

肩関節運動障害に対する抵抗運動による静止性収縮の促進手
技が自動関節可動域に及ぼす後効果

The after-effects of the resistive static contraction facilitation technique in the middle range of motion on the improvement of the active range of motion of the shoulder joint in orthopedic patients ascend stairs in stroke patients

梶本一枝 ¹⁾ Masumoto Kazue	白谷智子 ²⁾ Shiratani Tomoko	赤木聡子 ³⁾ Akagi Satoko
竹澤美穂 ⁴⁾ Takezawa Miho	田中敏之 ⁵⁾ Tanaka Toshiyuki	新井光男 ⁶⁾ Arai Mitsuo

- 1) しげのぶ整形外科リウマチ・リハビリクリニック
Department of Rehabilitation, Shigenobu Orthopedics Rheumatism Rehabilitation Clinic
- 2) 苑田第二病院
Department of Rehabilitation, Sonoda Second Hospital
- 3) やまさき整形外科
Department of Rehabilitation, Yamasaki Orthopedics
- 4) すずき病院
Department of Rehabilitation, Suzuki Hospital
- 5) 南芦屋浜病院
Department of Rehabilitation, Minamiashiyahama Hospital
- 6) 首都大学東京 健康福祉学部 理学療法学科
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

要旨

医師による肩関節可動域訓練の禁忌指示がなく、可動域制限や痛みを有する患者に対して、異なる遠隔部位の静止性収縮手技の後効果を明らかにすることを目的とした。10名の対象者（平均年齢64.1歳、標準偏差15.7歳）にSS手技、患側骨盤SCPD手技（上行性の遠隔効果）、健側上肢SCF手技（交叉性教育による対側への後効果）を無作為の順序で行った。繰り返しのない二元配置分散分析の結果、肩関節自動関節可動域（AROM）においては、SS手技に比べ患側SCPD手技が有意に増大した（ $P<0.05$ ）が、痛みにおいては有意差を認めなかった。本研究結果より、肩関節運動障害に対して間接的アプローチを行う場合は、上行性の遠隔後効果を期待した患側骨盤SCPD手技が有効であることが示唆された。

キーワード

PNF, 中間域での静止性収縮, 自動関節可動域, 痛み, 遠隔後効果

はじめに

運動器障害による肩関節の可動域制限や痛みは、直結して日常生活動作や生活の質に影響するため、臨床において様々な方法でアプローチされている。近年、関節可動域制限や痛みがある患側に対して直接的アプローチに比べ間接的アプローチの方が有効である報告が散見される。直接的アプローチは関節可動域制限のある当該関節に直接アプローチする方法であり、持続伸張手技（Sustained Stretch; SS手技）等を用いることが多い。間接的アプローチでは、上行性あるいは下行性の神経生理学的遠隔効果¹⁾や対側への交叉性教育の応用²⁻⁴⁾の有効性が報告されている。

下行性の神経生理学的遠隔効果としてジェンドラシク手技がある。ジェンドラシク手技の応用として、手関節伸筋群の選択的な随意収縮により遠隔のヒラメ筋の運動ニューロンが促進されたことを報告しており、その生理学的機序として脊髄固有反射の関与が推測されている¹⁾。また、上行性の遠隔効果として、下部体幹筋群の収縮による上肢への影響が報告されており、この効果も脊髄固有反射の影響と推測されている⁵⁾。臨床においては、SS手技に比べ、固有受容性神経筋促進法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF）⁶⁾の骨盤後方下制での中間域での静止性収縮促進手

技 (Sustained Contraction of Posterior Depression in the middle range of motion technique; SCPD 手技) の遠隔後効果として、整形外科疾患の肩・肘関節角度を有意に改善したこと⁷⁾や手関節自動関節可動域 (Active Range of Motion; AROM) が拡大したことが報告されている⁸⁾。肩関節周囲炎患者においては、骨盤 SCPD 手技が SS 手技に比べ有意に内・外旋 AROM が拡大したことが報告されている⁹⁾。

