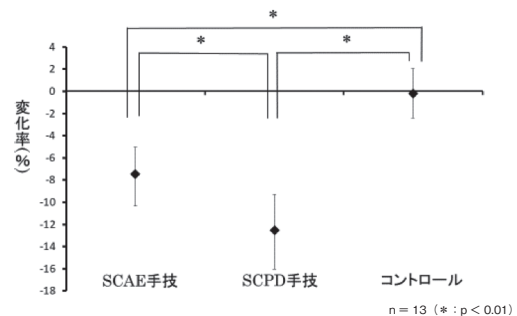


図 3. 各手技の昇段速度変化率

2. 疼痛

疼痛 VAS の変化率 (SD) は、SCAE 手技は -47.44 (22.44%)、SCPD 手技は -58.98 (41.02%)、コントロールは 0.64 (32.69%) で、一元配置分散分析の結果、SCAE 手技と SCPD 手技はコントロールと比較して有意差を認めた ($p=0.01$) (表 2)。多重比較検定の結果、SCAE 手技と SCPD 手技はコントロールと比較して有意差を認め ($p=0.00$)、SCAE 手技より SCPD 手技は有意に改善が認められた ($p=0.03$) (図 4)。

表 2. 疼痛 VAS 一元配置分散分析

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値
群間変動	16705.9	14	1193.28	2.706	0.01
誤差変動	92.57	24	4.499.77		
全変動	27290.38	38			

n = 13 (* : $p < 0.05$)

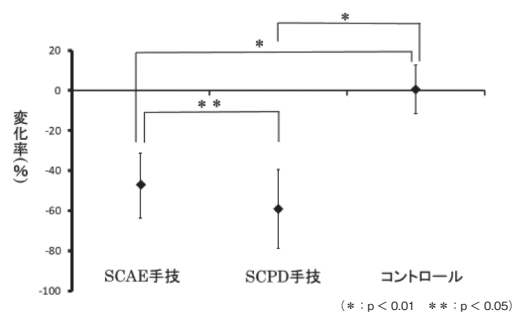


図 4. 各手技の疼痛 VAS 変化率

考察

SCAE 手技より SCPD 手技の方が有意な疼痛の改善を認め、また昇降速度も SCPD 手技が SCAE 手技より有意な改善を認めた。

骨盤 SCPD 手技で階段昇降速度が有意に改善されたのは、遠隔後効果として脊髄レベルの興奮性が関与している可能性が推察される。骨盤 SCPD 手技で抵抗運動時は橈側手根屈筋 H 波の振幅値が有意に小さくなるが（抑制）、安静保持時に橈側手根屈筋 H 波の増大（促進）を生じることも明らかになり、リバウンド現象が示唆された^{9,10}。このリバウンド現象は再現性も認められている¹¹。抵抗運動後の安静時に遠隔後効果として興奮性の増大が生じているので、階段昇降時に運動単位が動員されやすくなっていると推察される。

Shiratani ら¹²は、骨盤 SCPD 手技による下部体幹筋群への静止性収縮による抵抗運動と一側下腿三頭筋の抵抗運動による対側ヒラメ筋 H 波への影響を検証した結果、骨盤 SCPD 手技でヒラメ筋振幅 H/M 比の経時的な増大傾向が認められ、対側からの抵抗運動による影響よりも骨盤への抵抗運動による遠隔からの影響により、ヒラメ筋 H 波（遠隔促進）が有意に大きくなることにより、体幹筋群からの遠隔対側部位への遠隔後効果による萎縮筋へのアプローチの可能性を示唆した。

疼痛の軽減は、抵抗運動時に抑制が生じたか（遠隔効果）、抵抗運動後に抑制が生じた可能性がある（遠隔後効果）。SCAE 手技と SCPD 手技は、モビライゼーション PNF 手技の PNF 運動パターンの中間域での抵抗運動による静止性収縮の促進（Static Contraction Facilitation technique: SCF）手技であり、SCPD 手技は下部体幹筋群への抵抗運動時に遠隔部位の橈側手根屈筋 H 波の興奮（発散現象）は生じないで抑制傾向を示すことが報告されている^{9,10}。今までは運動時には発散現象として促進が生じていると推察されていたが運動時に脊髄レベルの抑制が生じていることを発見した^{9,11}。

また、骨盤 SCPD 手技時に疼痛が軽減された報告^{13,14,15}は多く、運動時の遠隔効果により SCPD 手技時に疼痛が軽減されたと推察され、SCAE 手技においても遠隔後効果として抵抗運動前の安静時よりも深い抑制が生じ^{16,17}、疼痛の軽減が生じた可能性がある。

本研究では、脳卒中後片麻痺患者を対象にした研究結果同様、SCAE 手技より SCPD 手技の方が即時的に昇降速度の短縮を認めたことより、下肢の伸展相に影響を及ぼした可能性が推察された。SCPD 手技は、歩行時間が短縮された報告^{3,4,5,6,7}でもあるように、骨盤の後方下制は立脚期での安定性を高める促進パターンである。SCPD 手技による下部体幹筋群の伸筋群の収縮や下肢の伸筋群へのオーバーフローの即時効果と後効果により昇降速度が増した可能性が示唆された。

