

肩甲骨への抵抗運動による静止性収縮促通手技が脳卒中後片麻痺患者の足関節背屈自動関節可動域に及ぼす効果

The effect of resistive static contraction facilitation of the scapular muscles technique on the improvement of restricted ankle dorsiflexion in hemiplegic patients

崎野祐吾 ¹⁾ Sakino Yugo	白谷智子 ²⁾ Shiratani Tomoko	井手夏葵 ³⁾ Ide Natsuki
植田良 ¹⁾ Ueda Ryo	新井光男 ⁴⁾ Arai Mitsuo	

- 1) 河北病院
Department of Rehabilitation, Kahoku Hospital
- 2) 苑田第二病院
Department of Rehabilitation, Sonoda Second Hospital
- 3) つくば国際大学
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tsukuba International University
- 4) 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

モビライゼーション PNF 手技の一つである肩甲骨の後方下制の中間域での静止性収縮促通 (SCPD) 手技と足関節背屈方向への持続伸張 (SS) 手技の後効果として、足関節背屈自動関節可動域 (AROM) の改善が生じるか検証した。対象は脳卒中後片麻痺患者 2 名、平均年齢は 78.5 歳であった。検証方法は、ランダム振り分けデザインとし、A 期を 1 週間、B 期を 1 週間と、乱数表に従いランダムに繰り返し 6 週間行った。A1, A2, A3 期では SS 手技を実施し、B1, B2, B3 期は肩甲骨 SCPD 手技を実施した。その結果、肩甲骨 SCPD 手技を行った各 B 期で改善値は改善傾向にあった。Scheffé 法による多重比較検定の結果、A1 期と B3 期 (SCPD 手技を施行した最終期) において有意な改善が認められた。これにより、脳卒中後片麻痺患者に対する肩甲骨 SCPD 手技は SS 手技と比較し、経時的に足関節背屈 AROM が増大することが示唆された。

キーワード

片麻痺, 足関節背屈, 肩甲骨後方下制, 静止性収縮, モビライゼーション PNF

はじめに

関節可動域制限に対してアプローチする方法として持続的伸張 (Sustained Stretch: SS) 手技や、固有受容性神経筋促通法 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: PNF) のホールド・リラックス手技やモビライゼーション PNF がよく用いられ、多くの効果が報告されている¹⁻⁴⁾。間接的アプローチとして、新井ら⁵⁾は、PNF 運動パターンの中間域での静止性収縮促通 (Static Contraction Facilitation technique: SCF) 手技が有効であると報告している。SCF 手技は遠隔部位に抵抗運動による静止性収縮を行うことで、遠隔部位の即

時的な抑制作用または促通作用・遠隔部位への後効果を促し、自動関節可動域 (Active Range of Motion: AROM) ・他動関節可動域 (Passive Range of Motion: PROM) を改善することが可能であることを示唆している。

上部体幹筋の収縮を促通する肩甲骨 SCF 手技の効果について遠隔部位の AROM ・ PROM の改善について多くの報告がされている。

平下ら⁶⁾は発症後 8.9 年の脳卒中後片麻痺患者に対し、肩甲骨後方下制と骨盤後方下制の SCF 手技が麻痺側肩関節屈

曲自動可動域に及ぼす効果を検証した結果、SS 手技と比較し麻痺側肩甲骨後方挙上の SCF 手技と骨盤後方下制の SCF 手技において有意な改善が認められたことを報告している。

立石ら⁷⁾は通所リハビリテーション利用者に対し肩甲骨の後方下制の SCF 手技と肩甲骨後方下制の求心性収縮 (Concentric Contraction: CC) と手を肩から挙上した繰り返し運動 (Upper limb Elevation: UE) の同側足関節の底屈および背屈の関節可動域に及ぼす影響を検証した結果、UE と比較し SCF 手技および CC において有意な改善を認めたことを報告している。金本ら⁸⁾は通所リハビリテーション利用者に対して、肩甲骨の後方下制の SCF 手技と肩甲骨後方下制の CC と UE が足部の運動速度に及ぼす影響を検証した結果、UE に比較し SCF 手技及び肩甲骨後方下制の CC は、有意に同側足関節の底背屈自動運動の所要時間が短縮したことを報告している。