もう一つの間接的アプローチである交叉性教育とは、一側肢の運動時に対側である非運動肢の筋活動が生じる現象であり²⁾、肘関節屈伸の求心性収縮あるいは静止性収縮で、1回の最大随意収縮力 (maximal voluntary contraction; MVC) でも対側同名筋が活性化することを報告されている¹⁰⁾。また、足関節底背屈筋群の静止性収縮による対側の非運動肢のヒラメ筋 H 反射振幅値の増大が報告されている¹¹⁾。臨床においては、整形外科疾患で固定による痛みを有する萎縮した大腿四頭筋のトルク値と大腿直筋の積分筋電値が、健側の直線抵抗運動と比較し内旋を含む抵抗運動で有意に高かったことが報告されている⁴⁾。

しかし、肩関節運動障害に対してどの間接的アプローチによる遠隔後効果が有効かは明らかでない。

本研究の目的は、肩関節に可動域制限と痛みのある患者に対し、持続伸張を対照刺激とし、下行性の神経生理学的遠隔効果としてモビライゼーション PNF 手技の患側骨盤 SCPD 手技、交叉性教育としてモビライゼーション PNF 手技の健側上肢に対する中間域での静止性収縮手技 (Sustained Contraction Facilitation technique in the middle range of motion; SCF 手技) の AROM に及ぼす遠隔後効果についての比較検証を行った。

対象と方法

1. 対象

対象は中枢神経障害および認知症がなく、肩関節に可動域制限と痛みのある患者とし、医師の指示により、関節可動域訓練が禁忌の症例は除外とした。男性 6 名、女性 4 名の計 10 名で、平均年齢 (標準偏差;SD) 64.1 (15.7) 歳であった。対象疾患は、上腕骨近位端骨折術後、肩腱板損傷、肩腱板炎、肩関節周囲炎、鎖骨遠位端骨折であった。なお、すべての対象者に研究の趣旨を説明し、参加することの書面での同意を得た。本研究は医療法人苑田会倫理委員会の承諾を得た。

2. 方法

対象者に SS 手技、患側骨盤 SCPD 手技、健側上肢 SCF 手技を無作為に行った。手技の順序は乱数表にて決定した。肩関節 AROM の測定は頸椎ピンチ (図 1) とし、各手技前の距離を基準値として変化率を求め指標とした。また、肩関節の痛みは、視覚的評価スケール (Visual Analogue Scale ; VAS) を用い、各手技前の距離を基準値として変化率を求め指標とした。



図 1 頸椎ピンチの測定方法

上肢を体幹背面に上部から回し、示指で脊椎を指し、示指指尖と第 7 頸椎の距離 (mm) を測定した。

(各手技の実施方法)

① SS 手技

患者の肢位は背臥位とし、患者にリラックスさせ肩関節屈曲方向に他動的に持続性伸張を 60 秒間実施した。強さは痛みが出現しない程度とした (図 2-a)。

②患側骨盤 SCPD 手技

患側を上にした側臥位となり、患者の坐骨結節に用手接触し、骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮を行った (図 2-b)。

③ 健側上肢 SCF 手技

患者の肢位を背臥位とし、患者の健側手背と上腕遠位部に用手接触し、上肢屈曲・外転・外旋パターンの中の中間域での静止性収縮を行った (図 2-c)。

患側骨盤 SCPD 手技と健側上肢 SCF 手技において、最大筋力は、徒手筋力計 (酒井医療社製徒手筋力計 モービー・MT-100) を用い測定し、手技の抵抗量は 20%MVC とした。10 秒間の実施後に 10 秒間の休憩をはさみ、これを 3 セット実施した。



a) SS 手技



b) 患側骨盤 SCPD 手技



c) 健側上肢 SCPD 手技

図2 各手技の実施方法

- SS手技は、患者にリラックスさせ肩関節屈曲方向に他動的に持続伸張を60秒間実施した。
- 患側骨盤 SCPD 手技は、坐骨結節に用手接触した骨盤後方下制の中間域での静止性収縮を行った。
- 健側上肢 SCF 手技は、手背と上腕遠位部を用手接触した上肢屈曲・外転・外旋パターンの中継域での静止性収縮を行った。
- b) と c) の抵抗量は 20% MVC とし、10 秒間の静止性収縮の後に 10 秒間の休憩を行い、それを 3 セット行った。

