ISSN 1346-4795

PNF リサーチ

―PNF Research―

日本 PNF 学会会誌

Vol.7 No.1 2007

目次

PNFSJ

骨盤の抵抗運動が腰痛に及ぼす即時的効果

The immediacy effect of resistive pelvic exercise on the improvement of low back pain

道祖　悟史[1)]　新井　光男[2)]　清水　一[3)]
Satoshi Saya　Mitsuo Arai　Hajime Shimizu
清水ミシェル・アイズマン[4)]　柳澤　健[5)]
Michele Eisemann Shimizu　Ken Yanagisawa

要旨：臨床的に、骨盤の中間域での抵抗運動による静止性収縮（SCPD 手技）の腰痛に対する有効性を経験している。SCPD 手技の有効性を検証するために、腰痛体操の1つである骨盤後傾運動（PPT 運動）を対照刺激として、体幹の柔軟性に及ぼす即時効果について検証を行った。1ヶ月以上腰痛症状を呈した男性2名、女性16名を対象とした。18名を乱数表を用いて無作為に PPT 運動群 、SCPD 手技群の2群に分類した。体幹の柔軟性の指標として指床間距離（FFD）の変化値を測定した。PPT 運動と SCPD 手技が FFD に及ぼす影響についてセットと手技を要因とした繰り返しのある二元配置分散分析の結果、手技に危険率1％の有意差が認められ、SCPD 手技が PPT 運動に比べ有意に FFD を改善させることが示された。セットに有意差は認められず、手技とセットの交互作用も認められなかった。SCPD 手技が FFD 変化値が大きかった理由として、体幹伸筋群の抑制と運動後の体幹屈筋群の促通効果が推定される。

キーワード：骨盤抵抗運動、腰痛、固有受容性神経筋促通法（PNF）

Abstract：The purpose of this study was to investigate the immediate effects of a resistive sustained contraction using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern of pelvic posterior depression (SCPD) as compared to a pelvic posterior tilt exercise (PPT) on the improvement of trunk flexibility in patients with low back pain.
Eighteen subjects with low back pain were randomly assigned to either the PPT or the SCPD group. Measurements of the distance from “floor to index finger with trunk flexion” (FFD) were done before and immediately after treatment to determine the effects of each exercise. The results of a two-way ANOVA showed a more significant increase in the FFD for the SCPD group than for the PPT group. This result suggests that there is a possibility of a remote effect from the SCPD technique, which may trigger a reflex suppression of the lower trunk extensors and facilitate an increase in the excitability of the trunk flexors.

Key Words：pelvic resistive exercise, low back pain, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)

はじめに

我々、理学療法士が、腰痛に対してアプローチする機会は、非常に多い。その方法は多岐にわたり、セラピストにより異なる[1)]。Kabat は、固有受容性神経筋促通法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF）に用いられる静止性収縮を「筋収縮と同じ強さの抵抗に対する静的保持」と定義し

1）下関市立中央病院リハビリテーション科
Department of Rehabilitation,Shimonoseki Municipal Central Hospital
2）広島逓信病院理学療法室
Department of Physical Therapy,Hiroshima Teishin Hospital
3）広島大学大学院保健学研究科
Division of Occupational Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University
4）県立広島大学
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural University
5）首都大学東京
School of Physical Therapy ,Faculty of Health Sciences, Tokyo Metoropolitan University

ている[2]。静止性収縮を用い痛みや関節可動域を改善する方法としてPNFモビライゼーションがある[3]。この手技は、近隣関節筋群を含む筋を伸張せず、PNFパターンの中間域肢位を保持させた位置で当該関節筋群を静止性収縮させる方法（直接的アプローチ）と、可動域改善を目的とする当該関節の遠隔部位の関節筋群をPNF中間域肢位での静止性収縮（間接的アプローチ）の二つの方法を用いる[3]。間接的アプローチについて、特に骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮（Sustained Contraction of Posterior Depression; SCPD手技）の効果について多くの報告がなされている。整形外科疾患では、新井ら[4]は、SCPD手技前後の上肢障害関節他動関節可動域の改善効果を、障害関節の持続伸張手技をコントロールとして比較検証した結果、SCPD手技が有意に上肢障害関節の他動関節可動域を改善させたと報告している。また、手関節の自動関節可動域について新井ら[5]は、SCPD手技は健常群および手関節に運動時痛を有する整形外科疾患の患者群とも手関節の屈曲方向における自動関節可動域を改善させる作用が直接的アプローチより有意に大きいとして、間接的アプローチの有効性を明らかにした。

我々は、SCPD手技により、腰痛が即時的に軽減し、腰痛体操と比べ、比較的早期に緩解が得られ、体幹の柔軟性が改善することを経験している。本研究では、SCPD手技の腰痛に対する臨床上の有効性を明らかにするため、腰痛体操[6]の1つである骨盤後傾運動（Pelvic Posterior Tilt; PPT運動）を対照刺激として、体幹の柔軟性に及ぼす即時効果について検証を行った。

方法

（対象）

研究の目的に同意が得られた神経学的異常の疑いがなく、明らかな発症要因をもたない腰痛を有する男性2名、女性16名の1ヶ月以上腰痛を有する患者とした。対象の平均年齢±標準偏差（範囲）は44.9±9.31歳（28～56歳）であった。また、データ収集時に消炎鎮痛薬を服用しているものは皆無であった。

（研究デザイン）

対象18名を乱数表を用いて無作為にPPT運動群、SCPD手技群に分類した。（表1）

表1　各群の内訳

治療群	年齢±標準偏差	性別	
PPT群	42.0±9.70	男1名	女8名
SCPD群	47.9±8.41	男2名	女7名

独立変数は手技の違いとした。従属変数は体幹屈曲の指床間距離（Finger Floor Distance; FFD）の変化値とした。

FFDは治療前後に測定した。FFDは治療開始前と後に測定した。FFDの測定は代償運動を起こさない範囲で最大屈曲するように対象に説明し、同一セラピストが対象の両中指先端と床の距離を定規を用いて1㎜毎に測定した。なお、床まで中指先端が届かないものを－、床より下まで中指先端が届くものを＋とした。

FFD変化値とは、治療後と治療前のFFD値との差とし、治療前後1回目・2回目それぞれについて、変化値を次式を用いて算出した。

FFD変化値（cm）＝治療後のFFD値－治療前のFFD値

（各手技の実施方法）

両手技の1回の治療は、治療時間が同程度となるよう実施した。PPT運動（図1）は、背臥位にて股関節60°屈曲位、膝関節80°屈曲位での骨盤後傾運動を10回を2セット実施した。SCPD手技（図2）は右側臥位で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10秒間行なった。次に左

側臥位で同様に骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮を10秒間行った。また、抵抗は痛みを伴わない程度となるよう実施し、2セット行った。1セット目、2セット目の間隔は、30分以上あけて行った。

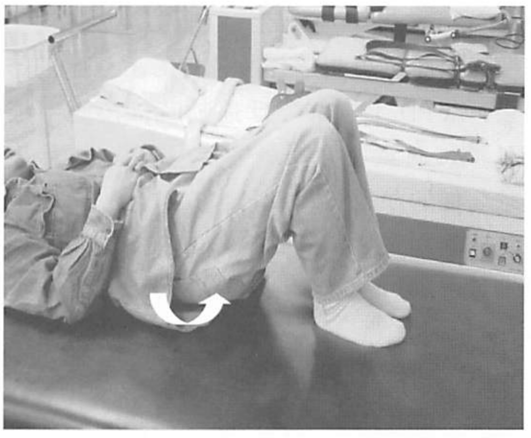


図1 骨盤後傾運動(Posterior Pelvic Tilt; PPT運動)

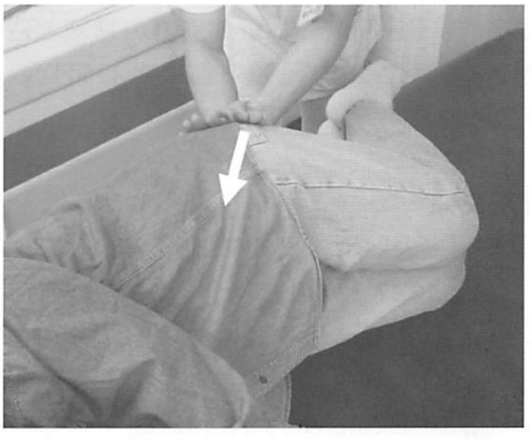


図2 骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮(Sustained Contraction of Posterior Depression; SCPD手技)

（データ解析）

各手技間のFFD変化値について比較するため、セットと手技を要因とした二元配置分散分析を行った。有意水準は1％とした。

結果

平均FFD値±標準偏差は、PPT運動群で、治療前1セット4.77±5.58cm、2セット6.33±6.05 cm、治療後1セット4.44±5.39 cm、2セット8.21±8.16 cm、SCPD手技群で、治療前1セット－3.39±12.93 cm、2セット－1.28±11.95 cm、治療後1セット0.89±12.73 cm、2セット2.39±12.15 cmであった。平均FFD変化値±標準偏差はPPT運動群で1セット－0.33±4.41 cm、2セット－0.95±3.98 cm、SCPD手技群は1セット4.28±2.68 cm、2セット3.66±1.32 cmであった（図3・4)。繰り返しのある二元配置分散分析の結果、手技のFFD変化値に危険率1％の有意差が認められ、SCPD手技がPPT運動に比べ有意にFFDを改善させることが示された。また各セットのFFD変化値に有意差は認められなかった。セットと手技に交互作用は認められなかった（表2)。

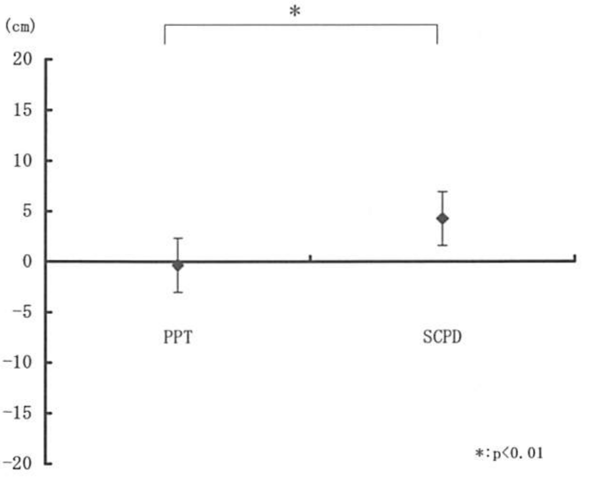


図3 各手技実施後の変化値（FFD：1回目)

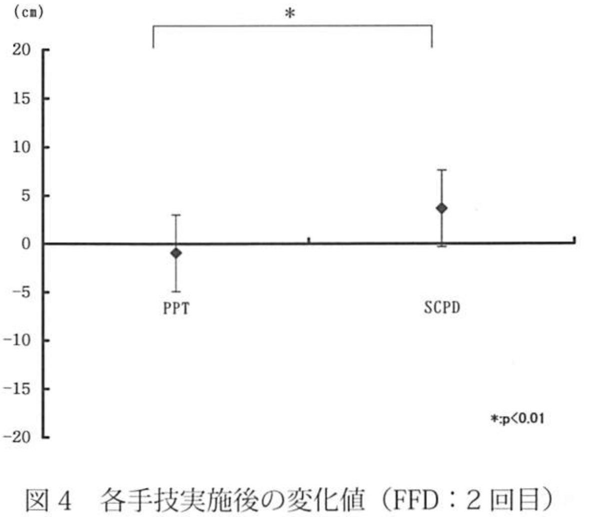


図4 各手技実施後の変化値（FFD：2回目)

表2　繰り返しのある二元配置分散分析

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
セット	3.36	1	3.36	0.30	N.S
手技	191.36	1	191.36	17.31	p<.01
セット×手技	0.00	1	0.00	0.00	N.S
誤差	353.78	32	11.06		
全変動	548.50	35			

考察

腰痛を有する患者のFFD変化値について、手技で有意差が認められ、体幹の柔軟性の改善には、SCPD手技がPPT運動より有効であることが示唆された。

Williamsの腰痛体操は、腰痛症の直立姿勢と腰仙椎構造に関係があり、ほとんどの症例が、下位腰椎椎間板の変性と異常姿勢が原因であると考え、腰椎前弯角度の減少に主眼を置く腰痛症に対する一般的なエクササイズである[6]。しかし、近年脊椎の生体力学的検討から種々の矛盾が生じている[6]。このことから、腰部安定化機構に着目した、脊椎安定化エクササイズ[6]、スリングセラピー[7]、バルーン療法[8]などの生体力学的な検討から様々なエクササイズが紹介されている。これらの運動は腹横筋、多裂筋などの能動的腰部安定化機構に働く、ローカルマッスルの筋力増強を重要視したものである[6,7,8]。

しかしながら、痛みは中枢にも影響を及ぼし、主動筋の活動は痛みにより抑制され、拮抗筋の活動が軽度増加し、防御的適応によって、患部の筋力の発生減弱、運動速度の低下、関節運動の制限が生じやすくなり、筋痛により運動単位の発現が影響され筋活動が抑制される[9,10]。さらにLe Peraら[11]は、痛みのピーク時に運動皮質の抑制が生じ、その後に脊髄運動ニューロンの興奮性の減弱が生じている事を報告している。

このことから、腰痛については、生態力学的な検討のみでは不十分であり、痛みが中枢へ及ぼす影響に対し、配慮する必要がある。つまり、抑制されている主動筋の活動や、運動皮質・脊髄運動ニューロンに対する促通と軽度増加している拮抗筋のスパズムの抑制を行うことが重要であると思われる。

間接的アプローチとしての骨盤のSCPD手技について、新井ら[5]は、SCPD手技が橈側手根屈筋H波に及ぼす影響についてSCPD手技群と上肢のピンチを行うhandgrip群の2群に分けて運動時およびその後のH波・M波振幅値を重複測定分散分析により比較した結果、SCPD手技群では運動時に橈側手根屈筋H波に有意な抑制が生じ、運動80秒後に有意な促通が生じたことより、運動時に上行性の抑制が生じ、運動後の脊髄レベルの促通が生じ運動可動域の増大が生じることを推測している[12,13]。

SCPD手技がFFD変化値が大きかった理由として、直接的アプローチの効果としては下部体幹筋群の静止性収縮後のリラクセーションによる柔軟性の改善と間接的アプローチの効果である運動時の体幹伸筋群の抑制と運動後の脊髄レベルの促通効果によるFFDの改善の可能性が考えられる。

引用文献

1) 荒木秀明：いわゆる腰痛症, 理学療法23（1）：327-332,2006
2) Voss DE, Inota MK, Myers BJ（福屋靖子監訳）：神経筋促通手技　第3版, 6, 326, 協同医書出版社, 東京, 1989
3) 新井光男, 柳沢健：痛みに対するPNFモビライゼーション, 理学療法23（1）：195-200, 2006
4) 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手技による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
5) 新井光男, 清水一：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

6) 伊藤俊一，石田和宏，白土修：腰痛体操再考，理学療法 19 (12)：1273-1278, 2002
7) 宮下智：スリングセラピー，黒川幸雄，高橋正明，鶴見隆正編，理学療法 MOOK3 疼痛の理学療法，第 1 版，141-150, 三輪書店，東京，1999
8) 東田武志：バルーン療法，黒川幸雄，高橋正明，鶴見隆正編，理学療法 MOOK3 疼痛の理学療法，第 1 版，151-162, 三輪書店，東京，1999
9) Lund JP,Donga R：The pain-adaptation model：a discuss of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity, Can J Physiol Phamacol：69 (5)，683-694
10) Graven-Nielsen T,Svesson P,Arendt-Nielsen L：Effects of experimental muscle pain on muscle activity and co-ordination during static and dynamic motor function, Electroencephalogr Clin Neurophysiol：105 (2)，156-164
11) Le Pera D,Graven-Nielsen T,Valeriani M ,et al：Inhibition of motor system excitability at cortical and spinal level by tonic muscle pain, Clin Neurophysiol：112 (11)，2001
12) 新井光男，清水一，柳沢健，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ーケース・スタディー，PNF リサーチ 3 (1)：52-59, 2003
13) 新井光男・他：骨盤への抵抗運動が橈側手根屈筋 H 波に及ぼす影響，第 6 回日本 PNF 学会，13, 2005

骨盤後方下制が麻痺側への荷重に及ぼす影響 ―脳卒中後片麻痺患者での検討―

Effect of pelvic exercise on the shifting of the center of gravity laterally to increase weight bearing on the affected lower extremity in Hemiplegic patients

桝本 一枝 [1] 新井 光男 [2] 村上 恒二 [3]
Kazue Masumoto Mitsuo Arai Tuneji Murakami
田中 良美 [2] 清水ミシェル・アイズマン [4] 加藤 真由美 [5] 柳澤 健 [6]
Yoshimi Tanaka Michele Eisemann Shimizu Mayumi Kato Ken Yanagisawa

要旨：脳卒中後片麻痺患者に対し骨盤の後方下制パターンの中間域での抵抗運動による静止性収縮（SCPD 手技）を行い、立位での麻痺側への重心移動に及ぼす効果を検証した。対象は 5 名（右麻痺 4 名、左麻痺 1 名）、平均年齢 74.8 歳、発症後平均年数 38.8 ヶ月であった。研究デザインはシングルケーススタディーの反復型実験計画 ABAB 型とし、介入方法は A1 期・A2 期に立位での麻痺側への荷重訓練を、B1 期・B2 期に SCPD 手技を適応した。測定方法は立位で介入前後に測定し、指標は①側方移動距離の変化量、②後方移動の変化量、③移動距離の変化量、④移動速度の変化量とした。変化量は各介入後から各介入前の値を減じた値とし、A1 期の平均変化量を基準値として比較した結果、麻痺側への側方移動距離と麻痺側への移動距離において SCPD 手技の方が明らかな改善を示し、立位での麻痺側への重心移動に有効である可能性が示唆された。

キーワード：片麻痺、重心移動、骨盤の後方下制、PNF

Abstract：The purpose of this study was to determine the effect of a resistive sustained contraction on the ability of five hemiplegic patients (mean age: 74.8 years) to laterally shift to the affected side, using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern for pelvic posterior depression (SCPD) in the standing position. A single-subject experimental design was used in this study. A 5-day period of baseline measurements was taken as phase AI. Phase AI was followed by a 5-day period, phase BI. Phase BI was followed by a 5-day period, phase AII. Phase AII was followed by a 5-day period, phase BII. In phases AI and AII, the subject was treated by facilitating weight bearing to the affected side by shifting for 10 seconds. In phases BI and BII, the subjects were treated with the SCPD technique at various intervals. We measured the amount of lateral displacement of the center of gravity, speed of lateral shifting, and pelvic retraction to evaluate the effect of each phase. The results showed that the SCPD technique produced more cumulative increments in each parameter as compared with the shifting exercise.

Key Words：hemiplegia, weight-shift, pelvic posterior depression, PNF

1）介護老人保健施設西広島幸楽苑
Nishihirosima Korakuen
2）広島逓信病院 理学療法室
Depertment of Physical Therapy, Hiroshima Posts and Telecommunications Hospital
3）広島大学
Division of Occupational Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University
4）県立広島大学
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural University
5）城西医療技術専門学校
Josai College of Medical Arts and Sciences
6）首都大学東京
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

骨盤後方下制が麻痺側への荷重に及ぼす影響
―脳卒中後片麻痺患者での検討―
Effect of pelvic exercise on the shifting of the center of gravity laterally to increase weight bearing on the affected lower extremity in Hemiplegic patients

はじめに

臨床上、固有受容性神経筋促通法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF）パターンの一つである骨盤の後方下制の中間域での抵抗運動による下部体幹の静止性収縮の促通（Sustained Contraction of Posterior Depression ; SCPD 手技）により、立位での麻痺側への重心移動の促通が認められ歩容の改善が得られることを多く経験している。

客観的検証として、麻痺側への重心移動が困難であった右片麻痺患者 1 症例に対し、SCPD 手技の効果判定として、麻痺側への重心移動を側方移動距離、骨盤後退距離及び移動速度の 3 指標で検証した結果、SCPD 手技前に比べ SCPD 手技後の方が側方移動距離と移動速度の増加、および骨盤後退距離の減少傾向が認められた[1]。

今回、複数の症例に対し SCPD 手技を行い、麻痺側への重心移動がどのように変化するかを前回と同じ指標を用い検証した。

方法

（対象）

本研究の参加に同意が得られた片麻痺患者 5 名で、口頭指示の理解が良好な者とした。対象は男性 2 名、女性 3 名で、平均年齢±標準偏差（範囲）は 74.8 ± 9.88 歳（64 − 86 歳）、発症からの期間±標準偏差（範囲）は 38.8 ± 24.37 ヶ月（19 − 78 ヶ月）であった。麻痺側は右片麻痺 4 名、左片麻痺 1 名で、上肢ブルンストロームステージはⅢが 1 名、Ⅴが 3 名、Ⅵが 1 名、下肢ブルンストロームステージはⅢが 1 名、Ⅳが 2 名、Ⅴが 1 名、Ⅵが 1 名であった。

（測定方法）

重心移動距離の測定に先立ち、姿勢の変化に応じて、常に床面に対し垂直位を示すように直径 4mm のワイヤーを被験者の麻痺側上後腸骨棘上に装着し吊下した。重心移動距離の測定肢位は両上肢を体側に下垂した立位とし、開始肢位は上後腸骨棘からの垂線が、麻痺側内果から 10cm 内側となるように設定した。また足部幅は踵骨の中央を左右それぞれの肩峰端から下ろした垂線と一致させた。

麻痺側への重心移動動作について、被験者に対し前後方向に動かないよう、麻痺側方向のみに最大限に行うように指示した。

重心移動距離の測定は、開始肢位でワイヤー先端が床面に示す点と、重心移動動作後にワイヤー先端が示す点から、図 1 に示すように、側方移動距離と骨盤後退距離をメジャーで測定した。また麻痺側方向への重心心移動動作時の時間をストップウォッチで測定し、移動時間とした。測定は 2 回とし、それぞれの平均値を算出した。

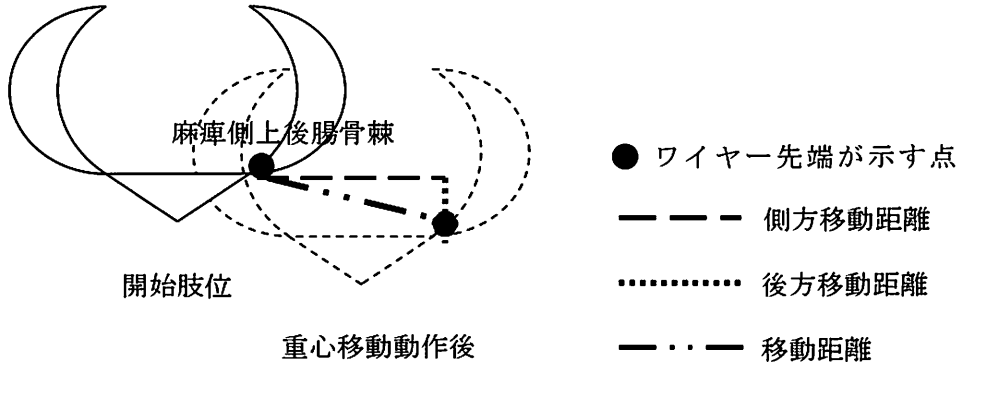


図 1　重心移動の測定方法

（介入方法）

研究デザインはシングルケーススタディーの反復型実験計画ABAB型デザインとした。第1基礎水準測定期（A1期）、第1操作導入期（B1期）、第2基礎水準測定期（A2期）、第2操作導入期（B2期）のそれぞれの期間は5日間とし、以下のように行った。