四肢への SCF 手技による関節可動域改善の報告として、原田ら⁹⁾は健常者を対象にハムストリングス SS 手技群と上肢 PNF パターン伸展位内旋 (短縮域) の静止性収縮 (PNF) 手技群に分け膝関節伸展 AROM を比較した結果、SS 手技群と PNF 手技群において有意に膝関節伸展 AROM の改善効果的であると報告している。また、西浦ら¹⁰⁾は一側下肢に整形疾患を呈した症例に肩関節伸展筋群の最大筋力の約 70% で、肩関節屈曲方向、伸展位、伸展位内旋位 (短縮位) の各方向への約 5 秒間の静止性収縮をランダムに施行し、その後、膝関節伸展位 (Straight Leg Raising: SLR) の両股関節屈曲の AROM を測定し変化率を検証した結果、肩関節伸展・内旋位は肩関節屈曲位に対し有意な改善を認めた。

このように、上肢や肩甲骨パターンを用いた抵抗運動による静止性収縮は下行性の遠隔後効果として股関節・膝関節・足関節において PROM・AROM が改善されることが報告されている。臨床において、下肢への直接的なアプローチでは疼痛を伴う場合や若しくは自発運動が乏しいような場合、肩甲骨の SCF 手技を行うことで可動域の改善を経験している。しかし、肩甲骨の後方下制の SCF 手技が遠隔の足関節背屈 AROM に及ぼす影響について我々の渉猟範囲では確認できなかった。

本研究の目的は、脳卒中後片麻痺患者を対象に、遠隔の部位である肩甲骨周囲筋群の抵抗運動による静止性収縮の促進により足関節背屈 AROM の改善が得られる可能性を検証することである。モビライゼーション PNF 手技の一つである SCF 手技における肩甲骨の後方下制の中間域での静止性収縮 (Static Contraction of Posterior Depression: SCPD) 手技と SS 手技を比較し効果を検証した。

対象と方法

1. 対象

対象は当施設関連通所リハビリテーションの利用中で書面にて本研究の同意を得られた自立歩行可能な脳卒中後片麻痺患者で、下肢・体幹に著明な整形外科疾患の既往がなく、口頭指示の理解が良好な者とした。女性 1 名、男性 1 名で、年齢は 85 歳と 75 歳であった。

症例 1 は脳出血 (視床出血)、発症から 240 か月経過し、右片麻痺でブルンストロームステージ上肢ステージ IV・下肢

ステージ V、下肢の粗大筋力は 3~4、歩行は装具使用しておらず 4 点杖使用し歩行自立レベルであった。症例 2 は脳出血 (部位不明)、発症から 60 か月経過し、右片麻痺でブルンストロームステージは上肢ステージ V・下肢ステージ V、下肢の粗大筋力は 4、歩行は下肢装具や杖は使用しておらず歩行自立レベルであった。

2. 方法

検証方法は、ランダム振り分けデザイン¹¹⁾とし、A 期は SS 手技を、B 期は肩甲骨の SCPD 手技を施行する期間とした。A 期と B 期に乱数表を用いて振り分け、ランダムに繰り返し行った。週 2 回を施行し 6 週間行った。治療介入の順番は A1, B1, A2, A3, B2, B3 となった。

(各手技の実施方法)

① SS 手技

背臥位にて両股関節、膝関節 0° にて麻痺側下腿三頭筋の持続伸張を 20 秒間行い、20 秒間の休息をはさみ、再度 20 秒間の持続伸張を 2 セット行った。伸張度は伸張に痛みを生じない程度とした (図 1-a)。

② SCPD 手技

麻痺側を上にした側臥位とした。脊柱が中間位で下肢を軽度屈曲させた側臥位とし、上側の上肢は体側に置き、上側の下肢は股関節および膝関節が 60° 屈曲位、内外転中間位となるように位置した。

セラピストは上側肩甲骨の肩甲棘と下角に用手接触を行い、被験者に肩甲骨後方下制の中間域で約 3kgf の徒手抵抗に抗し 10 秒間静止性収縮を行った。その後 10 秒の休息をはさみ、再度 10 秒間の静止性収縮を 5 セット行った (図 1-b)。



a) SS 手技



b) SCPD 手技

図 1 各手技の実施方法

(足関節背屈 AROM 測定方法)

測定方法は麻痺側足関節背屈 AROM を各期最終日に角度計 (東大式) を用いて 3 回測定し平均値を代表値とした。AROM の測定は背臥位にて股関節、膝関節 0°, 代償運動を起こさない範囲で麻痺側足関節を最大背屈するように対象者に説明し、角度計を用いて測定した。可動域測定は、対象者の腓骨頭、外果、第 5 中足骨 (近位と遠位) の計 4 か所に体外指標を貼付し、日本整形外科学会、日本リハビリテーション医学会の関節可動域測定法に準じて 1° 単位で測定した。測定は 2 名の検者で行い、1 名が検者の骨盤、大腿部を固定した。また、1 名が角度計を操作し測定した。測定はすべて同一検者が行った (図 2)。