結語

臨床的意義として、階段の反復練習で疲労しやすい患者や疼痛があり十分に理学療法を進める事が困難な患者でも、SCPD 手技の実施により、運動機能回復も含め、効率性を高める手技としての可能性が示唆された。

引用文献

- 1) Trueblood PR, Walker JM, Perry J, Gronley JK, Pelvic exercise and gait in hemi-Plegia. *Phys Ther.* 69 (1) . 18-26. 1989.
- 2) Wang Ray-Yau: Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation on the gait of patients with hemiplegia of long and short duration. *Phys Ther.* 74 (12) . 1108-1115. 1994
- 3) 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. p21-25. 2012.
- 4) 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効果. *PNF リサーチ* 14. p35-39. 2014.
- 5) 榎本一枝, 新井光男, 赤木聡子, 他. 異なる側臥位での骨盤の静止性収縮が立位での患側の荷重量に及ぼす後効果. *PNF リサーチ* 15. p39-45. 2015.
- 6) 田中敏之, 白谷智子, 榎本一枝, 他. 脳卒中後片麻痺患者に対する骨盤の中間域での静止性収縮が昇段能力に及ぼす影響. *PNF リサーチ* 17. p1-5. 2017.
- 7) 柳澤真純, 白谷智子, 新井光男, 他. 脳卒中後片麻痺患者に対する骨盤運動パターン中間域での静止性収縮方向が歩行時間に及ぼす効果の差異. *PNF リサーチ* 11. p9-14. 2011.
- 8) 吉国貴子, 新井光男, 原田恭宏, 他. 脳卒中後片麻痺患者に対する PNF 運動パターン中間域での骨盤・肩甲骨静止性収縮促進運動が歩行時間に及ぼす効果. *PNF リサーチ* 11. p21-25. 2011.
- 9) Arai M, Shiratani T : Neurophysiological study of remote rebound-effect of resistive static contraction of lower trunk on the flexor carpi radialis H-reflex. *Current Neurobiology* 3 (1) : p25-29, 2012.
- 10) Arai Mitsuo, Shiratani Tomoko, Michele Eisemann Shimizu, Tanaka Yoshimi, and Yanagisawa Ken. 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 Res.* 12. p13-20. 2012.
- 11) Arai Mitsuo, Shiratani Tomoko, Michele Eisemann Shimizu, Tanaka Yoshimi, and Yanagisawa Ken. 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-carpiradialis H-reflex. *PNF Res.* 12. p13-20. 2012
- 12) Shiratani Tomoko, Arai Mitsuo, Kuruma Hironobu, et al. Neurophysiological remote rebound effects of a resistive static contraction using a Proprioceptive Neuro-muscular Facilitation pattern in the middle range of pelvic motion of posterior depression on the soleus H-reflex. *PNF リサーチ* 15. p24-32. 2015

- 13) Shiratani K, Arai M, Masumoto K, Akagi S, Shimizu A, Tsuboi A, Yanagisawa K, Shimizu ME : Effects of a resistive static contraction of the pelvic depressors technique on the passive range of motion of the knee joints in patients with lower-extremity orthopedic problems. . PNF Res 13 (1) . p8-17, 2013.
- 14) Arai M, Shiratani T. Effect of remote after-effects of resistive static contraction of the pelvic depressors on improvement of restricted wrist flexion range of motion in patients with restricted wrist flexion range of motion J Bodyw Mov Ther. 19 (3) 442-446 Jul 2015
- 15) Arai M, Shiratani T : The remote after-effects of a resistive static contraction of the pelvic depressors on the improvement of active hand-behind-back range of motion in patients with symptomatic rotator cuff tears, . Biomedical Research 23 (3) : 415-419, 2012.
- 16) Arai M, Shiratani T. The Effects of Different Force Directions and Resistance Levels during Unilateral Resistive Static Contraction of the Lower Trunk Muscles on the Ipsilateral Soleus H-reflex in the Side-lying Position. J Nov Physiother 6 (3) 100090. Jun 2016
- 17) Shiratani T, Arai M, Kuruma H, Masumoto K. The effects of opposite-directional static contraction of the muscles of the right upper extremity on the ipsilateral right soleus H-reflex. J Bodyw Mov Ther. 2017;21 (3) :528-533 doi:10.1016/j.jbmt.2016.08.004. Epub 2016 Aug 12.
-

Abstract:

The purpose of this study was to determine the after-effects of resistive static contractions of pelvic anterior elevation (SCAE) and pelvic posterior depression (SCPD) using proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) in the middle range of pelvic motion on the time to ascend stairs in orthopedic patients. The subjects were 13 patients (mean (SD) age, 64.3 (22.3) years) with various levels of motor impairment who were randomly assigned to the SCPD, SCAE, or control groups. Effects were examined within 1 hour. The participants stood one foot from the bottom of a 12-step flight of stairs. They were instructed to walk as quickly as possible (but not to run) and to take one step at a time. In this procedure, a significant difference was found between each procedure and the control. In a multiple comparison test, SCAE and SCPD both significantly reduced the ascending time compared with the control, and subjects had less pain after SCPD compared to SCAE. These results suggest that the procedures may have influenced the extension phase of the lower limbs, as in hemiplegic patients after stroke, and that SCPD may have an immediate after-effect for improving the time to ascend stairs in orthopedic patients.

Key words:

Orthopedic patients, Static contraction, Speed of ascending stairs, Mobilization PNF