基礎水準測定期（A1期およびA2期）は立位での麻痺側への荷重訓練を適応し、その方法は立位で麻痺側骨盤が後退しないように介助し、麻痺側下肢に10秒間荷重させ、その後10秒間開始肢位にて保持させた。これを1セットとし、5セット行った。

操作導入期（B1期およびB2期）はSCPD手技を適応した。SCPD手技は麻痺側を刺激側とし、刺激側を上にした側臥位で行い、用手接触は麻痺側坐骨結節に行った。セラピストの抵抗に抗し後方下制運動の中間域で肢位を保持するように静止性収縮を10秒間行い、その後10秒間側臥位で安静にさせた。これを1セットとし、5セット行った。

（データの解析）

指標を以下の4つとした。

① 側方移動距離の変化量＝各介入後の実測値－各介入前の実測値
② 後方移動距離の変化量＝各介入後の実測値－各介入前の実測値
③ 移動距離の変化量＝各介入後の実測値－各介入前の実測値
④ 移動速度の変化量＝各介入後の実測値－各介入前の実測値

変化量は各介入適応後から各介入適応前の値を減じた値とし、A1期の平均変化量を基準値として比較した。

結果

5名全員の平均を以下に述べる。

①側方移動距離変化量の平均値±標準偏差

A1期0.78±0.23cm、B1期3.12±0.58cm、A2期0.66±0.35cm、B2期2.95±0.46cm。基準値との比較；B1期324.4±118.3%、A2期－22.9±58.3%、B2期294.4±65.8%の改善度。各症例のグラフの目視により5名全員の操作導入期での改善が認められた（図2）。

②後方移動距離変化量の平均値±標準偏差

A1期0.006±0.26cm、B1期0.55±0.15cm、A2期0.03±0.33cm、B2期0.15±0.32cm。基準値との比較；B1期－22.6±263.5%、A2期－22.0±142.3%、B2期－10.4±154.5%の改善度。グラフではプラス領域が後方移動距離の改善、つまり重心移動時の骨盤後退が改善されたことを表わしているが、ばらつきが多く操作導入期での明らかな改善は認められなかった（図3）。

③移動距離変化量の平均値±標準偏差

A1期1.16±0.55cm、B1期3.23±0.87cm、A2期0.64±0.35cm、B2期2.92±0.48cm。基準値との比較；B1期217.4±131.3%、A2期－42.2±33.6%、B2期188.8±102.8%の改善度。グラフの目視により5名全員の操作導入期での改善が認められた（図4）。

④移動速度変化量の平均値±標準偏差

A1期0.03±0.32cm/s、B1期1.56±0.63cm/s、A2期0.51±0.39cm/s、B2期1.84±0.86cm/s。基準値との比較；B1期－572.1±1332.2%、A2期－306.5±339.6%、B2期－482.5±1530.8%の改善度。グラフの目視により操作導入期での改善傾向がみられたが、ばらつきもあり明らかな改善は認められなかった（図5）。

各々の症例について以下に述べる。

［症例A］ 64歳。疾患名：H16.2脳出血右片麻痺。ブルンストロームステージ：上肢Ⅲ、下肢Ⅲ、手指Ⅱ。歩行は短下肢装具装着にて四脚杖歩行近位監視レベルで、施設内では車椅子自立レベル。

①側方移動距離変化量の平均値±標準偏差（図2-a）

A1期0.93±0.96cm、B1期3.96±0.92cm、

A2 期 0.38 ± 1.03cm、B2 期 3.29 ± 1.05cm。基準値との比較；B1 期 325.8 ± 98.5%、A2 期 − 59.1 ± 111.1%、B2 期 253.8 ± 113.4% の改善度。

②後方移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 3-a）

A1 期 − 0.36 ± 0.54cm、B1 期 0.78 ± 0.64cm、A2 期 0.19 ± 0.78cm、B2 期 − 0.15 ± 0.41cm。基準値との比較；B1 期 − 316.7 ± 176.9%、A2 期 − 152.8 ± 215.5%、B2 期 − 58.3 ± 113.3% の改善度（A1 期変化量マイナス）。

③移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 4-a）

A1 期 0.96 ± 0.98cm、B1 期 4.65 ± 2.72cm、A2 期 0.30 ± 1.12cm、B2 期 3.26 ± 1.07cm。基準値との比較；B1 期 385.8 ± 284.3%、A2 期 − 68.3 ± 117.0%、B2 期 240.5 ± 112.1% の改善度。

④移動速度変化量の平均値±標準偏差（図 5-a）

A1 期 0.52 ± 1.23cm/s、B1 期 1.91 ± 0.58cm/s、A2 期 0.42 ± 0.70cm/s、B2 期 2.58 ± 1.24cm/s。基準値との比較；B1 期 268.4 ± 112.5%、A2 期 18.3 ± 134.4%、B2 期 398.0 ± 239.7% の改善度。

側方移動距離と移動距離は B 期での明らかな改善が認められたが、骨盤後退は B2 期で大きくなっており、移動速度も A 期と B 期の違いが認められなかった。

［症例 B］ 67 歳。疾患名：H12.1 脳梗塞右不全麻痺。ブルンストロームステージ：上肢Ⅴ、下肢Ⅳ、手指Ⅴ。歩行は杖歩行遠位監視レベルで、施設内では車椅子自立レベル。

①側方移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 2-b）

A1 期 0.96 ± 0.45cm、B1 期 2.96 ± 0.82cm、A2 期 0.73 ± 1.27cm、B2 期 3.23 ± 0.52cm。基準値との比較；B1 期 208.3 ± 85.6%、A2 期 − 24.0 ± 132.3%、B2 期 236.5 ± 54.2% の改善度。

②後方移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 3-b）

A1 期 0.2 ± 0.54cm、B1 期 0.55 ± 0.26cm、A2 期 0.40 ± 0.26cm、B2 期 − 0.12 ± 0.37cm。基準値との比較；B1 期 175.0 ± 131.1%、A2 期 100.0 ± 131.1%、B2 期 − 160 ± 186.7% の改善度。

③移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 4-b）

A1 期 1.33 ± 1.31cm、B1 期 2.90 ± 0.80cm、A2 期 0.66 ± 1.21cm、B2 期 3.22 ± 0.53cm。基準値との比較；B1 期 117.4 ± 60.2%、A2 期 − 50.3 ± 90.6%、B2 期 142.0 ± 40.0% の改善度。

④移動速度変化量の平均値±標準偏差（図 5-b）

A1 期 0.12 ± 1.58cm/s、B1 期 1.43 ± 1.15cm/s、A2 期 0.15 ± 0.84cm/s、B2 期 1.95 ± 0.70cm/s。基準値との比較；B1 期 1059.6 ± 932.9%、A2 期 19.2 ± 683.9%、B2 期 1481.9 ± 566.1% の改善度。

側方移動距離と移動距離は B 期での明らかな改善が認められたが、骨盤後退は B2 期で大きくなっていた。移動速度は B 期で改善傾向がみられるが、A 期 B 期ともにばらつきがあった。

［症例 C］ 84 歳。疾患名：H14.10 脳梗塞左不全麻痺、H15.1 両変形性膝関節症。ブルンストロームステージ：上肢Ⅵ、下肢Ⅵ、手指Ⅵ。歩行は膝関節痛のため杖歩行軽介助レベルで、施設内では車椅子自立レベル。

①側方移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 2-c）

A1 期 0.50 ± 0.84cm、B1 期 2.37 ± 0.46cm、A2 期 0.22 ± 0.56cm、B2 期 2.25 ± 0.29cm。基準値との比較；B1 期 374.0 ± 92.1%、A2 期 − 56.0 ± 112.6%、B2 期 350.0 ± 57.0% の改善度。

②後方移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 3-c）

A1 期－0.19 ± 0.29cm、B1 期 0.39 ± 0.38cm、A2 期－0.46 ± 0.68cm、B2 期 0.07 ± 0.17cm。基準値との比較；B1 期－305.3 ± 201.6%、A2 期 142.1 ± 356.7%、B2 期－136.8 ± 88.5% の改善度（A1 期変化量マイナス）。

③移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 4-c）

A1 期 0.59 ± 0.76cm、B1 期 2.34 ± 0.46cm、A2 期 0.28 ± 0.63cm、B2 期 2.21 ± 0.26cm。基準値との比較；B1 期 298.0 ± 77.6%、A2 期－52.4 ± 106.5%、B2 期 276.2 ± 44.0% の改善度。

④移動速度変化量の平均値±標準偏差（図 5-c）

A1 期－0.07 ± 0.36cm/s、B1 期 1.19 ± 0.56cm、A2 期 0.16 ± 0.82cm、B2 期 1.09 ± 1.05cm。基準値との比較；B1 期－1701.7 ± 758.2%、A2 期－311.9 ± 1109.0%、B2 期－1575.4 ± 1423.9% の改善度（A1 期変化量マイナス）。

側方移動距離と移動距離は B 期での明らかな改善が認められたが、骨盤後退は A 期 B 期ともに変化がなかった。移動速度は B 期での改善傾向が認められた。

［症例 D］ 86 歳。疾患名：H13 脳梗塞右不全麻痺、H14.6 左大腿骨転子間骨折術後、H16.12 右大腿骨頚部骨折人工骨頭置換術後。ブルンストロームステージ：上肢Ⅴ、下肢Ⅴ、手指Ⅴ。歩行は杖歩行遠位監視レベルで、施設内ではシルバーカー歩行自立レベル。

①側方移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 2-d）

A1 期 0.93 ± 0.42cm、B1 期 2.97 ± 0.40cm、A2 期 1.07 ± 0.90cm、B2 期 3.27 ± 0.89cm。基準値との比較；B1 期 219.4 ± 43.1%、A2 期 15.1 ± 96.7%、B2 期 251.6 ± 95.3% の改善度。

②後方移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 3-d）

A1 期 0.17 ± 0.38cm、B1 期 0.43 ± 0.56cm、A2 期－0.12 ± 0.58cm、B2 期 0.37 ± 0.32cm。基準値との比較；B1 期 152.9 ± 331.8%、A2 期－170.6 ± 341.5%、B2 期 117.6 ± 189.0% の改善度。

③移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 4-d）

A1 期 0.92 ± 0.43cm、B1 期 2.96 ± 0.42cm、A2 期 1.07 ± 0.90cm、B2 期 3.26 ± 0.93cm。基準値との比較；B1 期 223.4 ± 45.9%、A2 期 17.0 ± 98.0%、B2 期 255.5 ± 101.2% の改善度。

④移動速度変化量の平均値±標準偏差（図 5-d）

A1 期－0.31 ± 1.36cm/s、B1 期 0.84 ± 0.74cm/s、A2 期 0.96 ± 0.67cm/s、B2 期 0.82 ± 1.05cm/s。基準値との比較；B1 期－362.4 ± 233.3%、A2 期－402.3 ± 209.3%、B2 期－356.3 ± 330.7% の改善度（A1 期変化量マイナス）。

側方移動距離と移動距離は B 期での明らかな改善が認められ、骨盤後退も B 期での減少傾向が認められた。移動速度も B 期での改善傾向が認められた。

［症例 E］ 73 歳。疾患名：H16.2 脳梗塞右不全麻痺。ブルンストロームステージ：上肢Ⅴ、下肢Ⅴ、手指Ⅳ。歩行は独歩。

①側方移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 2-e）

A1 期 0.56 ± 0.72cm、B1 期 3.33 ± 0.85cm、A2 期 0.9 ± 0.72cm、B2 期 2.69 ± 0.63cm。基準値との比較；B1 期 494.6 ± 151.6%、A2 期 60.7 ± 129.2%、B2 期 380.4 ± 112.5% の改善度。

②後方移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 3-e）

A1 期 0.21 ± 0.56cm、B1 期 0.59 ± 0.26cm、A2 期 0.15 ± 0.35cm、B2 期 0.60 ± 0.34cm。基準値との比較；B1 期 181.0 ± 124.2%、A2 期－28.6 ± 165.8%、B2 期 185.7 ± 161.5% の改善度。

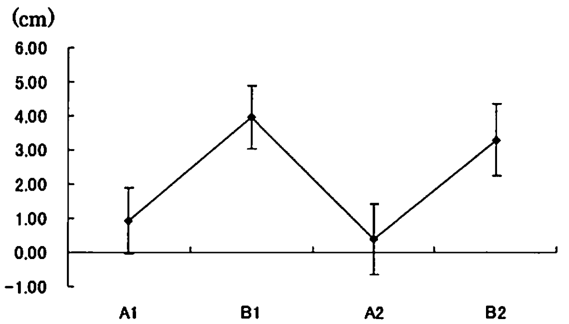
③移動距離変化量の平均値±標準偏差（図 4-e）

A1 期 2.03 ± 2.70cm、B1 期 3.29 ± 0.85cm、A2 期 0.88 ± 0.74cm、B2 期 2.63 ± 0.65cm。基準値との比較；B1 期 62.4 ± 42.1%、A2 期 − 56.5 ± 36.3%、B2 期 29.8 ± 32.0% の改善度。

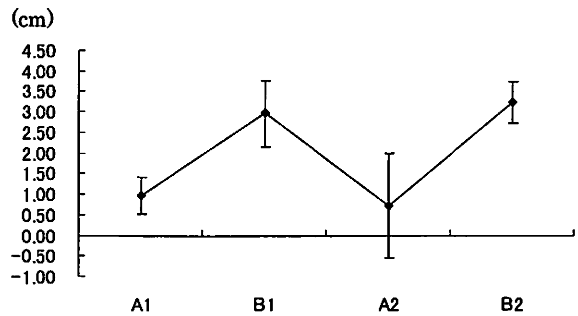
④移動速度変化量の平均値±標準偏差（図 5-e）

A1 期 − 0.12 ± 1.62cm/s、B1 期 2.45 ± 1.47cm/s、A2 期 0.87 ± 1.04cm/s、B2 期 2.73 ± 1.11cm/s。基準値との比較；B1 期 − 2081.0 ± 1197.3%、A2 期 − 520.7 ± 507.4%、B2 期 − 2713.5 ± 881.7% の改善度（A1 期変化量マイナス）。

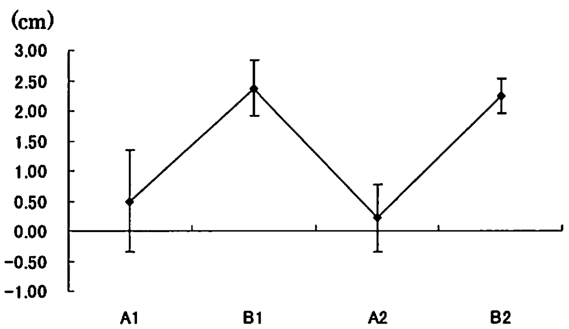
側方移動距離と移動距離は B 期での明らかな改善が認められた。骨盤後退は A 期ではばらつきがみられたが、B 期では安定して減少していた。移動速度も B 期での改善が認められた。