(頸椎ピンチの測定方法)

肩関節 AROM の変化の指標は、頸椎ピンチを用いた。頸椎ピンチとは、上肢を体幹背面に上部から回し、示指で脊椎を指し、示指指尖と第 7 頸椎の距離 (mm) を測定する方法である (図 1)。測定は手技前後に行った。

10 名を対象に手技前 3 回の測定値の級内相関係数 (ICC (1, 1)) は 0.98 と高い再現性が得られた。

(痛みの測定方法)

痛みの変化の指標は、視覚的評価スケール (Visual Analogue Scale ; VAS) を用いた。紙上面の 10cm の両端を「痛みが全くない」と「想像できる最高の痛み」とし、自分自身の痛みの状態をチェックしてもらった。「痛みが全くない」を 0 とし、0 からチェックされた点の距離 (mm) を測定し、評価は手技前後の頸椎ピンチ測定後に行った。

3. データの分析方法

頸椎ピンチと VAS の統計解析は各手技前の値を基準値とし、次式により各手技後の変化率を算出した。頸椎ピンチ及び VAS の変化率を指標とし繰り返しのない二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 (Scheffé 法) を行った。有意水準は 5% 未満とした。

$$\text{変化率 (\%)} = \frac{(\text{手技後測定値} - \text{手技前測定値})}{\text{手技前測定値}} \times 100$$

結果

1. 肩 AROM

各手技の頸椎ピンチ平均変化率 (SD) は、SS 手技は - 9.80 (7.92) %、患側骨盤 SCPD 手技は 62.56 (86.77) %、健側上肢 SCF 手技は 29.49 (39.66) % であった。繰り返しのない二元配置分散分析の結果、各手技間において有意差が認められた (P<0.05)。多重比較検定 (Scheffé 法) を行った結果、患側骨盤 SCPD 手技は SS 手技に比べ有意に増大していた (P<0.05) (表 1) が、SS 手技と健側上肢 SCF 手技、患側骨盤 SCPD 手技と健側上肢 SCF 手技では有意差は認めなかった (図 3)。

表 1 頸椎ピンチ変化率の繰り返しのない二元配置分散分析

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
手技間変動	26243.119	2	13121.56	4.23	0.03
誤差変動	55846.182	18	3102.57		
全変動	108724.82	29			

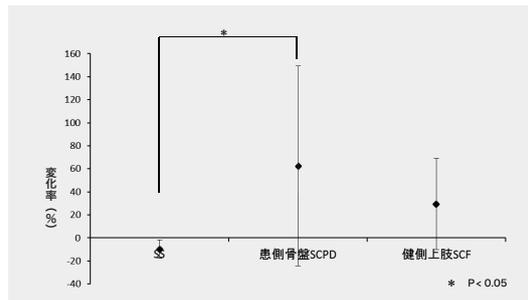


図3 各手技の頸椎ピンチ変化率

各手技の頸椎ピンチ変化率の平均値と標準偏差をグラフに示した。SS 手技と患側骨盤 SCPD 手技間において危険率 5% で有意差を認めた。SS 手技と健側上肢 SCF 手技間、患側骨盤 SCPD 手技と健側上肢 SCF 手技間では有意差は認めなかった。

2. 痛み

各手技の VAS 平均変化率 (SD) は、SS 手技は - 1.38 (49.92) %、患側骨盤 SCPD 手技は - 39.33 (30.51) %、健側上肢 SCF 手技は - 35.91 (24.57) % であり、有意差は認めなかった (表 2, 図 4)。

表 2 VAS 変化率の繰り返しのない二元配置分散分析

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
手技間変動	8811.34	2	4405.67	3.25	0.06
全変動	45054.35	29			
誤差変動	24384.75	18	1354.71		