級内相関係数 ICC (1, 3) は 0.99 の高い信頼性が得られた。



図 2 測定方法

体外指標として腓骨頭、外果、第 5 中足骨 (近位、遠位) に貼付

(データ分析方法)

実施前の足関節 AROM を基準値として、以下の式で AROM 改善値を求めた。

$$\text{改善角度 (°)} = (\text{各期介入後の AROM}) - (\text{介入開始前 AROM})$$

各期間を要因として一元配置分散分析を行い、Scheffé 法による多重比較検定を行った。有意水準は 5% とした。統計処理は JSTAT を使用した。

結果

1. 麻痺側足関節背屈 AROM の平均改善値

麻痺側足関節背屈 AROM の平均改善値 (標準偏差) は、A1 期 0.68 (0.65), B1 期 4.02 (0.99), A2 期 2.52 (1.15), A3 期 2.18 (1.15), B2 期 5.52 (2.49), B3 期 6.85 (2.48) であった (図 3)。

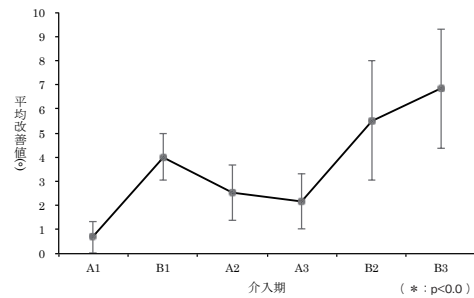


図 3 麻痺側足関節背屈 AROM の平均改善値

2. 多重比較検定

多重比較検定 (Scheffé 法) の結果、A1 期より B3 期において有意差な改善が認められた ($p < 0.05$) (図 4)。

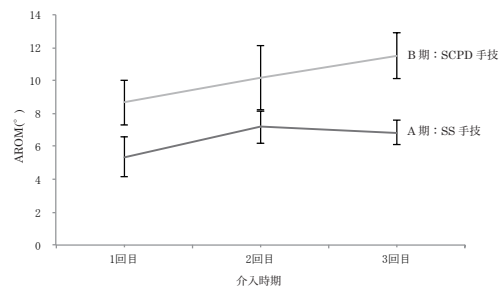


図 4 麻痺側足関節背屈 AROM の平均値と標準偏差

考察

肩甲骨 SCPD 手技を施行した各 B 期では麻痺側足関節背屈 AROM が改善傾向にあり、下腿三頭筋への SS 手技を実施した各 A 期で悪化傾向にあった。また、A1 期と B3 期 (SCPD 手技を施行した最終期) において Scheffé 法による多重比較検定により有意な改善を認めた。本研究の軽負荷での遠隔部位からの間接的アプローチにおいては、SCPD 手技は SS 手技と比較し、有意に AROM が拡大することが示唆された。

下腿三頭筋への直接的アプローチである SS 手技の生理学的機序は、ゴルジ腱器官と筋紡錘の両者を刺激するが、Weppler ら¹²⁾ は、SS 手技を行っても筋の伸展性は変化がみられずストレッチ感の耐性が上昇するのみであると報告している。また、ROM について嶋田ら¹³⁾ は、関節に障害がなくその生理学的範囲内で円滑に運動を行うには ① 関節に構築学的障害がない、② 関節運動を行う動筋の筋力が十分である、③ 動筋の働きに拮抗する筋が十分な進展性を持っている、という 3 つの因子が少なくとも必要であり、①と③は PROM に関係するが、AROM には 3 つ全てが関係すると定義している。従って、拮抗筋への直接アプローチである SS 手技では動筋への作用は得られず、AROM は改善されなかったと推察される。