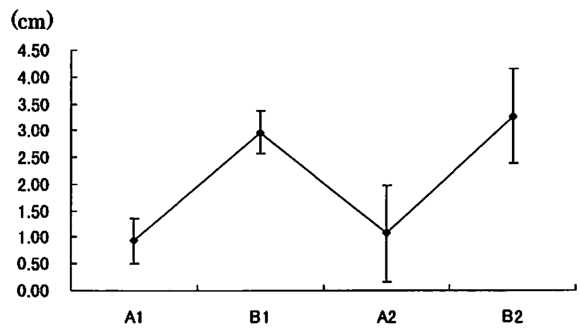
a. 症例 A



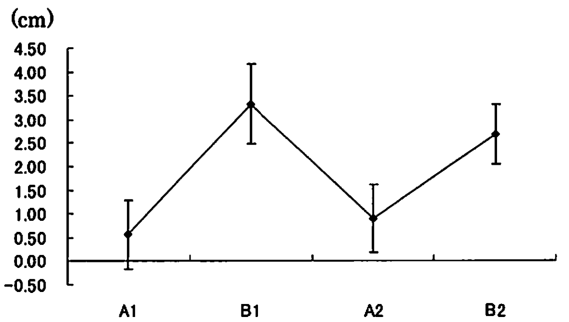
b. 症例 B



c. 症例 C

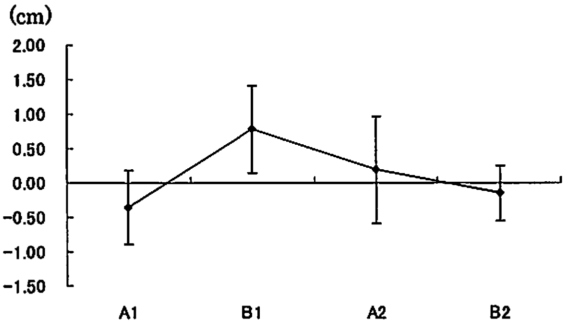


d. 症例 D

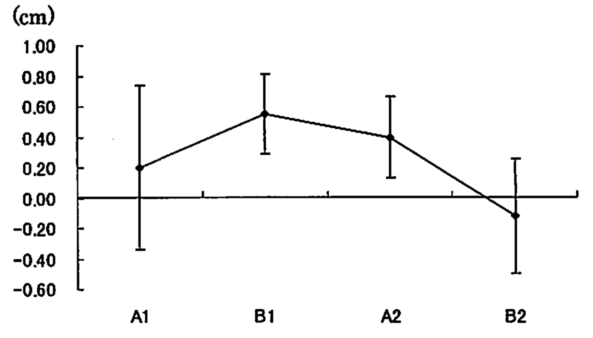


e. 症例 E

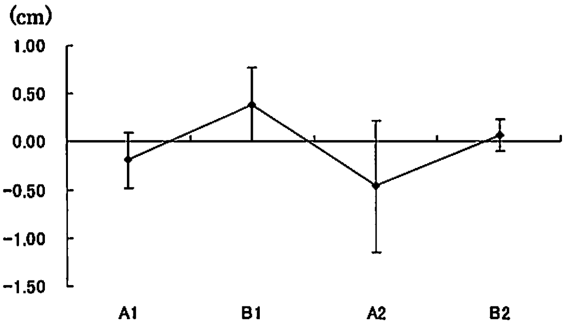
図 2　側方移動距離の変化量



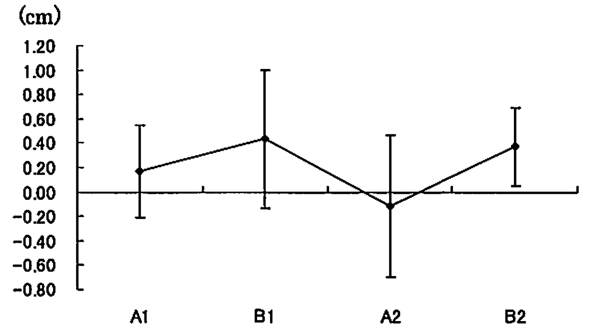
a. 症例 A



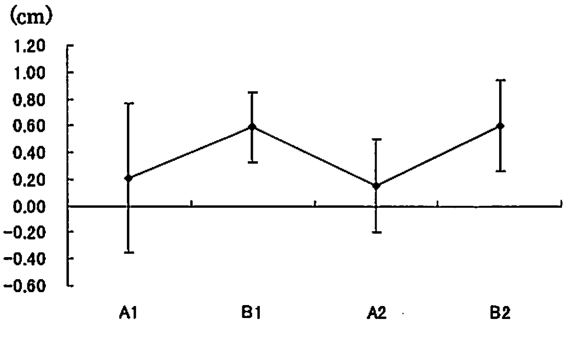
b. 症例 B



c. 症例 C

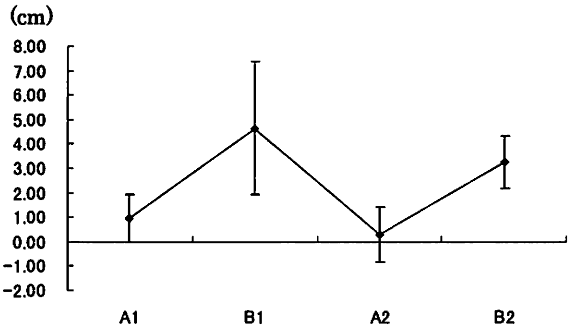


d. 症例 D

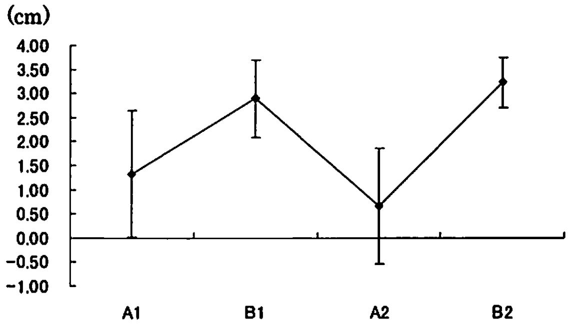


e. 症例 E

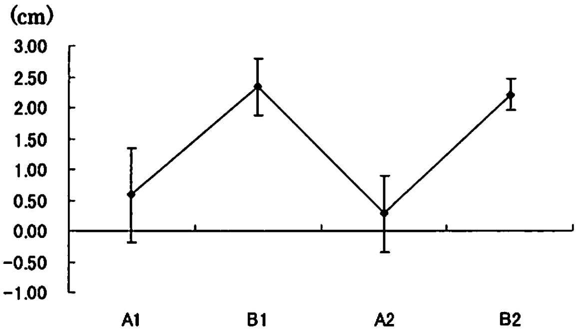
図3　後方移動距離の変化量



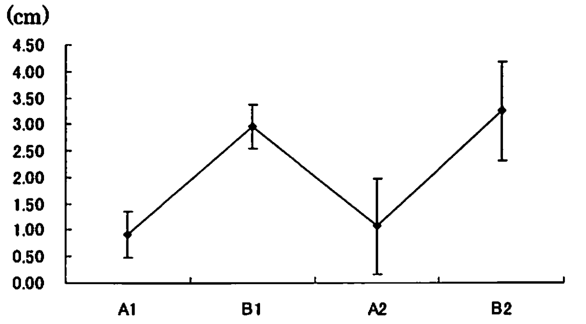
a. 症例 A



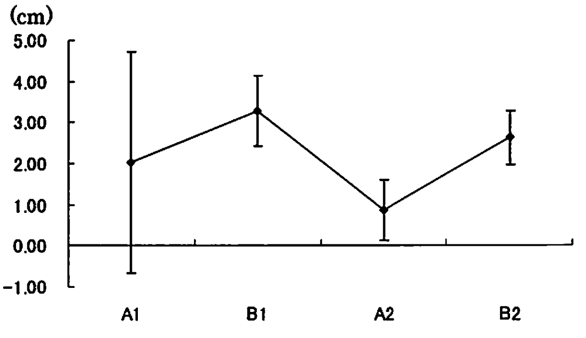
b. 症例 B



c. 症例 C

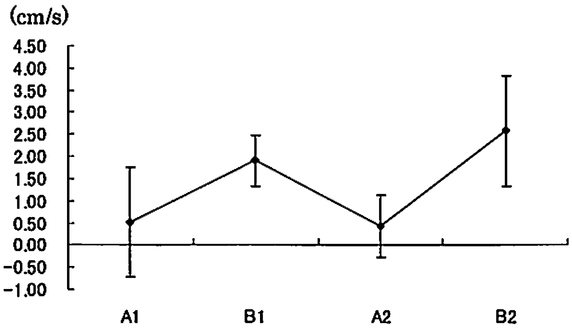


d. 症例 D

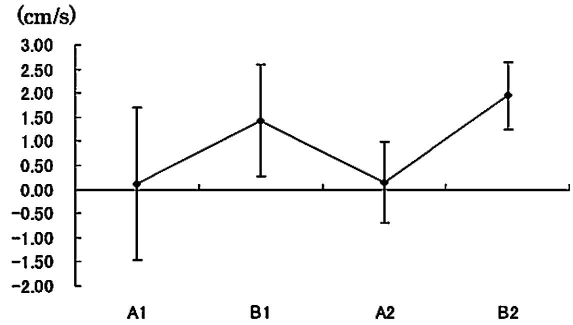


e. 症例 E

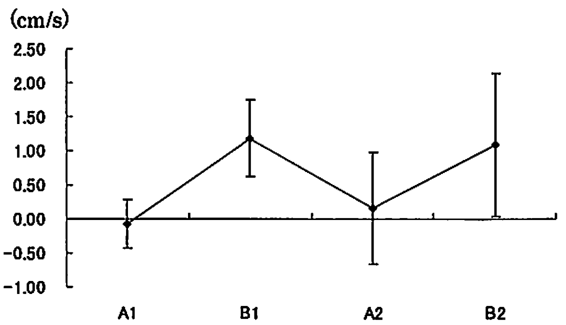
図 4　移動距離の変化量



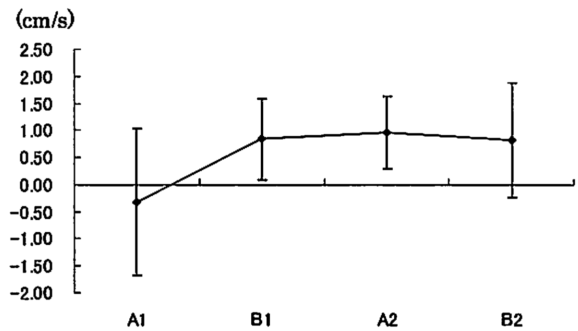
a. 症例 A



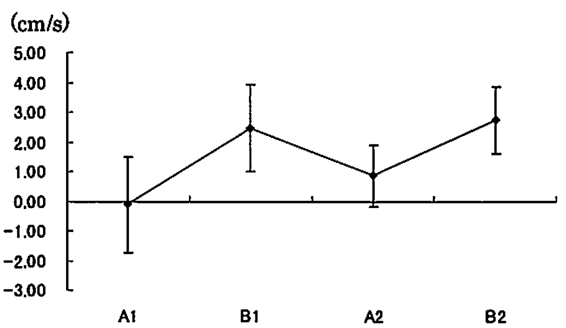
b. 症例 B



c. 症例 C



d. 症例 D



e. 症例 E

図 5　移動速度の変化量

考察

麻痺側への重心移動は、麻痺側体幹や下肢の抗重力伸展方向への筋出力が不十分なこと、麻痺側で体重を支えようとすると痙性が高まり麻痺側の運動コントロールが困難になることなどから、麻痺側方向への重心移動距離が低下する[2]。麻痺側への重心移動の治療法として立位での麻痺側への体重移動訓練が挙げられる。これは、固有受容器、特に筋紡錘、Golgi腱器官等に感覚入力を増加させ、麻痺側下肢を認識し、感覚を改善して筋緊張を正常化させ、さらに関節の支持性を向上し、立ち直り反応、平衡反応の促通をもたらすと言われている[3]。堀ら[3]は、片麻痺患者に対し、立位で麻痺側下肢での荷重訓練を5分間行った結果、麻痺側への最大重心移動距離が増加したことを報告し、立位での荷重訓練の有効性を示唆している。また、朝山[4]は、片麻痺患者に訓練用階段を使用して麻痺側下肢での荷重訓練を10分間、2ヶ月行った結果、改善を認め、それに伴い重心動揺距離、重心動揺面積とも減少し、立位バランスの向上が認められたことを報告している。

今回、立位バランスの向上に有効であると云われる立位での麻痺側への体重移動訓練を対照刺激としてSCPD手技の効果を検証したが、麻痺側への側方移動距離と移動距離の改善がSCPD手技介入時に明らかな効果が認められたことより、SCPD手技の重心移動能力を向上させる効果が示唆された。

SCPD手技が重心移動能力の向上に果たした効果として、直接的な効果と間接的な効果が考えられる[5]。直接的な効果として、体幹伸展筋群をはじめとする下部体幹の運動単位の動員の増加が生じ、これにより麻痺側体幹の筋出力が増大する。また抵抗による静止性収縮により体幹筋群の同時収縮が促通され、間接的に非麻痺側の運動単位の動員が促通された可能性が推測される。

遠隔部位の間接的な効果として骨盤のSCPD手技により、遠隔部位である手関節筋群が抑制もしくは促通される報告がある[6]。新井ら[7]はSCPD手技による遠隔反応の生理学的機序として、①脊髄固有反射、②超皮質性反射、③中枢パターン発動の3つの仮説を挙げており、これら3つの生理学的機序が相互に関係していると推測している。骨盤後方下制は股関節伸展 - 外転 - 内旋の要素の一つであり、立脚期に必要な筋群の促通パターンである。本研究でも麻痺側骨盤にSCPD手技を行うことで下行性インパルスの発散により脊髄固有反射が生じ、これらの筋群が促通された結果、立位での重心移動が改善した可能性が考えられる。また、SCPD手技により上部体幹および頭部に上行性のインパルスの発散が生じ、体幹および頭部の立ち直り反応が促通された可能性も考えられる。

これらの直接的な効果と間接的な効果により、立位での麻痺側への重心移動の促通にSCPD手技が寄与した可能性が示唆された。

引用文献

1) 桝本一枝，新井光男，田中良美・他：患側への重心移動が困難であった脳卒中片麻痺患者1症例に対する骨盤後方下制の効果．PNFリサーチ6（1）：45-49，2006.

2) 望月　久：脳卒中のバランス障害の経過とその対応．理学療法ジャーナル34（11）：771-776，2000.

3) 堀　秀昭，田中すな美，狩安　誠：片麻痺患者における最大重心移動距離－深部感覚障害の影響と体重移動訓練の効果－．理学療法学20（4）：261-264，1993.

4) 朝山信司：脳卒中片麻痺患者における患側下肢荷重能力が立位バランスに及ぼす影響．理学療法学14（4）：177-180，1999.

5) 新井光男，柳沢健：痛みに対するPNFモビライゼーション．理学療法23（1）：195-200，2006.
6) 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影響―ケーススタディー．PNFリサーチ3（1）：52-59，2003.
7) 新井光男，柳澤　健：中枢神経疾患における筋力増強の実際―痙縮筋の筋力増強―．理学療法21（3）：499-505，2004.

健常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通手技がハムストリングス伸張度に及ぼす効果の比較

Effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the knee joints in normal young volunteers

白谷　智子[1]　村上　恒二[2]　新井　光男[3]
Tomoko Shiratani　Tsuneji Murakami　Mitsuo Arai
清水　一[2]　清水ミシェル・アイズマン[4]　加藤　真由美[5]　柳澤　健[6]
Hajime Shimizu　Michele Eisemann Shimizu　Mayumi Kato　Ken Yanagisawa

要旨：直接的アプローチの①ハムストリングスへの持続伸張（SS）手技と②ホールド・リラックス（HR）（矢状面方向）手技：矢状面上でハムストリングスを伸張位とし、股関節伸展方向に対して抵抗を加える、③ HR（PNF 運動パターン方向）手技：ハムストリングス伸張位で，下肢伸展 - 外転 - 内旋パターン方向に対し抵抗を加える、及び間接的アプローチの骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮（SCPD）手技が膝関節伸展の他動可動域（PROM）に及ぼす効果を比較検討した。対象は健常者 35 名、平均年齢 22.5（20 − 30）歳である。35 名を伸張手技群、HR 矢状面方向手技群、HR PNF 運動パターン方向手技群、SCPD 手技群の 4 群に無作為に配置した。各手技前の PROM を基準値として改善率を求め、繰り返しのない二元配置分散分析を行った結果、各手技間で有意差を認めた（p<.05）。各手技間の改善率の多重比較検定を行った結果、伸張手技群と HR 矢状面方向手技群間（p<.05）、伸張手技と SCPD 手技群間（p<.05）に有意差を認めた。これらの結果より、間接的アプローチである SCPD 手技は伸張手技として有効である可能性が示唆された。

キーワード：関節可動域、PNF、ホールド・リラックス、骨盤の抵抗運動

Abstract：The purpose of this study was to determine the immediate effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) on the improvement of passive range of motion (PROM) of the knee joint in normal young volunteers. The exercises consisted of a resistive sustained contraction using the PNF pattern for pelvic posterior depression (SCPD), Hold Relax using the PNF pattern of flexion-adduction-external rotation (HR-PNF), Hold Relax in a plane parallel to the sagittal plane (HR-straight), and sustained stretching (SS). Thirty-five subjects were divided into 4 groups (SCPD, HR-PNF, HR-straight, and SS). The PROM of the knee joint measured before and after each exercise in the supine position was used to calculate changes in the PROM of each group and to determine the effect of each technique. The results of a two-way ANOVA for repeated measurements showed significant differences in the improvement rate between the groups (p<0.01). The Scheffé post hoc revealed that both the SCPD and HR-straight groups showed significant improvements as compared to the SS technique (p<0.05). A significant difference between the SCPD and HR groups could not be found. The remote facilitating effects of the SCPD technique in the improvement of the PROM of the knee joint may be an effective indirect therapy procedure, and may be as effective as the HR technique.

Key Words：PNF, Sustained Contraction of Posterior Depression (SCPD), Hold Relax, Range of Motion

1）広島医療保健専門学校
Hiroshima College of Rehabilitation
2）広島大学大学院保健学研究科
Division of Occupational Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University
3）広島逓信病院理学療法室
Department of Physical Therapy, Hiroshima Teishin Hospital
4）県立広島大学
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural College of Health Science
5）城西医療技術専門学校
Josai College of Medical Arts and Sciences
6）首都大学東京
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

健常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通手技がハムストリングス伸張度に及ぼす効果の比較

Effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the knee joints in normal young volunteers

はじめに

関節可動域（Range of Motion; ROM）を増大させる方法として固有受容性神経筋促通法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF）[1,2,3]や持続伸張（Sustained Stretsh; SS）手技[4,5,6]等の伸張手技がある。直接的アプローチとして、リラクセーションさせたい筋を最大に伸張した肢位で最大静止性収縮を行わせるホールド・リラックス（Hold Relax; HR）手技がよく用いられる[1,2,3,4,5,6]。また、間接的アプローチとして骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮（Sustained Contraction of Posterior Depression; SCPD）手技が用いられる[6,7,8,9,10,11]。

直接的アプローチを用い、各手技において比較検討した報告は数多く見られる。Tanigawa[4]はハムストリングスの伸張度を伸張手技とPNFパターンに抵抗を加えたHR（以下HR（PNFパターン方向））手技を各治療前後で比較検討した結果、HR（PNFパターン方向）手技で膝関節伸展位での股関節他動屈曲角度が有意に増加したことを報告している。武富ら[5]も、肩関節内旋に対するHR（PNFパターン方向）手技実施前後の肩関節他動外旋可動域を比較し、実施後に有意な増加が認められたことを報告している。患者群を対象とした和気ら[6]の報告は、脊椎疾患患者の膝関節の他動関節可動域（Passive Range of Motion; PROM）制限に対し6週間HR（PNFパターン方向）手技群と伸張手技群を実施し比較した結果、4週までの経過で治療前のHR（PNFパターン方向）手技群に有意な膝PROMの増加が認められたことを報告している。

近年、矢状面方向への抵抗を加えたHR（以下HR（矢状面方向））手技と伸張手技が比較検討されている。Robertsら[12]は、大学のスポーツクラブに所属する24名を5秒と15秒のHR（矢状面方向）手技による柔軟性トレーニングと対照群の3群に分類し、5週間経時的に下肢の自動関節可動域（Active Range of Motion; AROM）とPROMを計測した結果、15秒間HR（矢状面方向）手技を行った群で有意にAROMが改善したことを報告している。Handelら[13]は、16人の運動選手を対象に、片側の下肢にHR（矢状面方向）手技のトレーニングを8週間継続し、大腿四頭筋とハムストリングスの筋電図値とトルク値を比較した結果、非トレーニング肢と比較し、有意にAROMとPROM、最大トルク値及び仕事量が増加したことを報告している。

以上のように、関節可動域制限に対しHR（PNFパターン方向）手技やHR（矢状面方向）手技の効果は他の治療法と比較検討され、その有効性について検証されている。

しかし、これらは全て各HR手技と他の手技により比較されており、HR（PNFパターン方向）手技とHR（矢状面方向）手技を比較した文献は見られない。

間接的アプローチであるSCPD手技は痛みがある部位を直接アプローチできない場合に遠隔反応を目的とし用いられる[7,8,9,10,11]。SCPD手技を用い各手技と比較検討した報告において、SCPD手技の有効性を報告する論文も数多く見られる。新井ら[7]は上肢関節障害のある患者に対し伸張手技とSCPD手技を用い比較した結果、SCPD手技実施後に可動域が有意に改善したことを報告している。名井ら[8,9,10]は脳卒中後片麻痺患者に対し伸張手技とSCPD手技を用い比較した結果、SCPD手技で患側肩関節屈曲角度また肘関節伸展角度が有意に改善したことを報告している。上広ら[11]は脳卒中後片麻痺患者に対しSCPD手技と骨盤の前方挙上の中間域での静止性収縮（Sustained Contraction of Anterior Elevation; SCAE）手技を用い比較した結果、SCAE手技はPROMのみに有意な改善を示し、SCPD手技ではPROM、AROMの両方において有意な改善を示したと報告している。

これらのように間接的アプローチであるSCPD手技による上肢障害関節への効果は多

く報告されているが、下肢への影響について検討したものはなく、さらに直接的アプローチと間接的アプローチの効果を比較したものも見られない。そこで今回、直接的アプローチである伸張手技とHR（矢状面方向、PNFパターン方向）手技、間接的アプローチであるSCDP手技が膝関節他動伸展可動域に及ぼす効果を比較検討した。

対象

ボランティア学生（健常者）40名から乱数表を用い抽出した35名（男性19名、女性16名）を対象とした。平均年齢は22.5（20－30）歳であった。

対象者には、研究の概要と得られたデータを基にして学術雑誌の投稿や学会発表を行うことを同意説明文書に基づいて説明した後に、研究同意書に署名を得た人を対象とした。また、対象者には研究同意の撤回がいつでも可能なことを説明した。

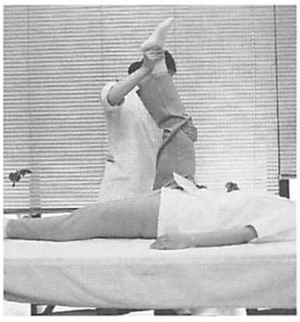
方法

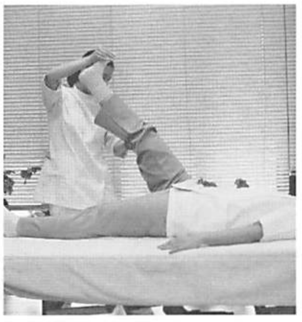
40名から抽出した35名を下記の4群（1群:9名,平均年齢:24.1歳,2群:9名,平均年齢:20.8歳,3群:9名,平均年齢:23.6歳,4群:8名,平均年齢:21.5歳）に無作為に配置した。

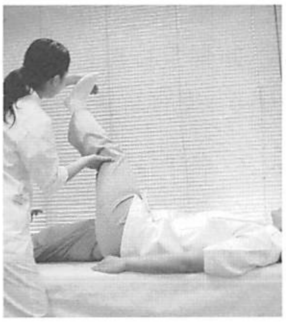
（各手技の実施方法）

① 伸張手技群:ハムストリングスの持続伸張（膝窩部に痛みが生じない程度）（図1-a）。
② HR（矢状面方向）手技群:矢状面上でハムストリングスを伸張位とし、股関節伸展方向に対して抵抗を加え、等尺性収縮できる最大抵抗量で行った（図1-b）。
③ HR（PNF運動パターン方向）手技群:ハムストリングス伸張位で、下肢伸展-外転-内旋パターン方向に対し抵抗を加え、等尺性収縮できる最大抵抗量で行った（図1-c）。
④ SCPD手技群:骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮を2～3kgの抵抗量で行った（図1-d）。

各手技の実施時間は20秒とした。


a） 伸張手技


b） HR（矢状面方向）手技


c） HR（PNF運動パターン方向）手技

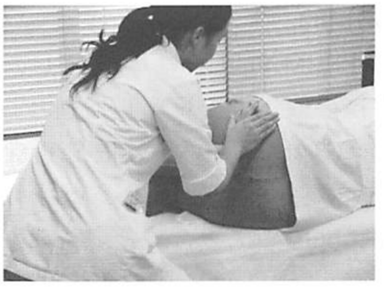

d） SCPD手技

図1

(膝関節伸展の測定方法)

膝関節伸展の測定方法は、背臥位で測定側の股関節を 90° 屈曲位に固定し、膝関節を他動的に伸展させた時の伸展角度を測定する方法とした。その際、反対側の股関節、膝関節は伸展位とした。2 名の理学療法士が測定し、2 名の理学療法士養成校の学生が固定を行った。1 人の理学療法士は測定側の股関節を 90° 屈曲位で固定し、他動的に膝関節を伸展させ、もう一人の理学療法士はゴニオメーターを用い伸展制限の角度を測定した。1 人の学生は計測中に股関節屈曲 90° であることを確認させ、1 人の学生は反対側下肢を固定した（図 2）。その際、被験者自身が膝窩部に緊張を感じる位置で疼痛を増強させない範囲で行うよう注意した。また、被験者にはできるだけ力を抜きリラックスするよう指示した。

なお、測定は各手技施行前において膝関節伸展角度の小さい方とした。実施効果の判定は、上記の方法によって得られた測定値を指標とした。

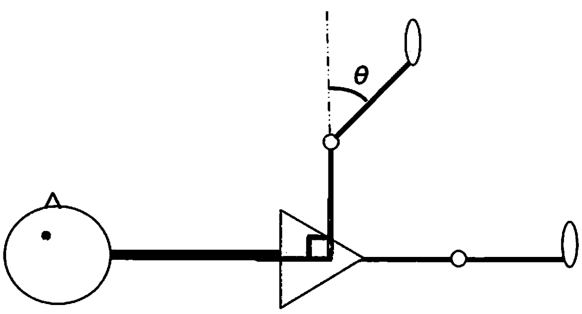


図 2　膝関節伸展の測定方法

(データの分析)

手技前の PROM 角度を基準値とし、次式により各手技の改善率を算出し指標とした。

繰り返しのない二元配置分散分析を行った後、有意差のあった要因の多重比較検定（Sheffe's post hoc test）を行った。

ROM 改善率（%）=（手技後の PROM − 手技前の PROM）/（手技前の PROM）× 100

結果

1) 平均改善率

各手技後の PROM 改善率は伸張手技群で − 27.7 ± 45.0%、HR（矢状面方向）手技群で 29.8 ± 49.7%、HR（PNF パターン運動方向）手技群で 18.2 ± 23.7%、SCPD 手技群で 46.9 ± 22.2% であった（図 3）。

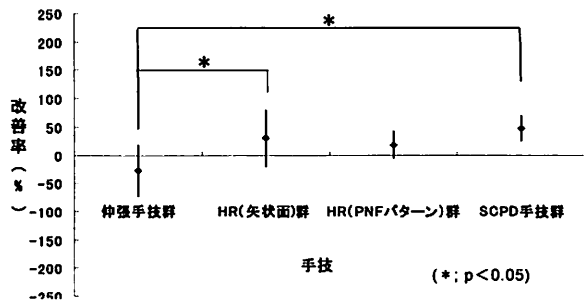


図 3　各手技の改善率

2) 繰り返しのない二元配置分散分析

繰り返しのない二元配置分散分析の結果、手技の要因に危険率 5% で有意差が認められた（表 1）。

表 1　個人と手技を要因とした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
個人	9426.88	8	1178.36	0.81	0.6
手技	26353.41	3	8784.47	6.04	0.004
誤差変動	32016.031	22	1455.27		
全変動	67796.32	33			

3) 多重比較検定

手技の要因について Sheffe's post hoc test を行った結果、伸張手技群と HR（矢状面方向）手技群間、伸張手技群と SCPD 手技群間において危険率 5% で有意差が認められた（表 2）。

表 2　各手技間の多重比較検定

手技	P 値
伸張手技群-HR（矢状面方向）群	0.03
伸張手技群-HR（PNF 運動パターン方向）群	0.1
伸張手技群-SCPD 群	0.003
HR（PNF 運動パターン方向）群-SCPD 群	0.48
HR（PNF 運動パターン方向）群-HR（矢状面方向）群	0.94
HR（矢状面方向）群-SCPD 群	0.84

考察

HR (PNF パターン方向) 手技は伸張手技と比較し PROM の改善に有意差が見出されなかった。HR (PNF パターン方向) 手技の有効性は Tanigawa[4]、武富ら[5]、和気ら[6]により報告されている。HR (PNF パターン方向) 手技の可動域改善の生理学的機序は、伸張された筋の求心性線維により伝達され伸張された筋を支配する運動ニューロンに抑制作用するⅠb抑制[4,5,6]とレンショウ細胞の発火により運動ニューロンの発射が事前に抑制される反回抑制[6]と推定されている。HR (PNF パターン方向) 手技は屈曲－内転－外旋方向に最大限に動かし、三次元の拮抗パターンである伸展－外転－内旋パターンでの抵抗運動の動きであり、屈曲－内転－外旋方向という三次元の ROM 改善が得られる[2]。しかし、今回の膝関節 ROM の評価は、矢状面に平行な屈曲運動 (SLR) の動きであったため、HR (PNF パターン方向) 手技の本来の効果である屈曲－内転－外旋方向という三次元の ROM 改善を十分評価することができなかった可能性がある。今後、客観的な三次元的評価の方法を模索して比較検討する必要がある。

直接的アプローチである伸張手技と比較し HR (矢状面方向) 手技が有意に PROM を改善した。HR (矢状面方向) 手技の生理学的効果として、下腿三頭筋の静止性収縮後にヒラメ筋 H 波は抑制され脊髄レベルでの抑制が報告されている[14,15]。ハムストリングスの伸展性が増加した機序として脊髄レベルの抑制が生じハムストリングスが弛緩したため有意な改善が得られた可能性がある。

また、伸張手技と比較し SCPD 手技が有意に PROM を改善し、HR (矢状面方向) 手技と SCPD 手技には有意差はなかった。間接的アプローチである SCPD 手技による上肢関節障害への効果は多く報告されている[7,8,9,10,11]。新井ら[7]は間接的アプローチである SCPD 手技は運動時橈側手根屈筋 H 波を抑制し、運動後に促通させると報告している。今回の膝関節伸展の PROM の改善も、ハムストリングスへの抑制効果による可能性が推定される。PROM 増大を図る際、間接的アプローチである SCPD 手技は直接的アプローチが困難な場合，遠隔操作にて PROM を拡大することができる可能性が健常者で示唆された。

文献

1) 柳澤 健，乾 公美：PNF マニュアル，南江堂，東京，p.67-71, 2001.
2) Voss DE, Ionta MK, Myer.: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ; Patterns and Techniqes. Third ED, Harper & Row, U.S.A. p.298-311, 1985.
3) Sullivan PE, Markos PD, Minor MA.: 臨 床 PNF. 石川友衛・吉松俊一監訳，メディカル葵出版，p.44-159, 1988.
4) Tanigawa MC.: Comparison of the hold-relax procedure and passive mobilization on increasing muscle length. Phys Ther, 52: p.725-735, 1972.
5) 武富由雄，村木敏明：健常者における肩関節内旋筋に対する HOLD-RELAX 手技による外旋可動域拡大の効果．理学療法学，19: p.457-460, 1992.
6) 和気英樹，柳沢 健，清水ミシェル・アイズマン他：ホールド・リラックス手技と徒手的伸張手技による膝関節可動域改善の比較．理学療法学，21 (4)：p.279-283, 1994.
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: p.22-26, 2002.
8) 名井幸恵，新井光男，上広晃子他：脳卒中後片麻痺患者の骨盤後方下制が患側上肢に及ぼす即時効果．PNF リサーチ，2: p.27-31, 2002.