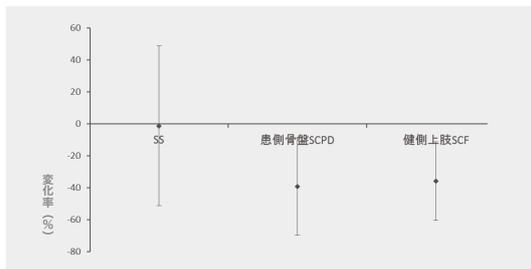


図4 各手技のVAS変化率

各手技のVAS変化率の平均値と標準偏差をグラフに示した。各手技間で有意差を認めなかった。しかし、患側骨盤 SCPD 手技と健側上肢 SCF 手技では軽減傾向にあった。

2. 肩 AROM と痛みの相関

スピアマンの順位相関係数の検定を行った結果、負の相関が認められた ($r = -0.43$)。

考察

患側骨盤 SCPD 手技は SS 手技に比べ有意に AROM が増大し上行性の遠隔後効果が示唆された。また、痛みにおいて有意差は認めなかったが、AROM と痛みの負の相関が認められたことより、痛みが軽減した可能性が考えられる。

新井¹²⁾は、骨盤 SCPD 手技時と抵抗運動後に、M 波と H 波を 6 回誘発した結果、遠隔部位の骨盤 SCPD 手技による抵抗運動が機側手根屈筋運動ニューロンに及ぼす現象は、抵抗運動後よりも抵抗運動時に有意な抑制がなされることが示唆され、骨盤 SCPD 手技の効果は発散以外の機序によることを明らかにした。抵抗運動時抑制が生じることにより中枢性の抑制が生じていることが示唆される。さらに、骨盤 SCPD 手技後に促通されたことも報告しており¹²⁾、本研究においても手技中の反射的抑制により痛みが軽減し、手技後に遠隔部位である肩関節周囲筋の運動単位が増員し AROM の増大につながった可能性が考えられる。

骨盤 SCPD 手技による上行性の遠隔後効果の生理学的機序として、新井ら¹³⁾は、①脊髄固有反射、②脳幹または小脳を介した長経路反射、③中枢パターン発動 (CPGs) の関与を仮説している。新井ら⁷⁾は、神経学的症状のない半月板損傷のある一症例に対し、骨盤 SCPD 手技での総指伸筋 H 波を検証した結果、安静時に H 波が約 22ms で出現したあと、次の波形が 50ms (中潜時) で出現し、更に 150ms の潜時 (長潜時) で波形が生じたことから、中潜時の波は SBS 反射の関与、長潜時の波は皮質性が関与していることを推察している。CPGs においては、下肢伸筋群に荷重センサーがあり、荷重時の伸筋群への伸張刺激と Ia 求心性線維および Ib 求心性線維によるフィードバックにより CPGs のリズムがコントロールされており、股関節の荷重受容器と股関節の求心性入力との組み合わせによる活動が重要であることが報告されている¹⁴⁾。本研究の患側骨盤 SCPD 手技でも長経路反射が影響し、AROM が増大した可能性が推察される。また、SCPD 手技は坐骨結節からの抵抗により静止性収縮をしながら仙腸関節を圧縮することになり、この刺激により下肢伸筋群にある荷重センサーが CPGs を出現させ、歩行で想定される上肢

の前方への振り、すなわち、上肢屈曲パターンが促通され、それにより肩関節 AROM が増大した可能性が推察された。

一方、健側上肢 SCF 手技の障害肩関節への後効果は交叉性教育効果によるものを期待したものであるが、しかし、本研究での健側上肢 SCF 手技では、AROM の増大傾向はあったが、有意差は認めなかった。交叉性教育の対側への遠隔効果の生理学的機序として、外側皮質脊髄路の交叉しない分枝にインパルスが溢れ出し (オーバー・フロー効果) が生じることが推察されている¹⁵⁾。しかし、運動後の遠隔後効果に関する報告はなく、本研究においても後効果が明らかでなかった。