一方、間接的アプローチは操作部位から脊髄の異なった分節で上行性に作用するものと下行性に作用する 2 種類の報告がある。肩甲骨 SCPD 手技の足関節背屈への影響は操作部位から脊髄の異なった分節で同側の脊髄下行性に作用するものである。上肢の刺激による下肢の脊髄レベルへの影響の報告は、Jendrassik (1885) の古典的方法での上肢の随意収縮時の下肢の腱反射の誘発の方法が有名であるが¹⁴⁾、この上肢から下肢の遠隔反応の促進の報告はヒトでも報告され脊髄固有性反射の機序が推測される。Toulouse ら¹⁵⁾ は、上肢の筋群の選択的な随意収縮 (手関節伸筋群) により、下肢の屈筋と伸筋の運動ニューロンの促進と下肢の反射の促進を認めた。Delwaid ら¹⁶⁾ は Toulouse ら¹⁵⁾ と同様に、上肢の筋群の選択的な随意的収縮 (手関節伸筋群) により、ヒラメ筋の運動ニューロンの促進と反射の亢進を認めた。ヒラメ筋 H 反射は腱反射と同様に促進できたが手伸筋群の収縮後 200ms から 600ms の収縮のピーク時のみに有意な促進が認められたことを報告している。また、上行性の遠隔反応の抑制と促進の報告として新井ら¹⁷⁾ は、骨盤後方下制の骨盤 SCPD 手技と骨盤の前方挙上の中間域での静止性収縮 (Static Contraction of Anterior Elevation: SCAE) 手技が橈側手根屈筋 H 波の振幅比に及ぼす効果を比較したところ、骨盤 SCPD 手技の場合は骨盤 SCAE 手技の場合よりも運動時橈側手根屈筋への抑制作用が強く、その後の促進効果が大きいことを示唆した。これは運動パターンにより遠隔反応の効果に差はみられるものの、脊髄レベルでの興奮が上行性に伝達されることを示唆している。下行性の遠隔後効果の報告として田中ら¹⁸⁾ は健康成人に対し一側肩甲骨 SCAE 群、肩甲骨 SCPD 群、ハンドグリップ運動群、安静群の 4 群に振り分け手技中と手技後に同側のヒラメ筋から H 波を導出した。安静時に対する振幅値比を比較した結果安静時に比較して肩甲骨 SCAE 群、肩甲骨 SCPD 群の手技中で有意に H 波振幅値比が増大した。このことから肩甲骨への抵抗運動は下行性インパルスの発散により、手技中

において中枢神経系の興奮の増大が生じる可能性を示唆している。また、白谷ら¹⁹⁾ は健康者に対し上肢屈曲・内転・外旋パターンと上肢伸展・外転・内旋パターンの中間域での静止性収縮を行い、安静時・運動時・運動後 3 分 40 秒まで同側ヒラメ筋 H 波を誘発し、20 秒毎に各相で H 波振幅値と安静時最大 M 波振幅値を比較した振幅 H/M 波を求め比較した。運動方向では上肢伸展・外転・内旋より上肢屈曲・内転・外旋で有意 H 波促進が認められ、継時的変化では遠隔後効果として運動時より運動後に有意な抑制が認められたと報告している。

本研究においても肩甲骨への SCPD 手技中による下行性インパルスの発散により脊髄運動ニューロンの興奮性の促進が推察され、上部体幹筋群の静止性収縮の促進は中枢の興奮性の増大につながる可能性が示唆される。足関節背屈 AROM が増大した生理学的機序として即時的な下行性の発散による足関節背屈主動筋の遠隔促進と運動後の後効果による継時的な抑制によりリラクセーションが生じた影響が推察される。

肩甲骨 SCPD と肩甲骨 SCAE の運動パターンの違いにおいてヒラメ筋 H 波に相違はなかった報告¹⁵⁾ や、上肢筋群の抵抗運動による静止性収縮の促進時の遠隔部位の生理学的効果は、運動時の肢位により異なる¹⁶⁾ という報告もある。本研究では肩甲骨 SCAE 手技を実施していないため、AROM の効果の差異は判然としないが、脳卒中後片麻痺患者において足関節背屈 AROM の改善には拮抗筋の持続伸張による抑制である SS 手技よりも肩甲骨 SCPD 手技による遠隔効果・遠隔後効果による中枢への促進・抑制による生理学的効果を期待する方法が有効である可能性が示された。

また、下肢への直接的なアプローチでは疼痛を伴う場合や若しくは自発運動が乏しく直接アプローチができない場合の方法として、SCPD 手技のような間接的アプローチが有効であることが示唆され、アプローチの多様性の可能性としてのエビデンスを呈示できた。今後、異なる肩甲骨 PNF パターンでの下行性遠隔後効果の比較や検証が必要である。