9) 名井幸恵 , 村上恒二 , 新井光男他 : 脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動が肘関節可動域改善に及ぼす遠隔反応の即時的効果 . PNF リサーチ , 5: p.38-42, 2005.
10) 名井幸恵 , 新井光男 , 上広晃子他 : 脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動が肘関節可動域改善に及ぼす即時的効果 . PNF リサーチ , 6: p.20-24, 2006.
11) 上広晃子 , 新井光男 , 清水 一他 : 脳卒中後片麻痺患者の骨盤抵抗運動パターンの相違が患側肩関節可動域に及ぼす効果 . PNF リサーチ , 4: p.19-23, 2004.
12) Roberts JM, et al.: Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. Br J Sports Med, 33: p.259-263, 1999.
13) Handel M, et al.: Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 76: p.400-408, 1997.
14) Moore MA, Kukulka CG.Depression of Hoffmann reflexes following voluntary contraction and implications for proprioceptive neuromuscular facilitation therapy, Phys Ther. 71: p.321-329, 1991.
15) Condon SM, Hutton RS.: Soleus muscle electromyographic activity and ankle dorsiflextion range of motion during four stretching procedures. Phys Ther, 67: p.24-30, 1987.

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効果

The effects of pelvic resistive exercise on the rising from supine to sitting in Hmiplegia

上広　晃子[1]　新井　光男[2]　村上　恒二[3]
Uehiro Akiko　Mitsuo Arai　Tuneji Murakami
田中　良美[2]　清水ミシェル・アイズマン[4]　加藤　真由美[5]　柳澤　健[6]
Yoshimi Tanaka　Michele Eisemann Shimizu　Mayumi Kato　Ken Yanagisawa

要旨：脳卒中後片麻痺患者 1 名（63 歳）を対象に、患側骨盤に対して後方下制の中間域で抵抗運動による静止性収縮の促通手技（SCPD 手技）を施行し、起き上がり動作所要時間に及ぼす継時的効果をシングルケース実験法 ABAB 型で検証した。A 期（基礎水準測定期）は SCPD 手技を施行しない日常生活活動訓練を実施した期間とし、B 期（操作導入期）は SCPD 手技を施行した期間 とした。A 期と B 期を 4 日間ずつ実施し、起き上がり動作所要時間を各々、ビデオで 2 回ずつ測定し、各期の平均値を算出した。また第 1 基礎水準測定期（A1 期）の起き上がり動作所要時間の平均値を基準値として改善率を算出し各期の動作所要時間を比較した。結果、改善率は、第 1 操作導入期（B1 期）で起き上がり動作所要時間の短縮がみられ、第 2 基礎水準測定期（A2 期）で動作所要時間が増加し、第 2 操作導入期（B2 期）では短縮した。SCPD 手技により、円滑な起き上がり動作が可能となり、起き上がり動作所要時間の短縮効果が得られた。

キーワード：片麻痺、起き上がり動作所要時間、PNF、SCPD

Abstract：The purpose of this study was to determine how resistive sustained contractions using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern for pelvic posterior depression (SCPD) influences the ability of rising from supine to sitting for a hemiplegic patient (age: 63 years). A single-subject experimental design was used. A 4-day period of baseline measurements was taken four times in a week at various intervals in phase AI. Phase AI was followed by a 4-day period, phase BI. Phase BI was followed by a 4-day period, phase AII. Phase AII was followed by a 4-day period, phase BII. In phases AI and AII, the subjects repeated ADL exercises of rising from supine to sitting. In phases BI and BII, the subjects were treated with the SCPD technique at various intervals. The measurement of the amount of time required to rise from supine to sitting was used to evaluate the effect of each phase. We found that, as compared to the ADL exercise, the SCPD technique had cumulative effects for the reduction of the amount of time required to rise from supine to sitting.

Key Words：hemiplegia, rising from supine to sitting, PNF, SCPD

はじめに

脳卒中後片麻痺患者において、日常生活活動（Actives of Daily Living; ADL）で起き上がり動作を獲得し、円滑に行えることは重要である。起き上がり動作は起居移動動作の基本的構成要素の 1 つである[1]。起居移動動作は、

1）本永病院
Motonaga Hospital
2）広島逓信病院　理学療法室
Depertment of Physical Therapy, Hiroshima Posts And Telecommunications Hospital
3）広島大学
Division of Occupational Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University
4）県立広島大学
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural University
5）城西医療技術専門学校
Josai College of Medical Arts and Sciences
6）首都大学東京
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

平衡感覚や、固有受容感覚による頸部、体幹の姿勢維持筋による全身的な筋緊張のコントロール（平衡による基礎的定位のレベル）、パターン化された四肢の速い合目的な運動の自己組織化（筋－関節の固有感覚による基礎的定位のレベル）の調節が必要である[2]。

筆者らは、臨床上、脳卒中後片麻痺患者の起き上がり動作において、骨盤の後方下制の中間域での抵抗運動による下部体幹筋群の静止性収縮の促通（Static Contraction of Posterior Depression ; SCPD 手技）により、起き上がり動作所要時間が短縮し、円滑な起き上がり動作が可能となることを経験している。

骨盤の SCPD 手技とは、側臥位で対象者の坐骨結節に用手接触し、側臥位上側の上肢が動かないように注意しながら 1 ～ 5kg の力で仙腸関節方向に圧縮し骨盤周囲筋群の静止性収縮を促通する手技である。この SCPD 手技の遠隔部位への効果は多く報告されている[3]。

新井ら[4]は、整形外科疾患患者において上肢障害関節に及ぼす即時的効果を骨盤の SCPD 手技と上肢関節の持続伸張手技とを比較した結果、骨盤へのアプローチの方が、障害関節の他動関節可動域（Passive Range of Motion; PROM）が改善したと報告している。また、骨盤の SCPD 手技による橈側手根屈筋 H 波に及ぼす生理学的効果として、SCPD 手技時に橈側手根屈筋 H 波に有意な抑制が生じ、SCPD 手技後に有意な促通が生じることを報告している。総指伸筋 H 波に及ぼす生理学的効果としては、SCPD 手技による上位中枢の影響を報告している[3]。また、名井ら[5]は、脳卒中後片麻痺患者の患側上肢関節に及ぼす即時的効果を、骨盤の SCPD 手技と直接患側肩関節屈曲方向へ持続伸張する手技とを比較した結果、SCPD 手技の方が有意に肩関節屈曲の PROM が改善したと報告している。上広ら[6]は、脳卒中後片麻痺患者を対象として、骨盤の前方挙上の中間域での静止性収縮（Sustained Contraction of Anterior Elevation; SCAE 手技）と骨盤の SCPD 手技 の２つの骨盤のパターンを行った結果、SCAE 手技において PROM のみに有意差を認め、SCPD 手技においては PROM と自動関節可動域（Active Range of Motion; AROM）に有意差が認められたと報告している。また、桝本ら[7]は、立位で患側への重心移動が困難であった脳卒中後片麻痺患者 1 名に対し、骨盤の SCPD 手技を行った結果、患側への重心移動が促通され、歩行能力が改善した症例を報告している。このように、間接的アプローチ法としての骨盤の SCPD 手技が及ぼす効果の報告はあるが、骨盤の SCPD 手技の ADL に及ぼす効果に対する報告はない。

そこで脳卒中後片麻痺患者の患側骨盤に対して、後方下制の中間域での抵抗運動による静止性収縮の促通手技（SCPD 手技）と、ADL 訓練を実施した際とを比較した。他の介入効果の要因を排除し、SCPD 手技の介入の効果を判定することが可能なシングルケース実験法にて、起き上がり動作の所要時間を測定し、SCPD 手技の継時的介入効果を明確にするために研究を行った。

対象

本研究に同意した脳卒中後右片麻痺患者 1 名を対象とした。対象は 63 歳、男性。発症後 4 ヶ月が経過し、ブルンストロームステージが上肢Ⅲ、下肢Ⅳであった。高次脳機能障害を有さず、口頭指示の理解が良好で、起き上がり動作が可能であった。対象の ADL は、イスとベット間の移乗は最小限の介助を要し、病棟内での移動動作は歩行器で監視レベルであり、トイレ動作は部分介助レベルであった。基本動作は、寝返り、起き上がりは自立。立ち上がり、立位保持は 1 側上肢での支持があれば監視レベルであった。歩行動作は T 字杖で軽介助レベルであった。

方法

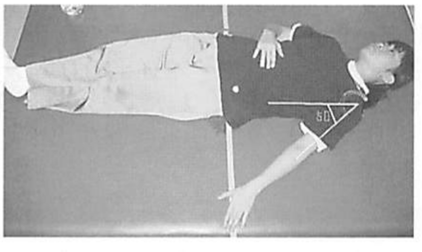
研究デザインはシングルケーススタディーの反復型実験計画 ABAB 型デザインとした。

第1基礎水準測定期（A1期）、第1操作導入期（B1期）、第2基礎水準測定期（A2期）、第2操作導入期（B2期）のそれぞれの期間は4日間とし、以下のように行った。基礎水準測定期（A期）はADL訓練を実施した期間とし、操作導入期（B期）はSCPD手技とADL訓練を行った期間とした。

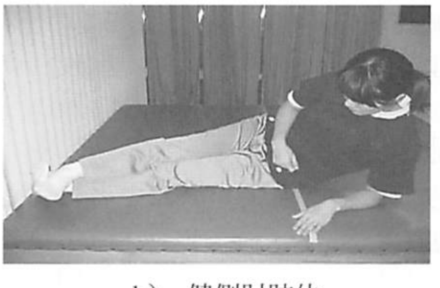
SCPD手技は、患側を上にした側臥位で坐骨結節に用手接触し、10秒間静止性収縮を行わせ、15秒間のリラクセーション後、10秒間静止性収縮を実施した。

被験者は、被験者の上前腸骨棘がベット横の中央線上とし、健側肩関節50°外転位で、ベットの端に指先が来る背臥位とした[8)]。また、被験者の患側下肢は、健側下肢の上に置き、患側上肢は、腹部に乗せた状態とした（図1)。検者による合図「始めてください」と同時に、起き上がり動作を開始し、起き上がり動作所要時間を測定した。起き上がり動作は、背臥位から、座位になる経過において体幹が部分的に回旋し、健側の肩甲骨下角が浮き、健側肘支持の状態を経由し、健側の手を反対側の大腿の上にのせた座位までの動作とした。端座位時の頭部は正面に向くように統一した。

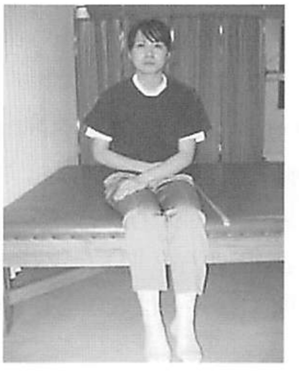
測定前に起き上がりに対する適切な情報を与え、1回練習してもらった後、測定開始から、終了肢位までの時間を2回ずつ測定した。また、測定にはビデオカメラを2台設置して行った。



a） 起き上がり動作の開始肢位



b） 健側肘肢位



c） 終了肢位

図1

a） 上前腸骨棘がベット横の中央線上とし、健側肩関節50°外転位で、ベットの端に指先が来る背臥位とした。また、被験者の患側下肢は、健側下肢の上に置き、患側上肢は、腹部にのせた状態とした。

b） 背臥位から、座位になる経過において体幹が部分的に回旋し、健側の肩甲骨下角が浮き、健側肘支持の状態を経由し、健側の手を反対側の大腿の上にのせた座位までの動作とした。

c） 端座位時の頭部は正面に向くように統一した。

データ解析

2回ずつ撮影した起き上がり動作を、データ処理時にそれぞれ画面上で3回計測し、その3回計測した値の中央値を測定値とし、それぞれ1回目と2回目の測定値を出す。その1回目と2回目の測定値で起き上がり動作所要時間の各期の平均値を算出する。起き上がり動作所要時間はA1期の起き上がり動作所要時間を基準値として改善率を算出した。

改善率 =（各期の平均値－ A1 期の平均値）/（A1 期の平均値）× 100

起き上がり動作所要時間の短縮とは第1基礎水準測定期（A1 期）を基準値として改善率を算出し、マイナスの値をとった時と判断した。また、起き上がり動作所要時間が短縮したとき、起き上がり動作の円滑さが得られたとした[9, 10]。

結果

起き上がり動作所要時間の各期の平均値は、第1基礎水準測定期（A1 期）は 7.4 ± 0.2 秒、第1操作導入期（B1 期）は 7.3 ± 0.2 秒、第2基礎水準測定期（A2 期）は 7.6 ± 0.2 秒、第2操作導入期（B2 期）は 6.0 ± 0.1 秒であった（図 2）。

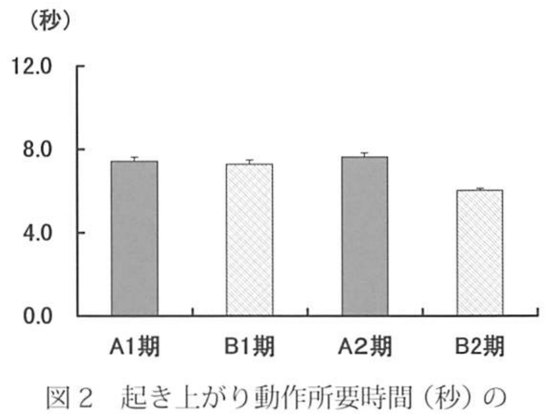


図2　起き上がり動作所要時間（秒）の各期の平均値

(A1 期；第1基礎水準測定期，B1 期；第1操作導入期，A2 期；第2基礎水準測定期，B2 期；第2操作導入期)

A 期；ADL 訓練を実施した期間
B 期；SCPD 手技と ADL 訓練を行った期間
(各期は各々4日間ずつ行った)

A1期を起き上がり動作所要時間の平均値として、改善率を算出した結果、改善率は、B1 期で－ 2.0 ± 0.0%改善し、A2 期で 2.6 ± 0.0% と悪化した。しかし、B2 期では－ 19.0 ± 0.0% 動作所要時間が短縮した（図 3）。

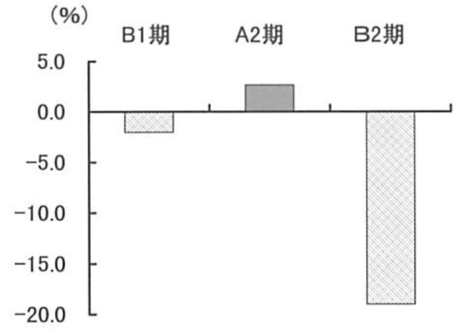


図3　起き上がり動作所要時間の各期の改善率

改善率 =（各期の平均値－ A1 期の平均値）/（A1 期の平均値）× 100

起き上がり動作所要時間は A1 期の起き上がり動作所要時間を基準値として改善率を算出した。改善率は、B1 期で－ 2.0 ± 0.0％改善し、A2 期で 2.6 ± 0.0%悪化した。しかし、B2 期では－ 19.0 ± 0.0%動作所要時間が短縮した。

考察

脳卒中後片麻痺患者に多く見られる起き上がり動作を困難にしている要因として、体幹の可動性の低下[11]や活動する運動単位の減少、主動作筋の運動単位の発火頻度の変調[12, 13, 14]により内･外腹斜筋が適切に働けないため、体幹コントロール及び、協調性の障害が生じていることが考えられる。

今回、脳卒中後片麻痺患者に ADL 訓練を実施した期間（A 期）と、SCPD 手技介入期（B 期）とを交互に実施するシングルケース実験法 ABAB 型にて、起き上がり動作の所要時間を測定し SCPD 手技の継時的介入効果を検証した結果、ADL 訓練だけを実施した期間（A2 期）では、改善率は 2.6 % 悪化し、SCPD 手技介入期（B1 期）では、改善率は、－ 2.0% で負の値を示し、起き上がり動作所要時間の短縮効果が期待され、さらに、B2 期において－ 19.0% となり、SCPD 手技による起き上がり動作所要時間に対する継時的効果の可能

性が示唆された。

この起き上がり動作所要時間の短縮の要因には、先行研究によるSCPD手技の効果報告から、SCPD手技による生理学的機序により賦活された可能性が推察される。

SCPD手技は、運動単位の動員や、インパルスの発射頻度の増加による筋力増強を可能とする抵抗運動[12, 15]を行う手技である。抵抗運動により、主動作筋として、下部体幹筋（腸腰肋筋、胸最腸筋、腰方形筋（下方））の収縮、静止性収縮することにより、外腹斜筋、内腹斜筋、腹直筋、腰方形筋（上方）の同時収縮が生じ、体幹筋の筋力増強が可能となったためと示唆された。さらに、SCPD手技施行時に行われる圧縮の効果により、脊髄の興奮性を高め、圧縮後のリラクセーションにより脊椎のモビライゼーションが得られ[12)]、体幹の可動性が得られたため起き上がり動作所要時間の短縮が得られた[11)]可能性が示唆された。

文献

1） 潮見泰蔵：起き上がり動作と理学療法のかかわり．理学療法 20：1013-1016，2003
2） 富田昌夫：起居移動動作障害に対する運動療法の基礎．PT ジャーナル 38（9）：741-748，2004
3） 新井光男，柳沢健：痛みに対する PNF モビライゼーション．理学療法 23：195-200，2006
4） 新井光男，清水一，清水ミッシェル・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）22-26，2002
5） 名井幸恵，新井光男，上広晃子，他：脳卒中後片麻痺患者の患側の骨盤の後方下制が患側上肢に及ぼす即時効果．PNF リサーチ（2）27-31，2002
6） 上広晃子，新井光男，清水一，他：脳卒中後片麻痺患者の骨盤の抵抗運動パターンの相違が患側肩関節可動域に及ぼす効果．PNF リサーチ（4）24-27，2004
7） 桝本一枝，新井光男，田中良美，他：患側への重心移動が困難であった脳卒中後片麻痺患者 1 症例に対する骨盤の後方下制の効果．PNF リサーチ（6）45-49，2006
8） 封間均：起き上がり動作のメカニズム．理学療法 20（10）：1017-1027，2003
9） 小野寺由美子，半澤宏美，佐々木智幸，他：片麻痺患者における起き上がり動作および片肘立ち位の圧中心軌跡に影響を及ぼす身体機能の検討．理学療法科学 20(1)：37-41，2005
10）武村雅俊，有賀保博，和田智弘，他：脳卒中片麻痺患者の起き上がり動作と理学療法．理学療法 20（10）：1046-1054，2003
11）金子純一郎，潮見安蔵，石戸祐亮：起き上がり動作における運動パターンへの影響 - 体幹への制限による比較．理学療法基礎系
12）新井光男，柳沢健；中枢神経疾患における筋力増強の実際．理学療法 21（3）：499-505，2004
13）細田多穂，柳澤健・編：理学療法ハンドブック改訂版 2 版 PNF アプローチ，pp293-350，協同医書出版社 1991．
14）新井光男，柳沢健；筋緊張亢進状態の筋電図学的評価．理学療法 21（9）：1181-1186，2004
15）柳澤健，乾公美．PNF マニュアル；南光堂，2001

下肢PNF運動が対側ヒラメ筋H波に与える影響

Effect of Soleus H-Wave amplitude on PNF low-extremity patterns movement

石黒 幸治[1)] koji Ishikuro　徳田 裕[2)] Yutaka Tokuda　川合 宏[1)] Hiroshi Kawai

新出 敏治[1)] Tosiharu Sinde　松下 功（MD）[1)] Isao Matusita　柳澤 健（PhD）[3)] Ken Yanagisawa

要旨：本研究では一側下肢のPNFパターンによる往復自動運動が、対側脊髄運動ニューロンの活動性に与える影響を検証する目的で、対側ヒラメ筋より誘発筋電図のH波振幅による検索をおこなった。方法は、12名の対象者をCont群（背臥位で5分間の安静）、Active群（背臥位で股・膝関節屈曲－伸展往復自動運動）、PNF群（膝の屈曲伸展を伴う下肢の屈曲・内転・外旋ー伸展・外転・内旋パターン往復自動運動）の3群に無作為に分け、介入前後に誘発筋電位装置により対側ヒラメ筋からH波振幅を測定した。刺激条件は、持続1 msecの矩形波を1 Hzの頻度で強度を約1．5倍とし、膝窩部から脛骨神経を経皮的に電気刺激した。波形は、16回の加算平均処理をおこなった。得られたH波振幅変化率は、一元配置分散分析と多重比較検定により統計解析をおこない危険率5％未満を有意水準とした。その結果、PNF群はCont群とActive群に比べH波振幅を有意に低下させることが確認され、その神経生理学的背景として交差性伸展反射・筋収縮後の弛緩の2要因が相乗効果として作用したことが推察された。

キーワード：PNF、H波、交叉性伸展反射、弛緩

Abstract: By this research, PNF patterns movement on Low Extremity performed search by induction electromyogram H wave amplitude for the purpose which verifies the influence on α motor neuron of opposite side soleus.