本研究結果より、肩関節運動障害に対して間接的アプローチを行う場合は、上行性の遠隔後効果を期待した患側骨盤 SCPD 手技が有効であることが示唆された。

今後の課題として、他のパターンでは結果が異なる可能性もあるため検証が必要と考えられる。

引用文献

- 1) Delwaide PJ, Toulouse P. Jendrassik maneuver vs controlled contractions conditioning the excitability of soleus monosynaptic reflexes. Arch Phys Med Rehabil. 61. 505-510. 1980.
- 2) Pink M. Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. Phys Ther. 61. 1158-1162. 1981.
- 3) Arai M. Determine the least amount of work load inducing irradiation of the unexercised rectus femoris considering the degrees of knee flexion of affected side. 371. WCPT. 13th Int. Congr. 1999.
- 4) Arai M, Shimizu H, Shimizu ME, et al. Effects of the use of cross-education to the affected side through various resistive exercises of the sound side and settings of the length of the affected muscles. Hiroshima J Med Sci. 50(3). 65-73. 2001.
- 5) 新井 光男, 清水 一, 柳澤 健, 他. 骨盤抵抗運動による総指伸筋長脊髄反射の潜時に及ぼす効果 - ケース・スタディー -. PNF リサーチ. 3 (1). 52-59. 2003.
- 6) 柳澤 健, 乾 公美. PNF マニュアル 改訂第 3 版. 南光堂. 2001.
- 7) 新井 光男, 清水 一, 清水 ミシェル・アイズマン, 他. 固有受容性神経筋促通法による骨盤の後方下制のホールド・リラックスが上肢障害関節に及ぼす効果. PNF リサーチ. 2 (1). 22-26. 2002.
- 8) 新井 光男. 手関節自動関節運動改善のアプローチ法の検討 - 上肢静止性収縮と下部体幹の静止性収縮が手関節自動関節運動に及ぼす影響. 広島大学. 2004.
- 9) 田中 良美, 清水 千穂, 新井 光男, 他. 肩関節周囲炎患者の骨盤に対する 2 種類の抵抗運動が肩関節自動可動域改善に及ぼす影響. PNF リサーチ. 9 (1). 1-6. 2009.
- 10) Panzer S, Schinowski D, Kohle D. Cross-Education and contralateral irradiation. Journal of Human Kinetics. 27. 66-79. 2011.

- 11) 稲田 剛久, 船越 浩志, 東 登志夫, 他. 関節底屈・背屈による対側ヒラメ筋運動ニューロン興奮性への促通効果. 理学療法学. 29. 123-127. 2002.
- 12) 新井光男. 手関節自動関節運動改善のアプローチ法の検討—上肢静止性収縮と下部体幹の静止性収縮が手関節自動関節運動に及ぼす影響. 広島大学学位論文. 2004.
- 13) 新井光男. 骨盤の抵抗運動が遠隔の上肢関節可動域改善に及ぼす遠隔効果の神経生理学的仮説. 医療保健学研究. 1. 3-13. 2010.
- 14) Dietz V, Müller R, Colombo G. Locomotor activity in spinal man: significance of afferent input from joint and load receptors. Brain. 125. 2626-2634. 2002.
- 15) Pink M. Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. Phys Ther. 61. 1158-1162. 1981.

Abstract:

The purpose of this study was to determine the after-effects of different sustained contraction facilitation techniques in the middle range of motion in orthopedic patients with active range of motion limitation and pain in the shoulder. Ten subjects (mean age=64.1 years, SD=15.7) were randomly given static contraction of the pelvic depressors (SCPD) on the affected side, sustained contraction facilitation techniques in the middle range of motion (SCF) on the unaffected upper limb, and sustained stretch (SS). A two-way ANOVA demonstrated a significant difference between the groups based upon the percentage of improvement in the active range of motion (AROM). Scheffé's post hoc test revealed that the SCPD showed significant improvements as compared with SS ($P<0.05$). With respect to pain, there were no significant differences between the three techniques, but SCPD and SCF showed a tendency to decrease the pain during AROM. These results suggest that SCPD may show immediate after-effects for increasing AROM and decreasing the pain during AROM.

Key Words:

PNF, Sustained contraction facilitation technique in the middle range of motion, Active range of motion, Pain, After-effect