引用文献

- 1) 白谷智子, 村上恒二, 新井光男, 他. 健康者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹筋群の静止性収縮促進手技がハムストリングス伸張度に及ぼす効果の比較. PNF リサーチ . 7. p17-22. 2007.
- 2) 白谷智子, 新井光男, 小幡順一, 他. 健康者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹筋群の静止性収縮促進手技が膝関節伸展他動可動域及び自動可動域に及ぼす効果. PNF リサーチ . 8. p14-20. 2008.
- 3) 白谷智子, 新井光男, 清水ミシェル・アイズマン, 他. ホールド・リラックス手技と下部体幹筋に対する静止性収縮(SCPD) 手技における施行時間の違いがハムストリングス伸張度に及ぼす効果. PNF リサーチ . 9. p26-31. 2009.
- 4) 榊本一枝, 新井光男, 赤木聡子, 他. ホールド・リラックスおよび下肢運動パターン中間域での静止性収縮促進手技が膝関節伸展自動可動域に及ぼす効果の検証. PNF リサーチ . 12. p46-51. 2012.
- 5) 新井光男. モビライゼーション PNF. p10-41. メディカルプレス. 東京. 2009.
- 6) 平下聡子, 新井光男, 清水一, 他. 肩甲骨と骨盤の抵抗運動が患側肩関節可動域に及ぼす影響. PNF リサーチ . 4 (1). p19-23. 2004.
- 7) 立石和子, 清水一, 新井光男, 他. 肩甲骨の抵抗運動が足関節の可動域に及ぼす影響. PNF リサーチ . 3 (1). p43-47. 2003.
- 8) 金本まゆみ, 清水一, 新井光男, 他. 肩甲骨の抵抗運動が同側足関節の自動運動速度に及ぼす影響. PNF リサーチ . 3 (1). p48-51. 2003.
- 9) 原田恭宏, 新井光男, 福島豊, 他. 上肢 PNF 運動パターンの静止性収縮が膝関節伸展自動可動域に及ぼす影響. PNF リサーチ . 12 (1). p52-57. 2012.
- 10) 西浦健蔵, 新井光男, 重松栄一, 他. 整形外科疾患における肩関節周囲筋群の抵抗運動が一側下肢の股関節屈曲自動可動域に及ぼす影響. PNF リサーチ . 9 (1). p32-36. 2009.
- 11) David H. Barlow, Steven C. Hayes. Alternating Treatment Design: one strategy for comparing the effects of two treatments in a single subject. Journal of Applied Behavior Analysis. 12. p199-210. 1979.
- 12) Wepler CH, Magnusson SP. Increasing Muscle Extensibility: A Matter of Increasing Length or Modifying Sensation ? . Phys Ther. 90. p438-449. 2010.
- 13) 嶋田智明, 金子翼. 関節可動域障害. メディカルプレス. 東京. p3-4. 1997.
- 14) Delwaid PJ, Toulouse P. Facilitation of monosynaptic reflexes by voluntary contraction of muscle in remote parts of the body. Brain. 104. p701-719. 1981.
- 15) Toulouse P, Delwaid PJ. Reflex facilitation by remote contraction. Topographic aspects. Arch Phys Med Rehabil. 61. p511-516. 1980.
- 16) Delwaid PJ, Toulouse P. Jendrassik maneuver vs controlled contractions conditioning the excitability of soleus monosynaptic reflexes. Experimental Neurology Vol1. 101. p288-302. 1988.
- 17) 新井光男. 手関節自動関節可動域改善のアプローチ法の検討 - 上肢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.
- 18) 田中良美, 清水千穂, 久和田敬介, 他. 一側肩甲骨に対する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). p46-53. 2015.
- 19) 白谷智子, 新井光男, 来間弘展, 他. 異なる上肢 PNF パターンが同側ヒラメ筋 H 波に及ぼす影響. 第 16 回日本 PNF 学会学術大会. 2015.

Abstract:

The purpose of this study was to determine the after-effects of resistive static contractions of the scapular posterior depression (SCPD) using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) pattern in the mid-range of scapular motion or sustained stretch (SS) to improve restricted ankle dorsiflexion in hemiplegic patients.

The alternating treatment design (ATD) for comparing the effects of two treatments was used for two hemiplegic patients (mean age: 78.5 years) with a randomization design. Following a 7-day period of phase A1, a 7-day period of B1 was performed, which was then followed by a 7-day period of phase A2 and then a 7-day period of phase B2. In phases A1, A2, and A3, the subjects were treated with the SS. In phases B1, B2 and B3, the subjects were treated with the SCPD technique.

The Scheffé's post-hoc test revealed that a significant difference was observed between phases A1 and B3, which suggests that as compared to the SS technique the SCPD technique had cumulative effects in hemiplegic patients to increase the active range of motion of ankle dorsiflexion.

Key Words:

Hemiplegia, Ankle dorsiflexion, Scapular posterior depression, Static Contraction, Mobilization PNF