We divided 12 candidates into 3 groups of Cont group (a rest of five minutes in the supine position.), Active group (low-extremity active shuttle movement in supine position), and PNF group (PNF pattern active shuttle movement with knee flexion and extension in supine position) at random, and measured the opposite side soleus H wave amplitude in before and after movement.Stimulus conditions were 1Hz in frequency about the rectangle wave of self-sustaining 1msec, made intensity about 1.5 times and carried out the electric stimulus of the tibial nerve percutaneously from the hollow of knee.The obtained waveform was performed 16 addition average processings.

The amplitude rate of change was performed statistics processing by unitary arrangement distribution analysis and multiplex comparison official approval, and made the significant level less than 5% of rates of danger.

Consequently, the PNF group reduced H wave amplitude intentionally compared with Cont group and Active group. As this nerve physiological factor, Synergy effect by two factors of Crossed Extension Reflex and the relaxation after contraction were able to be considered.

Keywords: PNF, H-Reflex, Crossed Extension Reflex, Relaxation

1) 富山大学附属病院リハビリテーション部
Department of Rehabilitation, Toyama University Hospital

2) 富山医療福祉専門学校理学療法学科
Department of Physical Therapy, Toyama College of Medical & Human Services

3) 首都大学東京健康福祉学部理学療法学科
School of Physical Therapy, Faculty Health Science, Tokyo Metropolitan University

はじめに

柳澤らによると、Proprioceptive Neuromuscular Facilitation（PNF）の運動開始肢位は固有受容器を通して大脳皮質を非特異的に中枢覚醒させ、脊髄運動ニューロンの興奮性を増大し、筋発生張力の増大・反応時間の短縮といった行動覚醒を生じさせるとしておりH波をその神経生理学的根拠の一つとしている。一般的に、PNF の H 波に関する研究の多くは、他動的な肢位の保持[1～6]や等尺性収縮[7, 8]による影響を検証するもので PNF パターンの往復自動運動によるものはみられない。本研究では一側下肢の PNF パターン往復自動運動が、対側脊髄運動ニューロンの活動性に与える影響を検証する目的で、対側ヒラメ筋より誘発筋電図の H 波振幅による検索をおこなったので報告する。

研究方法

1）対象

研究趣旨に同意し神経学的な既往がない健常人（富山医療福祉専門学校理学療法学科生）12 名（平均身長 165.8 ± 7.9 cm、平均体重 57.6 ± 10.4 kg、平均年齢 24.1 ± 5.8 歳）を対象とした。対象者の割付には、black box からくじを引かせ Cont 群（背臥位での 5 分間の安静）、Active 群（背臥位での股・膝関節屈曲－伸展往復自動運動）、PNF 群（背臥位での膝の屈曲伸展を伴う下肢屈曲・内転・外旋－伸展・外転・内旋パターン往復自動運動）の 3 群に無作為に振り分けた。

2）方法

各群の介入方法として Cont 群には背臥位による 5 分間の安静、Active 群と PNF 群には事前にメトロノームを使用して 1 秒 1 動作の運動速度を学習させたのち、下肢を伸展位で開始・終了する往復自動運動を 20 回おこなわせた。

3）H 波測定（図 1）

機器には誘発筋電位装置（日本光電工業株式会社製 NeuropackΣ MEB5504）を使用した。測定筋は右側ヒラメ筋とし、皮膚前処理剤（日本光電工業株式会社製スキンピュアー）にてインピーダンスを 5kΩ 以下とした。電極には銀 - 塩化銀製の表面皿電極を使用し、陰極をヒラメ筋筋腹に貼付し、陽極を陰極より 3 ～ 5cm 遠位部のアキレス腱部に貼付し筋腹腱導出法により測定をおこなった。刺激は、各介入前の安静時および介入終了から約 1 秒後に脛骨神経を膝窩部から経皮的に電気刺激した。刺激条件として持続 1msec の矩形波を刺激頻度 1Hz で、強度を閾値の 1.5 倍前後とし M 波が出現しないように心がけた。波形は 16 回の加算平均処理をおこなった振幅波形を記録した。なお、足関節を底屈約 10 度で装具固定し等尺性収縮をおこなわせ、測定中は視覚入力を遮断し安静・閉眼させ 1 ～ 100 までの反復黙唱により入眠を防止し安定した H 波の導出を心がけた。測定は室温 25 度に環境設定されたシールドルームにておこない、被験者が過度の緊張感や疲労を受けないよう配慮した。

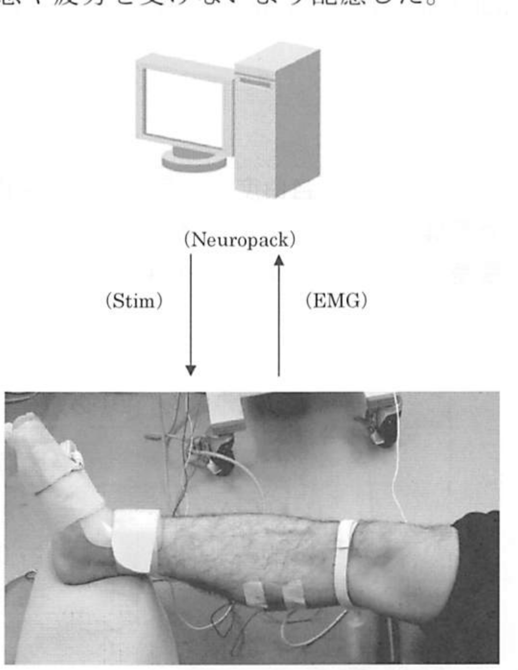


図 1　誘発筋電位装置によるヒラメ筋からの H 波導出の流れ

4）一重盲検化

研究は、機器を操作する者（1名）と被験者に実験内容を説明する者（1名）の合計2名にて行い、機器操作者には一重盲検化をおこなった。

5）統計解析

統計解析には StatView5.0 を使用し、H 波振幅変化率を一元配置分散分析により各群のデータが正規分布し分散が均一とみなせるかどうかを検定した。分散が均一であると検定された場合には、多重比較検定により各群間におけるH波振幅変化率の差を検定した。いずれも危険率5%未満を有意水準とした。

結果

各群でのH波振幅変化率は、Cont 群での平均変化率が－3.0±18.6%、Active 群での平均変化率が－32.1±7.2%、PNF 群での平均変化率が－59.9±10.8%であり、一元配置分散分析により解析した結果 p＝0.0006 で各群間に有意差が認められたことで分散が均一であることを確認した(表1、2)。したがって多重比較検定により解析した結果、Cont 群と Active 群の平均値の差が－29.1%であり p＝0.012、Active 群と PNF 群の平均値の差が 27.8%であり p＝0.015、Cont 群と PNF 群の平均値の差が 56.9%であり p＝0.0002 であり各群間で有意差を認めた（表3、4)。

表1　介入前後でのH波振幅と変化率

	H 波振幅（介入前）	H 波振幅（介入後）	平均変化率
Cont 群	４．４±１．９	４．１±１．０	－３．０±１８．６
Active 群	３．２±０．５	２．２±０．４	－３２．１±　７．２
PNF 群	２．３±１．９	１．０±１．１	－５９．９±１０．８

(H 波振幅単位；mV、変化率単位；%)

Cont 群は背臥位で5分間の安静、Active 群は背臥位で股・膝関節屈曲－伸展自動運動、PNF 群は膝の屈曲伸展を伴う下肢屈曲・内転・外旋－伸展・外転・内旋パターン自動運動

表2　一元配置分散分析（One Factor ANOVA)

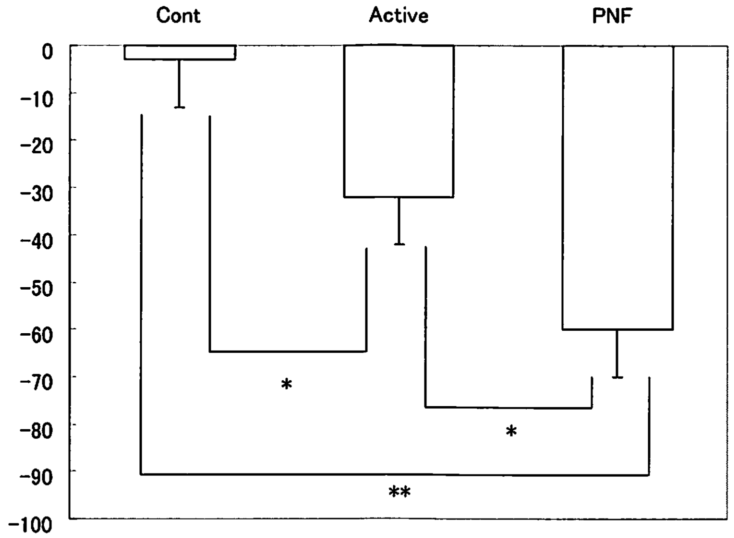
	自由度	平方和	平均平方	F値	P値	ラムダ	検出力
対照群	2	6472.326	3232.163	18.838	0.0006	37.076	0.998
残差	9	1546.116	171.791				

表3　多重比較検定（Fisher's PLSD 法)

	平均値の差	棄却値	P値	
Cont－Active	-29.08	20.966	0.012	*
Active－PNF	27.803	20.966	0.015	*
Cont－PNF	56.883	20.966	0.0002	**

*；p<0.05、**；p<0.01

表4　H波振幅変化率（%）と各群間での比較



*；p<0.05、**；p<0.01

考察

柳澤ら[1～6]・Nakamuraら[9,10]・小坂ら[11]は、PNF運動開始肢位の効果として固有受容器を通して大脳皮質を非特異的に中枢覚醒させ、脊髄運動ニューロンの興奮性を増大し、筋発生張力の増大・反応時間の短縮といった行動覚醒を生じさせるとしており、α運動ニューロンの興奮性の指標であるH波をその神経生理学的根拠の一つとしている。一般的に、PNFのH波に関する研究の多くは、他動的な肢位の保持[1～6]や等尺性収縮[7,8]による影響を検証するものでPNFパターンの往復自動運動によるものはみられない。柳澤ら[12～14]は、股関節屈曲位を他動的に保持した場合には対側ヒラメ筋H波を促通し、伸展位で抑制するとしている。そして、藤原ら[15]はPNFは興奮準位の上昇を得るのに有効な手技であるとした上で、運動中は非対称性の姿勢や肢位の変化に対応するため、その方向により促通と抑制の両方を考慮しなくてはならないとし柳澤らの報告を支持している。なお、柳澤らによればこの場合の促通と抑制には交叉性伸展反射[16～19]が関与し、伸展位から屈曲位へ肢位が変化するにつれて対側ヒラメ筋H振幅が回帰的に増大するとしている。このことは、逆に股関節を屈曲位から伸展位へ肢位を変化させた場合には、H波振幅は低下することが推察される。

本研究では一側下肢のPNFパターンによる往復自動運動が対側脊髄運動ニューロンの活動性に与える影響を検証する目的で、対象をCont群、Active群、PNF群の3群に無作為に分け、介入前後に誘発筋電位装置により対側ヒラメ筋からH波振幅を測定した。得られたH波振幅変化率を統計解析した結果、各群間に有意差が認められPNF群はCont群やActive群より有意に対側ヒラメ筋H波振幅を低下させることが確認された。このことにより一側下肢のPNF屈曲・内転・外旋－伸展・外転・内旋パターン往復自動運動は、対側ヒラメ筋H波を強く抑制し、その神経生理学要因に交叉性伸展反射が考えられる。

一方、等尺性収縮中のヒラメ筋ではH反射は高まっているが、それに続く弛緩中の脊髄反射出力は一過性に低下するとの報告[20]もあり、H波抑制の要因に筋収縮後の弛緩も考えられる。一側下肢の往復自動運動中の対側下肢伸筋群は体幹を持続的に固定し肢位の変化に対応するため等尺性収縮をおこなっていた。しかし、H波の測定は一側下肢の運動終了後におこなわれており、対側下肢は弛緩していたと考えられる。これらのことから、本

研究ではPNF群はCont群やActive群に比べ交叉性伸展反射が強く作用すること、また、等尺性収縮後の弛緩の2要因による相乗効果によって、対側脊髄運動ニューロンの活動性をより抑制することでH波振幅を低下させたものと推察される。

引用文献

1) 柳澤　腱・乾公美：PNFマニュアル　改訂第2版. 1－22. 2005
2) Yanagisawa K, Nakamura R et al:Effect of Facilitating Position on H-Reflex. 11Th Internatinal Congress of The WCPT, Proceeding, p1025-1027, 1991
3) 柳澤　健・遠藤　敏裕・竹井　仁・他：片麻痺患者の上肢PNF肢位変化が下肢運動ニューロンに及ぼす影響. 都立医療技術短大概要6：125－127. 1993
4) 柳沢　健・中村隆一・藤原孝之：上肢PNF肢位のヒラメ筋H波に及ぼす影響. 理学療法学16. 19－22. 1989
5) 柳沢　健・中村隆一・藤原孝之：上肢の肢位によるH波の変動. リハビリテーション医学23. 210. 1986
6) 柳沢　健・中村隆一：両側上肢PNF肢位によるH波の変動. リハビリテーション医学24. 352. 1987
7) 富田　浩・柳沢　健：一側下肢の等尺性収縮が対側ヒラメ筋H波に及ぼす影響. 理学療法学19. 97. 1992
8) 富田　浩・柳沢　健：一側下肢筋の等尺性収縮が対側ヒラメ筋H波に及ぼす影響. 理学療法学20. 253-255. 1993
9) Nakamura R, Viel E：The influence of position changes in the proximal joint on EMG-recorded reaction time on key muscle in the human extremity. 7th international congress of the WCPT, proceeding, p119-123, 1974
10) Nakamura R：Effect of facilitation position on behavioral arousal. JJA Phys M Bal Clin46：131-137, 1983
11) 小坂健二, 中村隆一：小脳性運動失調患者におけるPNF施行後の肢位変化による脳波覚醒. リハ医学30：45-1993
12) 柳沢　健・斉藤宏・大橋ゆかり・他：膝関節肢位変化による対側ヒラメ筋H波への影響. 第27回リハ医学会抄録. 226. 1990
13) 柳澤　健・大橋ゆかり・斉藤宏・他：下肢PNF肢位の対側ヒラメ筋H波に及ぼす影響. 理学療法学17. 75. 1990
14) 柳澤　健・斉藤宏：一側股関節肢位の他動的変化の対側H波への影響. リハ医学26. 244. 1989
15) 藤原　孝之・石川友衛：神経筋促通手技中のH波の変化. 総合リハ　101巻11号. 1009-1014. 1982
16) 広重　力・熊田衛・香川　靖雄　他：標準生理学　第5版.（監修）本郷利憲・広重力. 運動機能　Ⅱ脊髄. 307－326. 株式会社医学書院. 2001
17) R. F. シュミット・G. テウス：第Ⅲ編　神経系の機能.（監修）佐藤昭夫. スタンダード人体生理学. 87－99. シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社. 1994
18) ギャノング:第Ⅲ編　神経系の機能.（訳）岡田泰伸. ギャノング生理学　原著21版. 135－144. 丸善株式会社. 2004
19) Arthur C. Guyton・John E. Hall：神経系　運動と統合の神経生理学.（監訳）早川和一：ガイトン臨床生理学　第1版第5刷. 691－701. 株式会社医学書院. 2005
20) Abbruzzese M, et al：Muscle Nerve 21：439, 1998

PNF 骨盤前方挙上パターンが歩行の対側立脚初期時の骨盤回旋運動に与える影響

The effect of pelvic anterior elevation influence to pelvic rotation of initial contact in opposite side during walking

長谷川　治[1]　西守　隆[2]　木村　智子[3]
Osamu Hasegawa　Takashi Nishimori　Tomoko Kimura

要旨：健常成人男性７名を対象とし、歩行時の骨盤回旋運動について、固有受容性神経筋促通手技（PNF）の骨盤前方挙上（PAE）パターン実施前（条件 A）と実施直後（条件 B）の２群間の比較を行った。PAE 実施側は、全対象者右側とした。解析は、３次元動作解析装置を用いて骨盤回旋角度を算出し、PAE 実施による歩行時の骨盤回旋運動への影響を検討した。それぞれの条件において、左踵接地から骨盤が外旋（骨盤の右側が前方回旋）を開始するまでの時間を算出し比較した結果、条件 B は条件 A よりも有意に短縮していた($p < 0.05$)。つまり、PAE を実施した直後では、PAE を実施する前に比べて、左踵接地後早期に骨盤外旋運動が始まったことを示す。臨床応用としては、立脚後期における過度な骨盤後方回旋に対するアプローチとして有用な手段であることが示唆された。

キーワード：PNF 、骨盤の前方挙上、骨盤回旋運動、歩行

Abstract：The purpose of this study is to examine the influence of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) technique on pelvic rotation during walking. 2 trials were conducted using 7 healthy adult males, on the right side. Trial A: Walking before the pelvic anterior elevation (PAE) pattern of PNF execution. Trial B: Conducted immediately after the execution PAE. The pelvic rotation angle in the left initial contact is calculated by the use of the 3 dimensional operation analysis devices. The influence on the pelvic rotation conversion period before and after PAE.

The difference from the left initial contact, to the beginning of the pelvic external rotation, (opposite side is anterior rotation), of each trials, was calculated and compared. Therefore, trial B, showed the significant shortens from trial A ($p<0.05$).

That is, in walking that executed PAE, it was thought that the pelvis began the external rotation at once, after the initial contact of the left limb, and, on the right limb change over to the swing phase at the early stage.

It was concluded that PAE was a useful means, as an approach to an excessive posterior rotation of the pelvis, as a clinical application.

Key Words：PNF, pelvic anterior elevation, pelvic rotation, walking

はじめに

固有受容性神経筋促通手技（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation：PNF）は、脊髄性の病変だけでなく、中枢・末梢神経疾患、スポーツ障害や外傷などを対象とし[1]、臨床の場面において、機能的活動中の遂行を促すことを目的としてもちいられる手技の一つである。その中でも、異常歩行を呈した患者に対するPNF アプローチが、歩容改善に有効であったとの報告がなされている[2]。歩行動作に対する具体的な PNF アプローチは、立脚相における下肢の支持性を促す目的で、下肢

1）相原第二病院　リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, AIHARA Second Hospital
2）関西医療学園専門学校　理学療法学科
Department of Physical Therapy, Kansai Vocational College of Medicine
3）藍野大学　医療保健学部　理学療法学科
Department of Physical Therapy, Faculty of Nursing and Rehabilitation, AINO University

の伸展・外転・内旋パターンや、骨盤の後方下制パターンが施行される。また、遊脚相における下肢前方への振り出しを促す目的で、下肢の屈曲・内転・外旋パターンや、骨盤の前方挙上が施行される。

PNFの個々のパターンを「道具」として捉えた場合、その扱い方を熟知せずに用いると、目的とする効果が半減する可能性もある。より有効な反応を得るためには、機能的活動の分析はもとより、それぞれの要素に見合ったパターンを選択し、その選択されたパターンによる各動作への影響を充分に理解する必要がある。具体的な例として、歩行動作に対するPNFアプローチは、歩行サイクルの各相におけるメカニズムを考えながらパターンを実施し、組み立ての中に流れをつくることでいい効果が生み出せると考える。しかし、これまでのPNFアプローチでは、促通したい動きを相ごとにとらえ、各相に含まれる要素に見合ったパターンを選択することは多いが、それが実際に促通したい動きに寄与しているかという検証は少ない。

歩行サイクルの各相において、実施するPNFパターンが、促通したい動きに寄与するかという検証を行うためには、歩行時の骨盤運動を理解することが重要な因子であると考える。歩行時における骨盤運動は、重心移動かつエネルギー消費を最小限に抑えるために動作局面に先駆けて運動の方向を転換していることが報告されており[3]、骨盤運動に着目する意義は大きいと考える。

そこで今回我々は、動作局面の運動転換時期に着目し、PNF骨盤前方挙上パターン(Pelvic Anterior Elevation：PAE)を実施することで、歩行時の対側(支持側)骨盤回旋運動の変化について、3次元動作解析装置を用いて検討する事を目的とした。

対象と方法

1．対象者

本研究の趣旨を十分に説明し、同意を得た健常成人男性7名を対象とした。対象者の平均年齢は27.3±3.2(24～32)歳、平均身長は173.3±2.5(171～178)㎝、平均身体質量は66.0±5.2(60.5～75.5)kgであった。

2．実験試技

1)実施条件

PAEを実施する前を条件A、PAE実施直後を条件Bとする2条件とし、それぞれの条件下で、歩行動作時の骨盤回旋運動を解析した。PAE実施は、インストラクターの十分な指導を受けた同一者が行った。対象者は、ベッド上に左側臥位となり、PAEの実施方法[1]に基づいた姿勢に整え、右側骨盤に対して15回実施した。

2)歩行条件

対象者は全員裸足とし、各条件ともにメトロノームにて100bpmのリズムに歩調を合わせ歩行させた。なお、対象者には、あらかじめメトロノームのリズムに一致できるように実験路上を歩行してもらい、対象者がそれに順応できるまで練習を行わせた。また、メトロノームのリズムに歩調が合わない場合はデータから削除し、再び試技を実施した。

3)ビデオ撮影およびデータ処理

デジタルビデオカメラ(Victor社製、GR-DV500)を4台設置し、画像分析範囲を前後約3m、左右約1.5mとし、その画像分析範囲の歩行フォームを撮影した。骨盤の動きを明確にとらえるため、左右の大転子直上の腸骨稜上にベース付の反射マーカー(直径約2㎝)のベース部分を強力なテープにて貼付した(図1)。撮影されたビデオ画像から、歩行動作中の左踵接地から左足尖離地までとその前後15コマの測定点の座標値を、3次元動作解析装置Frame-Dias II(DKH社製)を用い、追尾方式で自動認識させてデジタイ

ズ（100Hz）を行った。これらの座標値からDLTキャリブレーション法（Direct Linear Transformation Calibration method）を用いて3次元座標値を算出した。これは3次元空間座標から2次元投影座標への投影条件を求め、計測された2次元座標から3次元座標を求めるものである。計測に先立ち、3次元座標が既知である6個以上の参照点（コントロールポイント）を多方向から撮影し、投影法における2次元座標を計測した。撮影条件を11個の未知数（11パラメータ法）とする多項式に既知の3次元座標と計測された2次元座標を代入して連立方程式を立て、これを最小二乗法により解いて撮影条件を求めた。次いで実際の計測を行い、3次元座標を未知数とする多項式に、撮影条件と計測された2次元座標を代入し連立方程式を立て、これを最小二乗法により解き、3次元座標を算出した[4)]。実測値とDLT法による推定値との誤差は、X（進行）方向で1.0㎝、Y（左右）方向で0.3㎝、Z（鉛直）方向で0.6㎝であった。3次元座標値に3点移動平均法を用いて、遮断周波数が5Hzになるように繰り返し回数を決定し、3次元座標値を平滑化した。

図1　骨盤への反射マーカー貼付位置
大転子直上の腸骨稜の位置に貼付した

3．測定項目

1）骨盤回旋角度

身体水平面における骨盤角度を、左右大転子の鉛直線上に位置する腸骨稜を結んだ線と進行方向に対して直角な線とのなす角度によって測定し、身体上面から見て骨盤が進行方向に対して正対している場合を0度とし、反時計回りに回旋した場合を正とした（図2）。本研究では、接地脚が左側の場合を基準として表示し、正の値の場合は接地側である左側の骨盤が進行方向とは逆に後方に変位するように回旋したことを示し「骨盤の外旋」と表した。逆に、接地脚である左側の骨盤が進行方向へ変位するように回旋した場合を「骨盤の内旋」と表した[5-7)]。得られた骨盤回旋角度から、左踵接地の瞬間を基準とし、骨盤外旋運動が開始するまでの時間（外旋開始時間）を算出し、条件間で比較した（図3）。

なお、統計学的処理には対応のあるｔ検定を用い、危険率5％未満をもって有意とした。

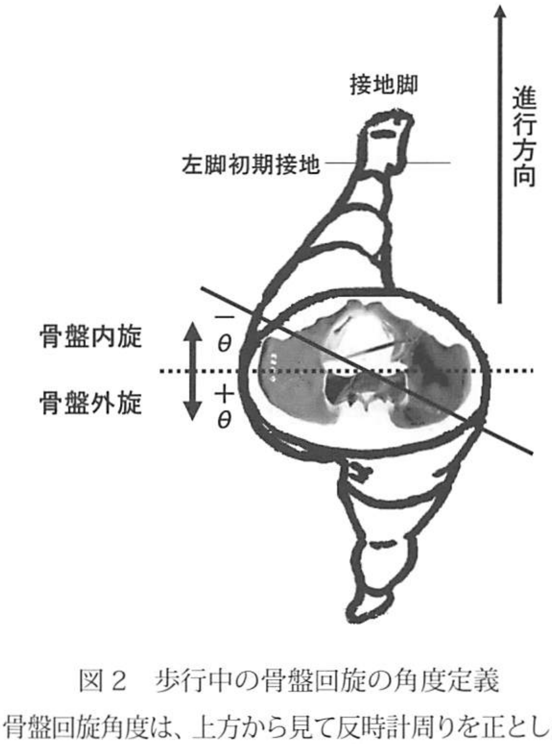


図2　歩行中の骨盤回旋の角度定義
骨盤回旋角度は、上方から見て反時計周りを正とした

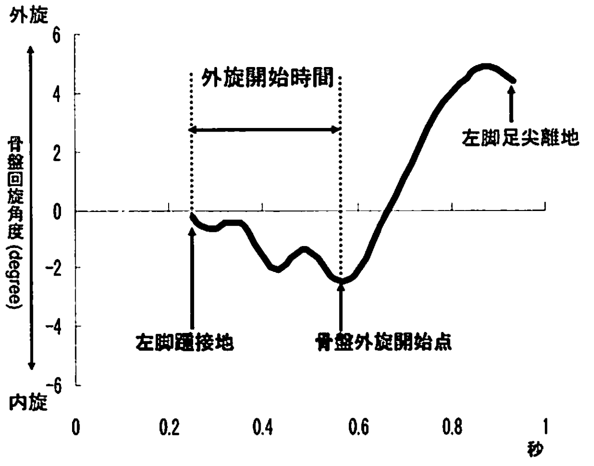


図 3　骨盤外旋開始時間の算出方法
左踵接地から骨盤外旋開始点までの時間を算出した

結果

条件 A と B について、左立脚相における骨盤回旋運動の典型例を図 4 に示す。各条件の外旋開始時間平均値は、条件 A 0.20 ± 0.12s、条件 B 0.05 ± 0.09s であり、条件 B は条件 A に比較して外旋開始時間が有意に短縮した（$p < 0.05$）（図 5）。

条件 A における骨盤回旋運動は、左踵接地後しばらく内旋を継続し、その後、右脚の遊脚の前進に合わせて外旋を始めた。一方、条件 B における骨盤回旋運動は、左踵接地時にほぼ最大内旋位であり、左踵接地直後に骨盤が外旋し始めた。

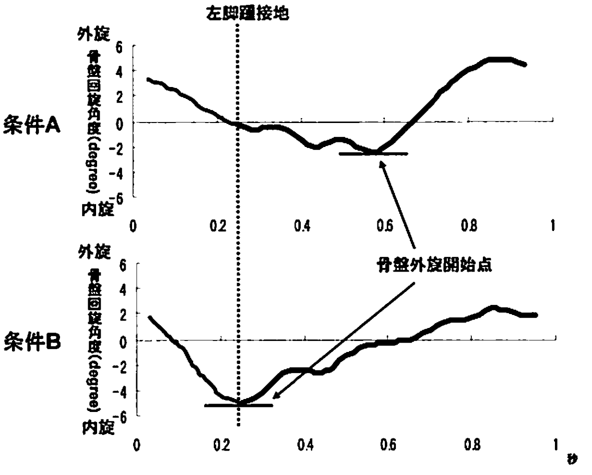


図 4　左立脚相における骨盤回旋運動の典型例
条件 A（上），条件 B（下）の骨盤回旋角度と時間の関係を示すグラフの典型例

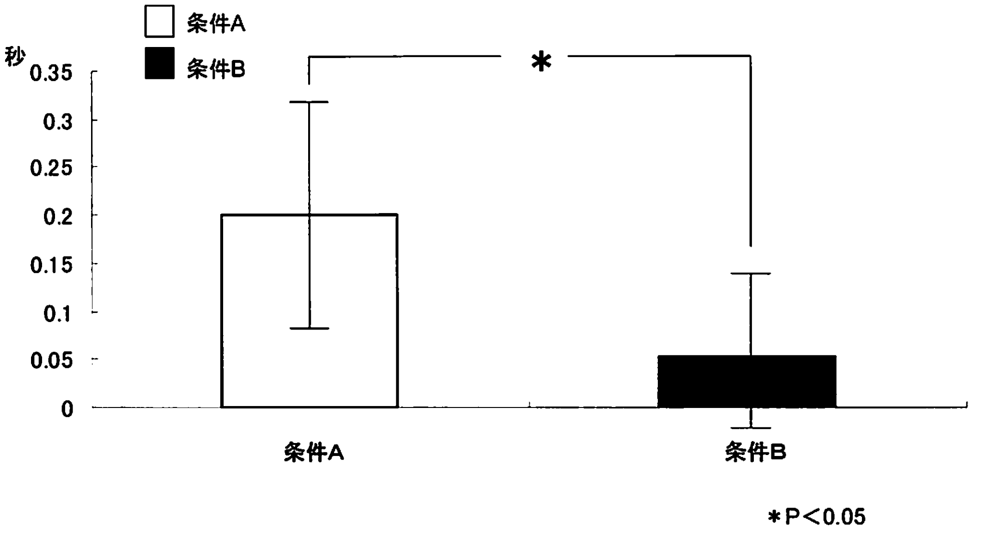


図 5　骨盤外旋開始時間
各対象者の骨盤外旋開始時間の平均値
左脚接地を 0 秒としたときの、骨盤外旋運動が開始するまでの時間を表す

考察

1）ＰＮＦアプローチによる歩行時の骨盤回旋運動への影響

機能性の高い歩行動作を再獲得させるためには、体幹や骨盤の運動にアプローチすることが多い。その中でも、立脚相では骨盤に対して関節圧縮を加え、支持を強調することや、遊脚相では振り出しのために骨盤に対して伸張を加え、その後の遊脚を強調させる手段について述べられている[1,8]。つまり、「ふんばる」ための骨盤後方下制や、「振り出す」ための骨盤前方挙上のような、各相の運動方向に見合ったパターンを選択し、もちいられることが多い。しかし、そこで選択されたパターンが、実際に促通したい動きに寄与しているかという検証は少ない。

そこで今回我々は、動作局面の運動転換時期に着目した上で、PNF パターンを実施した前後で歩行時の骨盤回旋運動について検討を行った。正常歩行における骨盤回旋運動は、支持側下肢の踵接地後、荷重応答期までは内旋し、その後、接地側の脚が離地するまで外旋を続けることが述べられている[3,9]。本研究においても PAE を実施する前の歩行では同様の骨盤回旋運動パターンが認められた。しかし、右側 PAE 実施直後の歩行では、左踵接地とほぼ同時期に骨盤外旋を開始した。

Kubo ら[10]は、歩行中の骨盤回旋運動と胸椎回旋運動に着目して、体幹のスティフネス（弾性特性）の関連性について検討し、歩行速度の増加に伴い体幹のスティフネスが増加すると報告している。体幹のスティフネスは、骨盤と胸椎との逆回旋運動によって発生した弾性エネルギーを、すばやく求心性の方向のエネルギーに再利用にすることに貢献するものである[10]。すなわち、歩行において骨盤回旋運動は、体幹のスティフネスに関連するものである。Perry[11]は、歩行中の体幹屈筋群の筋活動放電は、立脚中期から終期に高く、体幹の安定性に関与していると報告している。PAE パターンは、体幹屈筋群の活動性を高める手技である[8]。PNF パターンをもちいることで、敏捷性や反応時間を含めた瞬発力の向上を期待できる[1]。このことから、PAE 実施により、実施側における立脚終期の体幹屈筋群の活動性およびスティフネスが向上し、対側の立脚初期時の骨盤内旋運動から、外旋運動への即時的な切り返しが行えたものと考えた。

2）臨床応用

Dodd ら[12]は、リハビリテーションの領域においても、歩行動作の改善には骨盤運動を正常化させることが最重要であることを報告している。日々の臨床においても、立脚終期に骨盤が過度に後方回旋を続け、股関節の伸展運動が乏しく、遊脚相への移行が遅れる症例を経験する。骨盤の過度な後方回旋については、様々な原因が考えられる[9,13]。先行研究[14-17]においては、下腿三頭筋の機能的役割について多く報告がなされている。しかし体幹筋群の機能的役割について言及された報告は少なく、体幹や骨盤帯の安定性に寄与する体幹筋群の機能的役割について検討することの臨床的意義は大きいと考えられる。本研究の結果からも、PAE を施行することで、対側立脚初期の骨盤回旋運動転換期が早期に生じることが明らかになったことから、骨盤の過度な後方回旋に対する改善効果が期待できると考える。

以上のことより、骨盤の過度な後方回旋がみられる症例に対するアプローチとして、直接的に骨盤帯へのアプローチを通して体幹筋の機能改善をねらう必要もあると考える。

今後は、PAE 実施による歩行への影響として、重心加速度などの力学的検討をおこなっていきたいと考える。

文献

1）柳澤健，乾公美編：PNF マニュアル（改訂第２版）．南江堂，東京，2005, pp48-49,204.

2）木村智子：発症後 10 年経過した脳卒中片麻痺患者に対する PNF アプローチの試み～歩容の改善ならびに持久力に着目して～．PNF リサーチ２（1）：42-46, 2002.

3）横山茂樹，松坂誠應，大城昌平他：歩行時における肩甲帯・骨盤帯の動き．PT ジャーナル 25（2），76-81,1991.

4）服部友一：臨床における歩行分析について．理学療法学３（4），207,2006.

5）Carins MA, Burdett RG, Pisciotta JC: A biomechanical of analysis of race walking. Med Sci Sports Exerc 18: 446-453, 1986.

6）Novacheck TF: The Biomechanics of running. Gait Posture 7: 77-97, 1998.

7）Ounpuu S: The biomechanical of walking and running. Clin Sports Med13: 843-863, 1994.

8）Adler SS, Becker D, Buck M,（柳澤健．中島榮一郎．髙橋護訳）: PNF ハンドブック．クインテッセンス出版，東京，1997, pp57-209.

9）Donald AN（嶋田智明．他監訳）：筋骨格系のキネシオロジー．医歯薬出版，東京，2005, pp573-577.

10）Kubo M, Holt KG, Saltzman E: Changes in axial stiffness of the trunk as a function of walking speed. J Biomech 39: 750-757, 2006.

11）Perry J: Gait Analysis . SLACK, USA, 1992, pp136-137.

12）Dodd KJ, Morris ME, Matyas TA: Lateral pelvic displacement during walking: retest reliability of anew method of measurement. Gait Posture 7: 243-250, 1998.

13）Neumann KG,（月城慶一．山本澄子．江原義弘他訳）：観察による歩行分析．医学書院，東京，2006, pp149.

14）Saunders JB, Inman VT, Eberhart HD: The major determinants in normal and pathological gait.J Bone Joint Surg 35A: 543-558, 1953

15）Kepple TM, Siegel KL, Stanhope SJ: Relative contributions of the lower extremity joint moments to forward progression and support during stance. Gait posture 6: 1-8, 1997.

16）Zajac FE, Neptune RR, Kautz SA: Biomechanics and muscle coordination of human walking part Ⅱ : Lession from dynamical simulations and clinical implications. Gait posture 17: 1-17,2003.

17）Neptune RR, Zajac FE, Kautz SA: Muscle force redistributes segmental power for body progression during walking. Gait posture 19: 194-205, 2004.

リプリケーションが膝関節運動覚に及ぼす影響

The influence of Replication on knee joint kinesthetic sense

伊藤　貴史[1)]
Takashi Ito
齋藤　敏明[1)]
Toshiaki Saito
佐藤　仁[2)3)]
Hitoshi Sato
篠田　麻衣[1)]
Mai Shinoda

要旨：本研究目的は、固有受容性神経筋促通法（PNF）でリプリケーションを適用することで関節運動覚に及ぼす影響を検討することである。健常者18名を、無作為にPNF群と自動運動群に分類した。各群とも、端座位にて膝関節運動覚に対して測定・アプローチを施行した。PNF群は、膝関節伸展を伴う股関節屈曲・内転・外旋パターンにリプリケーションを適用し5回の運動を施行した。自動運動群は膝伸展運動を5回施行した。治療実施前後の誤差角度の平均は、対応のあるt検定の結果、各群ともに有意に改善した。また、対応のないt検定の結果、自動運動群よりPNF群の方が有意に改善を認めた。リプリケーションを適用することで膝関節運動覚に即時的効果があることが示唆された。

キーワード：リプリケーション、関節運動覚、固有受容性神経筋促通法（PNF）

Abstract: The purpose of this study was to investigation the influence on joint kinesthetic sense by the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques with replication. Eighteen healthy subjects were randomly assigned to the PNF group and the active movement group. Both the PNF group and the active movement group performed measurement and approach on knee joint kinesthetic sense in the sitting position. The PNF group performed replication techniques at PNF patterns of flexion-adduction-external rotation with knee extension in sitting repeated a pattern of exercises five times. The active movement group performed knee extension exercises five consecutive times. The results of a paired t-test analysis showed statistically significant improvement average of the error in both the PNF group and the active movement group. The results of a non paired t-test analysis showed statistically significant improvement its error of the PNF group versus the active movement group. The results of the study suggest that PNF techniques with the replication are an efficacious treatment option that can help to improvement of knee joint kinesthetic sense.

Key Words: Replication, joint kinesthetic sense, proprioceptive neuromuscular facilitation

はじめに

近年、整形外科的疾患に対しても関節・筋・靭帯などの運動学的・力学的機能に加えて、神経生理学的機能が注目されている[1,13]。確かに日々の臨床場面においても、整形外科的疾患で関節位置覚・運動覚の低下を認めるためにパフォーマンスが低下している症例をしばしば経験する。これは固有受容性感覚、神経・筋制御の影響が強く関与していると言われている[1,2]。

固有受容性神経筋促通（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation；PNF）手技は固有受容性感覚、神経・筋制御に対して効果があると言われている[3,4]。PNFは11の促通要素に加え、姿勢・特殊テクニックなどを考慮して正常な反応を獲得させるアプローチである[3,4]。

1）久我山病院　リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, Kugayama Hospital
2）埼玉医療福祉専門学校
Saitama Medical Welfare College
3）国際医療福祉大学大学院医療福祉学研究科保健医療学専攻理学療法分野
Physical Therapy Section, Health Sciences Program, Health and Welfare Science Course, Graduate School of International University of Health and Welfare

特殊テクニックであるリプリケーションの効果としてPNFパターンの方向を理解させる目的がある[3]。臨床では、リプリケーションを適用して関節運動覚にアプローチすることがあるが、その治療効果についての報告は見られない。そこで、今回我々は、関節運動覚に対するアプローチとして、特殊テクニックであるリプリケーションを適用したPNFを施行し、その効果を明らかにすることとした。

方法

(対象)

対象者は本研究に同意した膝関節に既往歴がない健常者18名（男性9名、女性9名）とした。全対象者の平均年齢は35.3 ± 7.5歳で、利き足は右足16名、左足2名であった。尚、利き足は普段ボールをよく蹴るほうの足とした。

(治療実施手順)

対象者をPNF群（男性4名、女性5名、平均年齢34.0 ± 7.3歳）と自動運動群（男性5名、女性4名、平均年齢36.7 ± 7.9歳）の2群に無作為に分けた。

治療実施基本肢位は、両群共に昇降台ベッドにて足底離地の端座位（膝窩部がベッド端から約5cm離れるようにし、下腿下垂位）とした。尚、対象者全員スパッツを着用し裸足で、アイマスクにて閉眼とし、両上肢は胸の前で組んでもらった。

関節運動覚測定は、設定角度と測定角度の誤差を検討した。開始肢位は治療実施基本肢位とし、設定角度は膝関節屈曲45°位とした。尚、膝関節45°まで運動させると固定された棒が脛骨にあたるように設定した（図1）。関節角度の測定は、被験肢の大転子、膝関節裂隙中央、外果部にマーカーを貼付し、デジタルカメラにて側方より撮影してマーカーのなす角度を測定した。

図1

まず、セラピストが他動的に膝関節90°位から45°位まで伸展させた。そこで5秒間保持しその角度を記憶してもらいセラピストが膝関節角度を治療実施基本肢位に戻した。1分後に記憶してもらった角度を自動運動にて再現してもらい、伸ばした状態で5秒間静止してもらった。

次に、1分間の休息の後、PNF群は膝関節伸展を伴う股関節屈曲・内転・外旋パターン（股関節の運動はほとんど伴わずに施行）でリプリケーション[3]を用いて45°の伸展運動を5回施行した（図2、3）[5]。自動運動群は膝関節45°位までの伸展運動を5回施行した。

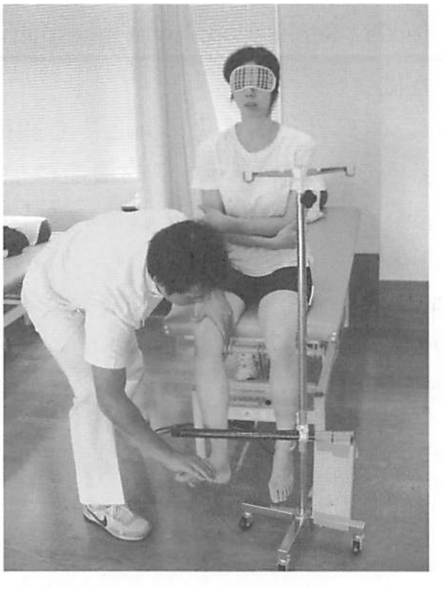


図2

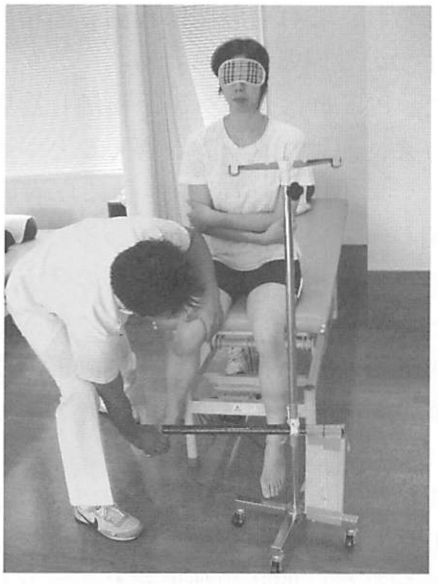


図3

その後、両群ともに再び1分間の休息をとり、5回曲げ伸ばしした同じところまで足を伸ばしてくださいと指示し、伸ばした状態で5秒間静止してもらい関節角度を測定した。

（統計分析）

各群の対象年齢、男女の割付に差がないかマンホイットニー検定を行った。また、治療実施前の各群の誤差角度に差がないか対応のないt検定を行った。

各群で治療実施前後の測定角度に差があるか対応のあるt検定を行った。また、両群間で治療効果に差があるか対応のないt検定を行った。

尚、いずれも危険率5％未満を統計学的に有意とした。

結果

（各群の初期値の差に関して）

各群の対象の年齢、男女の割付に関しては、マンホイットニー検定の結果、群間で差は認めなかった。

治療実施前における各群の設定角度に対する誤差角度の平均は、PNF群が7.2 ± 2.6°、自動運動群が4.4 ± 3.0°で、治療実施前の誤差角度には対応のないt検定の結果、有意差はなかった。

（各群の治療実施前後における誤差角度の差・両群間の治療効果の差）

治療実施後における各群の設定角度に対する誤差角度の平均は、PNF群が2.7 ± 2.6°、自動運動群が3.3 ± 3.5°であった。両群ともに対応のあるt検定の結果、治療実施前と比較して有意に改善した（図4）。

各群における治療実施前後の誤差角度の平均は、PNF群で4.4 ± 3.0°、自動運動群で1.1 ± 2.2°であった。対応のないt検定の結果、両群間における治療実施前後の差に関してPNF群では自動運動群に比較し有意に改善を認めた（図5）。

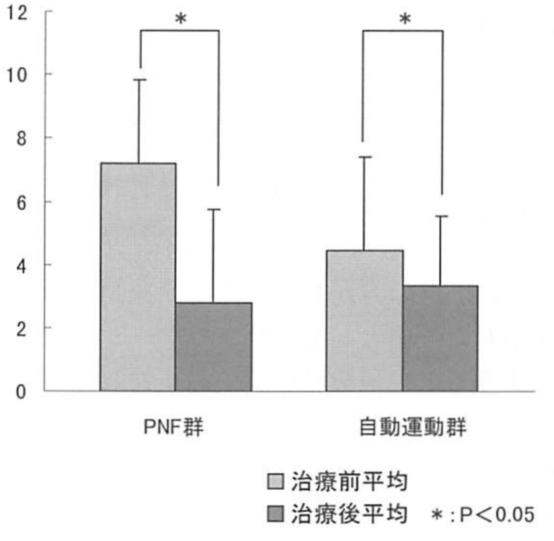


図4　各群の治療前後の誤差角度の平均

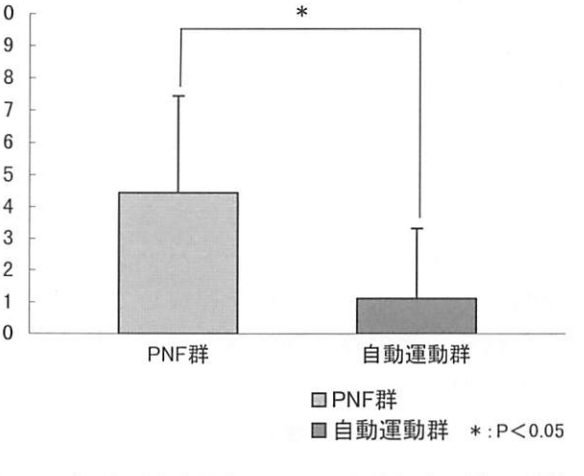


図5　各群の治療前後における誤差角度の差の平均

考察

本研究は、PNFの特殊テクニックの1つであるリプリケーションが膝関節運動覚に対してのアプローチとして有効であるか、端座位で膝関節にアプローチし設定角度に対する誤差角度を算出することによって検討した。

その結果、PNF群、自動運動群ともに誤差角度が有意に改善した。また、PNF群は自動運動群に比較して有意に改善を認めている。

関節位置覚・運動覚の情報源として、筋紡錘・腱紡錘あるいは関節包・靭帯・半月などに存在するメカノレセプターが関与していると言われている[6,7,18]。Ⅰb介在ニューロンは小脳核、小脳前葉、脳幹領域だけでなく赤核脊髄路、前庭脊髄路、皮質脊髄路からも上位性入力を受けている。最終的に大脳皮質に到達し筋張力の意識的知覚に関わっている。このような経路から腱紡錘は筋紡錘とともに到達運動などの修正に大きく関与していると言われている[18]。つまり今回の実験において、PNF群の方が有意に膝関節運動覚の改善を示した理由として、リプリケーションを適用することで最終肢位での静止性収縮によって、その肢位において腱受容器の発射活動が増強されたことが1つの要因ではないかと考えられる。また、動筋群の筋活動は運動する際に筋紡錘の求心性線維の要素が必要となる。この情報は脊髄小脳路を介し、情報が小脳ー皮質運動野での運動プログラムの立案に関与すると言われている[10,11,17]。筋紡錘は、脊髄・小脳・脳幹の網様体賦活系・運動野に情報を送る。筋が伸ばされる度合いは、関節角度の変化を示すため、筋紡錘は関節の位置を認識するために不可欠と言える。ヒトは試行錯誤により感覚のフィードバックを用いて運動出力が要求した目標を達成していると考えられる。その際、筋紡錘への求心性入力が動きを調整し、適用させていると言われている[10]。PNF群は自動運動群に比べ、適切抵抗・PNF運動パターン・正常なタイミングなどによって筋紡錘の固有受容器がより促通されたと考えられ、これも膝関節運動覚の精度が増した1つの要因と考えられる。

また、PNF群は動筋へ用手接触し適切な抵抗を与え、運動パターンを導くことが可能である[3,4,5]。関節の位置や運動に皮膚の受容器も関わっていると言われている。皮膚にはパチニ小体、ルフィニ終末などのメカノレセプターが存在する[3,8,9,14]ことから、用手接触で開始肢位から最終肢位まで動筋の皮膚感覚を刺激したことも膝関節運動覚の精度が増した1つの要因と考えられる。

以上のことより、今回の研究で、健常成人に対してリプリケーションを適用することで膝関節運動覚に即時的効果があることが示唆された。

引用文献

1) 高柳清美，細田昌孝：下肢関節障害に対する理学療法―膝関節靭帯・半月版損傷の理学療法．PTジャーナル38（12）．1051-1060．2004．

2) Hewett TE，et al：Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee．Clin Orthop 402．76-94．2002．

3) 柳澤健，乾公美：PNFマニュアル　改訂第2版．1-3，103．南江堂．2005．

4) Dorothy E.Voss，Marjorie K.Ionta，Beverly J.Myers：神経筋促通手技　第3版．福屋靖子監訳．協同医書出版社．1989．

5) Susan S.Adler，Dominiek Beckers，Math Buck：PNF in Practice second，revised edition．203-204．Springer．2000．

6) 中田眞由美，岩崎テル子：知覚をみる・いかす―手の知覚再教育―．73-76．協同医書出版社．2003．

7) 岩佐潤二，内尾祐司，蓼沼拓，他：ACL損傷，再建の膝固有感覚に及ぼす影響．臨床スポーツ医学22（3）．233-238．2005．

8) 真島英信:生理学　改訂第18版. 文光堂. 206-217, 1986.
9) 岩村吉晃：タッチ. 医学書院. 30-39, 208-228. 2001.
10) Charles T. Leonard, 松村道一, 森谷敏夫, 小田伸午監訳：ヒトの動きの神経科学. 市村出版. 201-228, 2002.
11) 奈良勲, 内山靖：姿勢調節障害の理学療法. 医歯薬出版. 2004.
12) 西野仁雄, 柳原大編：運動の神経科学. 50-57, 66-68. 有限会社ナップ. 2000.
13) 岡村良久, 星忠行, 平賀康晴, 他：膝前十字靭帯損傷と関節固有感覚. 臨床スポーツ医学 19 (9). 1011-1015. 2002.
14) 岩村吉晃：体性感覚野の生理学. 神経研究の進歩 35 (6). 974-981. 1991.
15) 岡島康友：体性感覚障害のリハビリテーション. 総合リハビリテーション 30(8). 715-720. 2002.
16) 岩村吉晃：触覚. 日本臨床 45 (9). 56-63. 1987.
17) 獅子内善徳, 菊地潤, 秋山純和：Replicationにおける抵抗介入の妥当性の検討. PNFリサーチ 5 (1). 52-55. 2005.
18) 白星伸一：深部感覚情報の処理過程2ー腱器官からの情報処理過程ー. The Journal of Clinical Physical Therapy VOL7. 37-41. 2004

上肢 PNF パターンへの等尺性抵抗運動による遠隔的効果

The remote effects of the isometric resistance exercise for PNF upper extremity pattern

佐藤　仁[1) 2)]　　伊藤　貴史[3)]
Hitoshi Sato, RPT, MS　　Takashi Ito, RPT

要旨：男性 20 名（平均 20.9 歳）を対象に、右上肢 PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターン（PNF 群）と肩関節屈曲運動（屈曲群）の開始肢位、中間肢位、終了肢位で、等尺性抵抗運動を施し、左下肢伸展方向にかかる力をハンドヘルドダイナモメーターで測定した。結果は、PNF 群上肢開始肢位で 4.36 ± 4.32kgf、中間肢位 6.08 ± 4.10kgf、終了肢位 9.84 ± 4.76kgf、屈曲群では開始 0.67 ± 1.21kgf、中間 2.51 ± 3.17kgf、終了 7.86 ± 3.62kgf であり、上肢開始肢位と中間肢位で PNF 群が高値を示した。両群とも右上肢終了肢位での等尺性抵抗運動で左下肢伸展方向にかかる力が高値を示したが、群間差は認めなかった。PNF 群終了肢位での等尺性抵抗運動で、左下肢には最大筋力の 58.7% の力を認め、一側上肢から反対側下肢への遠隔的なアプローチとして PNF を用いることが提案できる。

キーワード：PNF アプローチ、インダイレクトアプローチ、遠隔的効果

Abstract：The purpose of this study was to clarify the remote effect of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF). We studied the opposite left lower extremity in performing the isometric resistance exercise at the start, the middle and the final positions of right upper extremity PNF flexion-abduction-external rotation pattern (PNF group: PNFG), and shoulder flexion movement (shoulder flexion group: SFG). Subjects were 20 right-handed healthy men (age, 20.9 ± 1.1 years). The Hand-Held-Dynamometer was attached to the left heel. The force of left lower extremity by the resistance exercise in PNFG were 4.36 ± 4.32kgf, 6.08 ± 4.10kgf, 9.84 ± 4.76kgf at the start, the middle and the final positions respectively. In the same way, the force of left lower extremity by the resistance exercise in SFG were 0.67 ± 1.21kgf, 2.51 ± 3.17kgf, 7.86 ± 3.62kgf at the start, the middle and the final positions respectively. In both groups, the resistance exercise to the final position of right upper extremity as for the force of left extremity was highest ($p<0.05$). In upper extremity the start and the middle positions, by statistical analysis both groups difference was significant, but the final position, both groups difference was no significant. The ratios of the left lower extremity maximum voluntary isometric contraction of PNFG were 26.0%MVC, 36.3%MVC, and 58.7%MVC at the start, the middle and the final positions respectively. The flexion movement of one side upper extremity occurred continuing movement to trunk and lower extremities. And, the isometric resistance exercise of one side upper extremity occurred irradiation to the opposite lower extremity. Therefore, it can propose using PNF as remote approach from the one side upper extremity to the opposite lower extremity.

Keywords：PNF approach, indirect approach, remote effects

緒言

固有受容性神経筋促通法（proprioceptive neuromuscular facilitation：PNF）の介入方法は、ダイレクトアプローチ（直接的治療）とインダイレクトアプローチ（間接的治療）に大別できる[1-3)]。インダイレクトアプローチ

1）埼玉医療福祉専門学校　理学療法学科
Department of Physical Therapy, Saitama Medical Welfare College
2）国際医療福祉大学大学院保健医療学専攻理学療法学分野
Physical Therapy Section, Health Sciences Program, Health and Welfare Science Course, Graduate School of International University of Health and Welfare
3）久我山病院　リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, Kugayama Hospital

では、例えば一側肢や両側肢の対角線的運動や螺旋的運動に対する抵抗運動で、反対側肢の筋収縮が促通される。また、運動に抵抗を加えることで発散現象（irradiation）が生じ、運動パターンにおいて筋活動の拡がりが得られる[1]。発散は、特殊な運動パターンによる筋収縮で、中枢神経機構の興奮性が拡がる[4]。PNFによる発散現象の効果として、Pink[5]は、一側上肢屈曲-外転-外旋パターンへの抵抗運動で、反対側棘下筋の筋放電が増大する報告をしている。Araiら[6]は、健側下肢PNF内旋パターンの抵抗運動時に、患側下肢への発散現象を認め、遠隔アプローチとして、健側強化による患側への発散現象を用いることを薦めている[7]。このように対側上下肢の効果については報告されているが、一側上肢から反対側下肢への効果の報告は少ない。

筆者[8,9]は、上肢PNF屈曲-外転-外旋パターンへの等尺性抵抗運動で、反対側下肢に影響がおよぼすことを確認した。本研究では、螺旋かつ対角線運動が特徴であるPNFアプローチの遠隔的効果を検証することを目的に、一側下肢への影響について、上肢PNFパターンと他上肢運動と比較した。一側下肢への影響は、右上肢への等尺性抵抗運動時に、左下肢伸展方向にかかる力をハンドヘルドダイナモメーター（Hand-Held-Dynamometer：HHD）を用いて筋力値で検討した。

方法

（対象者）

被検者は、研究目的を説明し同意を得た、四肢に疼痛がない右利き健常男性20名とした（表1）。また、結果に影響をおよぼすと考えられる整形外科的および神経学的疾患の既往者や重症腰痛者は除外した。

表1　対象者の属性（n=20）

年齢	（歳）	20.9±1.1
性別		男性
身長	（cm）	171.8±5.2
体重	（kg）	65.3±7.4
右上肢長（肩峰～第3指先端）	（cm）	74.9±2.9
右転子果長	（cm）	80.2±3.5
左転子果長	（cm）	80.3±3.9

（使用器具）

HHDはアニマ社製μ-Tas MF-01を使用し、測定時間は10秒間に設定した。安静背臥位時に左踵部に固定したHHDは、測定毎に0kgfとする校正を行った。

（測定方法）

測定肢位は背臥位で、硬面机（180×90cm、高さ76cm）を2つ使用し、一方の机に頭部から殿部を載せ、背部に市販の滑り止めマットを敷いた。一方の机には両踵部のみ載せ、両踵部の位置は肩幅程度とした。左踵部にHHDのセンサー部をベルト固定した（図1）。

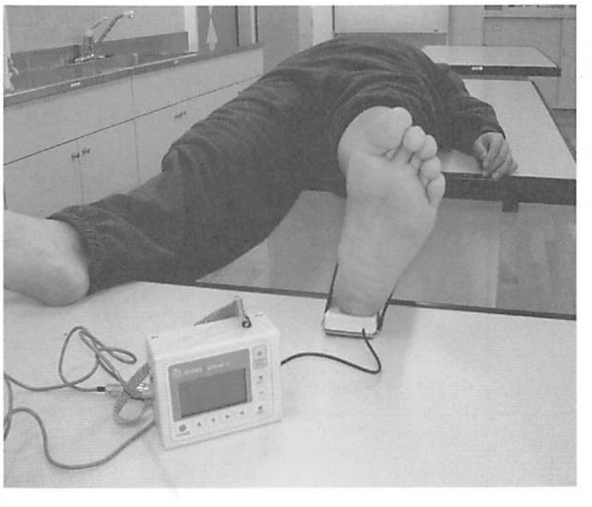
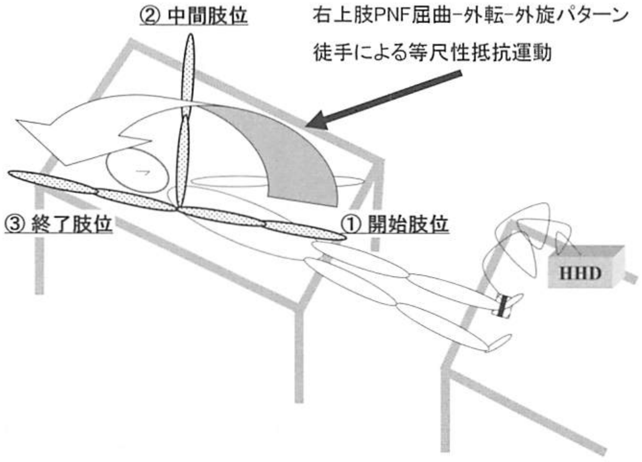


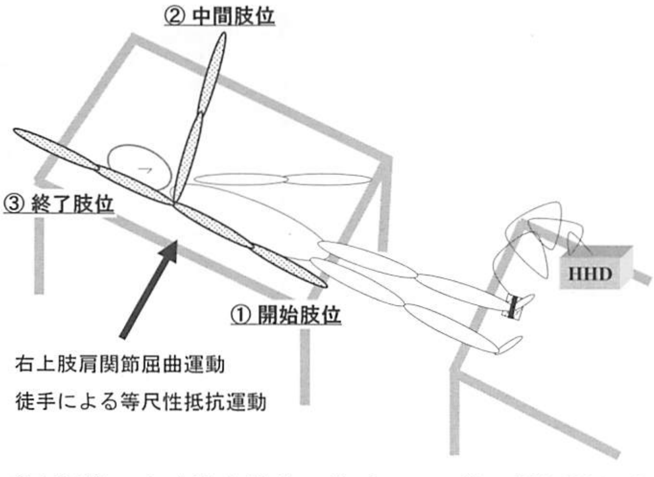
図1　測定肢位およびHHDの装着方法

右上肢 PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターン（PNF 群）と右上肢肩関節屈曲運動（屈曲群）の上肢開始肢位、中間肢位、終了肢位それぞれで、検者の徒手による等尺性抵抗運動を施行した。等尺性抵抗運動は、被検者 1 名につき合計 6 肢位であり、その施行順は被検者ごとにカードを使用し無作為とした。上肢各肢位による等尺性抵抗運動は 1 回とし、次肢位への施行には十分な時間をあけた。検者は日本 PNF 学会上級コース終了者 1 名で、被検者の右側に位置し、測定時は被検者に両下肢に力を入れないように指示した。両群の上肢運動は肘関節伸展位とし、上肢中間肢位は肩関節 90° を目安とした。屈曲群の上肢開始肢位は手掌面を下方に向けた状態とし、終了肢位は手掌面が上方に向く状態にした（図 2）。

抵抗部位は、両群とも主に右手関節背側部とし、抵抗強度は検者の抵抗で各被検者の上肢が動かない程度で施行した（ブレイクテスト）。抵抗の方向は、PNF 群は螺旋かつ対角線方向とし、屈曲群は矢状面方向とした。用手接触に注意し、両群とも開始肢位の方向へ抵抗を与えるようにした。上肢各肢位による等尺性抵抗運動時に左踵部に装着した HHD で、左下肢伸展方向にかかる力を測定した。採用値は測定時間内の最大筋力値とした。



a）PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターン（PNF 群）. 右上肢各肢位で徒手による等尺性抵抗運動を施行。
同時に左下肢伸展方向にかかる力を測定。



b）肩関節屈曲運動（屈曲群）. 右上肢各肢位で徒手による等尺性抵抗運動を施行。
同時に左下肢にかかる力を測定。

図 2　両群の測定方法概念図　　a）PNF 群，b）屈曲群

（統計学的手法）

統計処理は、左下肢伸展方向にかかる力の差について、上肢開始肢位、中間肢位、終了肢位の値に、両群それぞれで Kruskal-Wallis 検定を用いた。その後 Mann-Whitney 検定を用い、Bonferoni の不等式による修正を行った。左下肢伸展方向にかかる力の群間差については、上肢各肢位間で Wilcoxon の符号付き順位検定を用いた。また、左下肢伸展方向にかかる最大筋力値（maximum voluntary isometric contraction：MVC）も測定し、上肢各肢位での等尺性抵抗運動時に左下肢伸展方向にかかる力の割合（%MVC）を算出した。なお、有意水準は 5% とし、統計ソフトは SPSS 12.0J for Windows を使用した。

結果

両群における上肢各肢位での等尺性抵抗運動で左下肢伸展方向にかかる力を表 2 に示す。

PNF 群の左下肢伸展方向にかかる力は、上肢終了肢位での等尺性抵抗運動が開始肢位と中間肢位より有意に高値を示した。一方、屈曲群の左下肢伸展方向にかかる力は、上肢終了肢位、中間肢位、開始肢位での等尺性抵抗運動の順で有意に高値を示した。また、左下肢伸展方向にかかる力の群間差は、PNF 群が上肢開始と中間肢位で有意に高値を示し、終了肢位では群間差は認めなかった。

左下肢伸展方向にかかる MVC は、平均 16.76 ± 3.09kgf であった。%MVC は、PNF 群上肢開始肢位での等尺性抵抗運動で 26.0%MVC、中間肢位で 36.3%MVC、終了肢位で 58.7%MVC であった。屈曲群上肢開始肢位での抵抗運動では 4.0%MVC、中間肢位で 15.0%MVC、終了肢位で 46.9%MVC であった。

表 2　右上肢各肢位での等尺性抵抗運動で左下肢伸展方向にかかる力（n=20）

	PNF群	屈曲群	群間差
開始肢位（kgf）	4.36±4.32	0.67±1.21	*
中間肢位（kgf）	6.08±4.10	2.51±3.17	*
終了肢位（kgf）	9.84±4.76	7.86±3.62	

*; p<0.05　mean±S.D

考察

右上肢への等尺性抵抗運動で左下肢伸展方向にかかる力は、PNF 群が上肢開始肢位と中間肢位での等尺性抵抗運動で屈曲群よりも有意に高値を示した。左下肢伸展方向にかかる力は、両群ともに上肢終了肢位での等尺性抵抗運動で高値を示したが、群間差は認めなかった。

上肢 PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターンは上肢挙上運動である。肩関節屈曲の第 3 段階（120 ～ 180°）では、肩甲上腕関節と肩甲胸郭関節でブロックされるため、脊柱の動きが参加する。また肩関節外転の第 3 段階（120 ～ 180°）では、一側外転では反対側の脊柱起立筋群が作用する。さらに肩関節外旋筋群は棘下筋と小円筋が主であり、上部体幹背面に位置している[10]。これらから、上肢 PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターンの終了肢位では、体幹伸展筋群の筋活動が高まる。特に脊柱起立筋群は、体幹や頚部を伸展し、仙骨と骨盤の付着によって骨盤を前傾し、腰椎前彎を増強させる[11]。また、体幹伸展筋群は、広背筋腱膜の内側面に層として連結している[12]ことから、脊柱起立筋群の活動で骨盤運動や上肢筋への影響が高まる。

今回左下肢伸展方向にかかる力に影響を与えた右上肢 PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターン終了肢位では、被検者の右手抵抗部と両踵部が

固定され、ブリッジ活動[13]となり体幹伸展筋群の活動が高まりやすい。屈曲群においても、右手抵抗部と両踵部が固定され、ブリッジ活動が得られる状態にある。しかし、PNF 群上肢終了肢位の上腕位置は、被検者右耳から拳1つ分離れており、運動方向は外方である。このような対角線運動のため、右上肢 PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターンでは、右上肢から体幹伸展筋群、左下肢伸展方向に「運動の拡がり (continuing movement)[13, 14]」が生じる。さらに右上肢に最大抵抗を与えることで対角線方向へ発散現象が生じ、左下肢伸展方向の筋活動が高まることが推察できる。また、抵抗運動によるリバースアクションの作用で、全身的なバランス反応が右上肢から左下肢に働いたことも考えられる。解剖学的に大殿筋は大腿二頭筋と筋連結があり[15]、下肢伸展方向の筋収縮の影響を与える。このような力学的作用が働き、一側上肢への等尺性抵抗運動で反対側下肢の筋活動が高まる過程が推察できる。

一方、神経生理学的知見では、上肢を PNF 開始肢位にすることで上位中枢の覚醒レベルが上昇し[16, 17]、下肢運動ニューロンの興奮性は高まることが示唆されている[18-20]。横尾[21]は運動関連脳電位を用いて、上肢 PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターンへの最大抵抗は脳活動に有効であることを示唆している。また、下肢には上肢からの求心性入力による前肢後肢反射の影響も受けていることも考えられる。西田ら[22]は、ブリッジング時に上肢 PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターンに等尺性収縮を行い、反対側大殿筋の筋活動が高まる報告をしており、その機序を脊髄 - 延髄 - 脊髄反射の影響と考察している。

以上のことから、一側下肢伸展方向にかかる力を向上するためには、反対側上肢 PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターンを用いることが効果的であり、終了肢位での等尺性抵抗運動が、より反対側下肢への影響が強い傾向にある。これは、一側上肢を PNF 開始肢位にすることで上位中枢を介して下肢運動ニューロンの興奮性が高まり、螺旋かつ対角線的運動に等尺性抵抗運動を加えることで、さらに下肢筋活動が向上する過程が考えられる。この原理は、上肢終了肢位での等尺性抵抗運動によって、全身的なバランス反応が誘発されることや発散現象の影響などが相乗した結果と考えられる。

筋力増強のために負荷量について、Cotten[23]は等尺性収縮では、50%MVC を提唱しており、Hettinger[24]は等尺性収縮では 40%MVC 以上でトレーニング効果は最大になるとしている。また、萎縮筋には少なくとも 20%MVC 以上の負荷を加える提案もされている[25]。本研究では、上肢 PNF 屈曲 - 外転 - 外旋パターン終了肢位での等尺性抵抗運動で、反対側下肢にかかる力は 58.7%MVC を示した。さらに、PNF 群においては、右上肢への等尺性抵抗運動で左下肢伸展方向にかかる力はすべて 20%MVC 以上を記録した。したがって、一側下肢の伸展方向の筋力増強の遠隔的手段となるインダイレクトアプローチとして、反対側上肢への PNF アプローチを用いることが提案できる。

本稿の一部は、第7回日本 PNF 学会学術大会にて発表した。

文献

1) Adler SS, Beckers D, Buck M（柳澤健・他訳）：PNF ハンドブック．pp3-15，クインテッセンス出版，東京，1997.
2) 田中良美，新井光男：関節可動域制限に対する PNF のエビデンス．理学療法，20（6）：642-647, 2003.
3) 新井光男，柳澤健：痛みに対する PNF モビライゼーション．理学療法, 23（1）：195-200, 2006.
4) Paul RS, John WS: Proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in sports medicine: A reassessment. J Athletic Training, 32（1）:34-39, 1997.

5) Pink M: Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. Phys Ther, 61 (8) :1158-1162, 1981.
6) Arai M, Shimizu H, Shimizu ME, et al: Effects of the use of cross-education to the affected side through various resistive exercise of the sound side and setting of the length of the affected muscles. Hiroshima J Med Sci, 50 (3) :65-73, 2001.
7) 新井光男，柳澤健：中枢神経疾患における筋力増強の実際．理学療法，21（3）：499-505,2004.
8) 佐藤仁，柊幸伸，時田幸之輔，他：上肢 PNF パターンへの等尺性抵抗運動が反対側下肢へおよぼす発散効果．理学療法学，33（Supple），2006.
9) 佐藤仁，丸山仁司：上肢 PNF パターンの等尺性抵抗運動域の違いが反対側下肢筋力におよぼす影響．理学療法科学，21（3）：233-237, 2006.
10) A.I.Kapandji（塩田悦仁訳）：関節の生理学 I 上肢　原著第６版．pp66-71，医歯薬出版，東京，2006.
11) Donald AN（嶋田智明・他 監訳）：筋骨格系のキネオロジー．pp335-341，医歯薬出版，東京，2005.
12) A.I.Kapandji（荻島秀夫監訳）：関節の生理学Ⅲ．体幹・脊柱．pp84-85，医歯薬出版，東京，1986.
13) 冨田昌夫：クラインフォーゲルバッハの運動学．理学療法学，21（8）:571-575, 1994.
14) S.Klein-Vogelbach: Therapeutic Exercises in Functional Kinetics. pp46-66, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1991.
15) 河上敬介，磯貝香：骨格筋の形と触察法．pp8-10，大峰閣，熊本，1998.
16) Chida T, Nakamura R: EEG changes induced by passive postural changes. J Human Ergol, 12:217-218, 1983.
17) Hosokawa T, Nakamura R, Kosaka K, et al: EEG activation induced by facilitating position. Tohoku J Exp Med, 147:191-197, 1985.
18) Fujita M, Nakamura R: The effect of PNF position of the upper extremity on rapid knee extension. Tohoku J Exp Med, 150:31-35, 1986.
19) 柳澤健，中村隆一，藤原孝之：上肢 PNF 肢位のヒラメ筋 H 波に及ぼす影響．理学療法学，16（1）：19-22，1989.
20) 富田浩，柳澤健，竹井仁：上下肢の回旋肢位がヒラメ筋 H 波に及ぼす影響．理学療法学，22（4）：175-177, 1995.
21) 横尾正博：PNF がその後の随意運動に及ぼす影響．理学療法学，31（Supple），2004.
22) 西田裕介，獅子内善徳，秋山純和：上肢 PNF パターンを用いた骨盤挙上運動時における大殿筋収縮力の増大効果について．理学療法科学，16（2）：87-90, 2001.
23) Cotten D: Relationship of the duration of sustained voluntary isometric contraction to changes in endurance and strength. Research Quarterly, 38:366-374, 1967.
24) 宮下充正：トレーニング科学的基礎．pp80-82, ブックハウス・エイチディ，東京，1993.
25) 柳澤健，乾公美編：PNF マニュアル第２版．pp15-17，南江堂，東京，2005.

背臥位における肩関節の抵抗運動が股関節屈曲可動域に及ぼす影響

Effects of resistive exercise of shoulder joint on the ROM of hip joint on their supine position

西浦　健蔵[1)]　新井　光男[2)]　重松　栄一[1)]
Kenzou Nisiura　Mitsuo Arai　Eiichi Shigematsu
柳澤　健[3)]　清水ミシェル・アイズマン[4)]
Ken Ynagisawa　Michele Eisemann Shimizu

要旨：背臥位における肩関節静止性収縮後の股関節屈曲自動関節可動域（AROM）に及ぼす影響を検証した。健常者 15 名、平均年齢 24.1 ± 4.1（21-33）歳を対象とした。肩関節伸展筋群の最大筋力の約 70% で、肩関節屈曲方向（肩関節屈曲肢位）、伸展方向（伸展肢位）、伸展内旋方向（伸展内旋肢位）の各方向への 5 秒間の静止性収縮をランダムに施行し、その後膝関節屈曲位と膝関節伸展位（Straight Leg Raising；SLR）の両側股関節屈曲の AROM を測定し、安静後 AROM との差異を比較した。二元配置分散分析の結果、静止性収縮肢位と AROM 測定肢位の各要因に有意差がみられた。多重比較検定の結果、肩関節伸展内旋肢位は肩関節屈曲肢位に対し有意差がみられた（$p < 0.05$）。AROM 肢位では、反対側 SLR は同側、反対側股関節屈曲の AROM と比較し有意差がみられた（$p < 0.01$）。肩関節伸展内旋方向による静止性収縮が SLR を有意に改善したことにより、ハムストリングスの活動が抑制されることが示唆された。

キーワード：ＰＮＦ、静止性収縮、遠隔反応

Abstracts：We investigated the immediate effects of a resistive sustained contraction of the shoulder muscles on the active range of motion (AROM) of the hip joint in 15 healthy people (mean age=24.1). All subjects underwent 5 seconds of sustained contraction of the shoulder extensors (about 70% of the maximum contraction) in three different shoulder positions; flexed, extended, and extended with internal rotation (PNF), in the supine position. Bilateral AROM of hip joint flexion was measured with the knee both flexed and extended (Straight Leg Raising (SLR)) after a short rest period following each resistive shoulder exercise to determine the effect of each sustained contraction position. The results of a two-way ANOVA showed statistically significant differences in AROM hip measurements (knee flexed and extended) with each sustained contraction of the shoulder. The results showed that the shoulder PNF position accounted for greater hip AROM increases in comparison to the shoulder flexed position ($p<0.05$). The measured SLR hip AROM of the contralateral leg showed a greater improvement than hip flexion with the knee flexed on either side ($p<0.01$), and the SLR of the ipsilateral leg showed a greater improvement than hip flexion with the knee flexed on either side ($p<0.01$). These results suggest that there is a possibility for a remote effect from the sustained contraction of the shoulder PNF position, which may trigger a reflex suppression of the hamstrings and encourage an increase in reflex excitability of the hip flexors.

Keywords：PNF, sustained contraction, remote effect

1）甘木中央病院
Departmennt of Physical Therapy, Amagi Thuou Hospital
2）広島通信病院　理学療法室
Departmennt of Physical Therapy, Hirosima Teishin Hospital
3）東京都立保健科学大学
Shool of Physical Therapy ,Faculty of Health Sciences, Tokyo Metoropolitan University of Health Sciences
4）県立広島大学
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural University

はじめに

関節可動域の改善は身体機能回復及び維持、競技能力の向上、障害の予防において重要である。痛み等により関節可動域制限がみられる症例に対し、伸張手技等の直接的アプローチが困難な場面が臨床において多くみられる。その場合、痛みのある部位に直接アプローチせず、自動関節可動域（Active Range of Motion；AROM）を改善させる間接的アプローチが有効である[1-7]。遠隔関節筋群の抵抗運動による静止性収縮の促通により、痛みを有する当該関節の可動域改善の効果が報告されている[1-7]。

しかし、静止性収縮時の肢位の相違により、目的とする関節可動域の改善に差異が生じるかは明らかでなかったため、我々は、第6回日本PNF学会（2005）において、健常人12名を対象に、固有受容性神経筋促通法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation；PNF）の上肢パターン（伸展－外転－内旋）の最終域での静止性収縮により、股関節屈曲のAROMが、肩関節屈曲位の静止性収縮後に測定した股関節屈曲AROMよりも有意な改善を示したことを報告した。また、SLRが膝関節屈曲位での股関節屈曲よりも有意に改善したことより、肩関節伸展内旋肢位での抵抗運動による静止性収縮の促通により下肢筋群に発散現象が生じ、不随的収縮後のリラクセーションによりハムストリングスの抑制が生じた可能性を推察した[8]。

しかし、各静止性収縮を立位で実施したため、背臥位ではPNF肢位での抵抗運動による下肢AROM改善の効果が立位同様に生じるかは明らかではない。

今回、背臥位にて肩関節静止性収縮後の股関節屈曲のAROMに及ぼす影響について検証した。

対象と方法

1．対象

本研究に同意した神経学的にも整形外科的にも健常な15名（男性8名、女性7名、平均年齢24.1±標準偏差4.1、範囲21-33）歳を対象者とした。

2．方法

1）静止性収縮抵抗量の測定

被験者の利き腕手掌に徒手筋力計（ANIMA製 μ Tas MT－1）のセンサーを把持させ、

背臥位にてベットにセンサーを接地させ肘関節伸展位で肩関節伸展筋群の最大筋力（図1a）を測定した。

2）静止性収縮肢位（図1）

最大筋力測定後、一定肢位での静止性収縮方向として、① PNF運動パターン（肩関節伸展内旋方向）、②非PNF運動パターン（肩関節伸展方向）、③非PNF運動パターン（肩関節屈曲方向）にて、被験者に徒手筋力計に表示された数値を見せ、最大筋力約70％の筋力で5秒間保持させた。

① PNF運動パターン（肩関節伸展内旋肢位）は、上肢は内旋位でベットにセンサーを接触させる。小指が浮かないように留意させながら親指側でベットを押すように指示し肩関節伸展内旋筋群の静止性収縮を行った（図1a）。②非PNF運動パターン（肩関節伸展肢位）は、上肢内旋位でベットにセンサーを接触させ、親指側と小指側両方でベットを押すように指示して肩関節伸展筋群の静止性収縮を行った（図1a）。③非PNF運動パターン（肩関節屈曲肢位）は、上肢は外旋位で検者が固定したボードにセンサーを接触させ、矢状面に平行な肩関節屈曲90度にてボードを押すように指示し、肩関節屈筋群の静止性収縮を行った（図1b）。

以上３つの静止性収縮を各被験者毎に無作為で施行してもらった。

３）AROM 測定肢位

各静止性収縮後に、背臥位にて①同側股関節屈曲 AROM 膝関節伸展位（同側 SLR）②反対側股関節屈曲 AROM 膝関節伸展位（反対側 SLR）③同側股関節屈曲 AROM 膝関節屈曲位（同側股関節屈曲）④反対側股関節屈曲 AROM 膝関節屈曲位（反対側股関節屈曲）の AROM を各静止性収縮前後に、各々測定した。

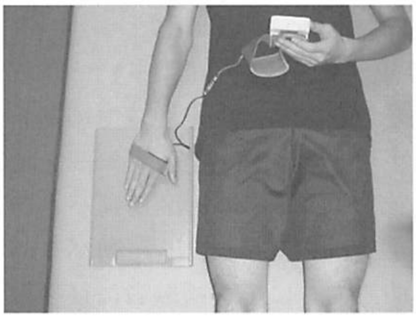
４）指標（AROM 改善度）

安静後の各測定肢位での股関節屈曲 AROM を基準値として以下の式で AROM 改善度を求めた。

AROM 改善度＝（静止性収縮後股関節屈曲 AROM）－（安静後股関節屈曲 AROM）

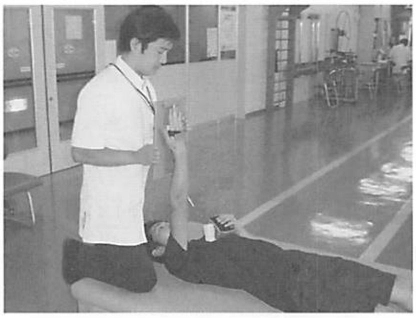
５）統計処理

AROM 改善度を指標とし、静止性収縮肢位及び AROM 測定肢位を要因とした二元配置分散分析を行い、有意差のあった要因に Tukey-Kramer の多重比較検定を用い分析した。



(a) PNF 肢位（肩関節伸展内旋静止性収縮肢位）と非 PNF 肢位（肩関節伸展静止性収縮肢位）のベットとのセンサーの接触方法

1) PNF 肢位　：小指をベットに接触させたまま拇指でベットを押す
2) 非 PNF 肢位：拇指及び小指でベットを押す



(b) 非 PNF 肢位（肩関節屈曲静止性収縮肢位）の静止性収縮性肢位時のセンサーの接触方法

図１　静止性収縮肢位

結果

１）AROM 測定値の平均

安静後と各静止性収縮後の各 AROM 測定肢位の平均値と標準偏差を示す（表１）。

２）二元配置分散分析

静止性収縮、AROM 測定肢位の各要因に有意差がみとめられた。また各要因間に交互作用はみとめられなかった（表２）。

３）多重比較検定

多重比較検定を行なった結果、静止性収縮においては（表３a、図２)、肩関節伸展内旋肢位の静止性収縮が肩関節屈曲肢位の静止性収縮と比較し、危険率 5% で有意な改善を示した。

AROM 測定肢位においては（表３b、図３)、反対側 SLR は両側股関節屈曲に対し危険率 1% で、同側 SLR は同側股関節屈曲に対し、反対側股関節屈曲は同側股関節屈曲に対し危険率 5% で有意差がみられた。

表1　各AROM測定肢位の平均値と標準偏差

	安静後	肩関節伸展内旋方向	肩関節伸展方向	肩関節屈曲方向
同側SLR	75.67±15.59	86±13.47	83.4±12.78	81.73±14.36
同側股関節屈曲	116.53±9.49	119.4±8.94	118.8±7.83	118.13±8.69
反対側SLR	72.27±12.33	84.27±13.05	83.2±14.06	81.33±14.21
反対側股関節屈曲	113±7.68	120.2±7.49	119±8.19	117.73±6.93

単位:(°)

表2　二配置分散分析表

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F値	P値
静止性収縮肢位間	221.41	2	110.71	3.62	$p<0.05$
AROM間	1714.99	3	571.66	18.69	$p<0.01$
誤差変動	5137.33	168	30.58		
全変動	7113.66	179			

表3　多重比較検定

(a) 静止性収縮肢位

	肩関節伸展肢位	肩関節屈曲肢位
肩関節伸展内旋肢位	NS	$p<0.05$
肩関節伸展肢位		NS

(b) AROM 測定肢位

	同側股関節屈曲	反対側ＳＬＲ	反対側股関節屈曲
同側ＳＬＲ	$p<0.01$	NS	NS
同側股関節屈曲		$p<0.01$	$p<0.05$
反対側ＳＬＲ			$p<0.01$

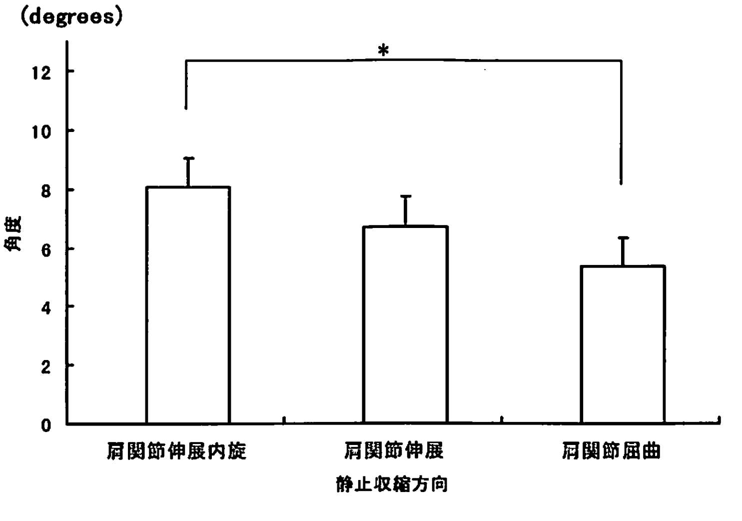


図2　静止性収縮によるAROM改善度の差異

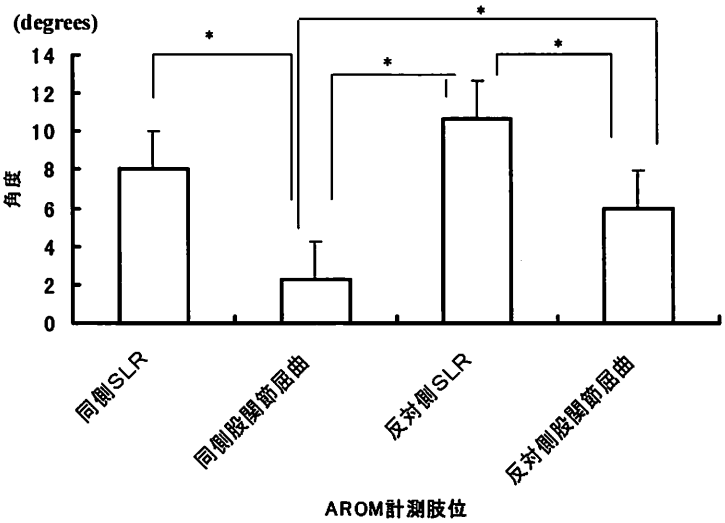


図3　AROM計測肢位によるAROM改善度の差異

考察

今回我々は、肩関節の静止性収縮による股関節AROMに及ぼす影響について背臥位にて検証した結果、肩関節伸展内旋筋群の静止性収縮後のSLRに有意な改善がみられた。同じ筋力（肩関節伸展筋群の最大随意収縮の70%）による上肢の運動にも関わらず、下肢の自動運動の及ぼす影響に差異が生じたことの理由として、肩関節伸展内旋方向での静止性収縮は、親指に力を入れてセンサーを押すことで伸展筋群のみでなく内旋筋群の収縮を伴うので、回旋筋群の参加により脊髄レベルの興奮性が高まり股関節屈筋群の参加が上昇した可能性が考えられる。

しかし、SLRが膝関節屈曲位での股関節屈曲より有意に改善したことより、股関節屈筋群の運動単位の動員のみでなく、ハムストリングスの抑制も示唆された。肩関節内旋筋群の収縮は脊髄レベルの興奮性を高めることにより主動筋の促通のみでなく拮抗筋の抑制をも促通する可能性を示唆した。

遠隔反応の抑制と促通の報告として、新井ら[9]は、骨盤の後方下制の抵抗運動による静止性収縮（Sustained Contraction of Posterior Depression；SCPD）手技は、SCPD手技時に橈側手根屈筋H波に有意な抑制が生じ、運動80秒後に有意な促通が生じたことにより、運動時の抑制後の促通効果が遠隔部位に生じる可能性を示唆している。またSCPD手技と骨盤の前方挙上への抵抗運動による静止性収縮手技の橈骨手根屈筋H波振幅値に及ぼす影響を比較した結果、SCPD手技は運動時、橈骨手根屈筋への抑制作用が強く、その後、促通効果が大きいことを示唆した[9]。

今回、背臥位におけるPNF運動パターンでの静止性収縮においても、SCPD手技と同様、股関節屈曲AROMの主動筋の促通のみでなく拮抗筋の抑制（ハムストリングスの抑制）にも影響を及ぼした可能性が示唆された。

引用文献

1）柳澤健，乾公美：PNFマニュアル（改訂第2版）．pp 1-120，南江堂，2005
2）新井光男，清水一，清水ミッシェル・アイズマン・他：骨盤へのＨＲが上肢関節可動域に及ぼす影響．PNFリサーチ(2)：22-26，2002

3）名井幸恵，新井光男，上広晃子・他：脳卒中後片麻痺患者の骨盤の後方下制運動が患側上肢に及ぼす即時効果．PNF リサーチ 2（1）:27-31, 2002
4）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関節可動域に及ぼす影響．ＰＮＦリサーチ（3）：43-47, 2003
5）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)：48-51，2003
6）新井光男 , 柳沢健：中枢神経疾患における筋力増強の実際．理学療法 21（3）：499-505，2004
7）新井光男 , 柳沢健：痛みに対する PNF モビライゼーション．理学療法 23（1）：195-200, 2006
8）西浦健蔵，新井光男，重松栄一・他：肩関節の抵抗運動が股関節屈曲可動域に及ぼす影響．PNF リサーチ（7）：15-19, 2006
9）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

脳卒中後片麻痺患者の骨盤への抵抗運動が起き上がり動作と歩行速度に及ぼす影響

The effects of resistive pelvic exercise on the rising from supine to sitting and gait speed in Hemiplegia

田中　敏之[1)]　　新井　光男[2)]
Toshiyuki Tanaka　　Mitsuo Arai

要旨：脳卒中後片麻痺患者の麻痺側骨盤に対する側臥位での後方下制運動の静止性収縮（SCPD）が起き上がり動作に及ぼす影響を検証した。対象は脳卒中後片麻痺患者5名で平均年齢±標準偏差は69.6±8.4歳であった。検証方法はシングルケース実験法ABAB型で検証した。1週目、最初の3日間は、基礎水準測定期（A期）として、SCPDを加えずに日常生活活動訓練を行った後に起き上がり時間を測定した。1週目の最後の3日間は、操作導入期（B期）として、SCPDを加えた後、A期と同様に起き上がり動作時間を測定し、これを繰り返し4週間継続した。最初のA期の起き上がり動作時間の平均値を基準値として変化率を算出し、その変化率を元に対象者の各期における変化率の平均値を算出した。結果、各期の変化率平均値はSCPDを行った各B期で変化率は改善を示し、SCPDを行わなかった各A期では変化率が減衰した。また、B期の後に測定した歩行時間は継時的に短縮傾向を示した。これらの結果より、脳卒中後片麻痺患者に対するSCPDが、起き上がり動作速度に対して影響を及ぼした可能性が示唆された。

キーワード：片麻痺、起き上がり時間、PNF、骨盤後方下制

Abstract：The purpose of this study was to determine how a resistive sustained contraction using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern for pelvic posterior depression (SCPD) influences the ability of rising from supine to sitting for five hemiplegic patients. A single-subject experimental design was used. A 3-day period of baseline measurements was taken in phase AI. Phase AI was followed by a 3-day period, phase BI. Phase BI was followed by a 3-day period, phase AII. Phase AII was followed by a 3-day period, phase BII. This program was conducted for four weeks. In phases AI and AII, the subjects were treated by repeated ADL exercises of rising from supine to sitting. In phases BI and BII, the subjects were treated with the SCPD technique at various intervals. The amount of time required to rise from supine to sitting and gait speed were calculated to evaluate the effects of each phase. We found that, as compared to the ADL exercise, the SCPD technique had more cumulative effects in reducing the amount of time required to sit-up from supine and to walk.

Key Words：hemiplegia, rising from supine to sitting, PNF, SCPD

はじめに

脳卒中後片麻痺患者の臨床において、日常生活をする上で起き上がり動作と移動手段の獲得が困難な場面に多く遭遇する。ベッド柵を持っても起きられない、起き上がりは出来るが歩けない、歩けるが起き上がれない、またどちらも出来ないというケースがある。我々理学療法士は、動作獲得に対してのアプローチが不可欠であり、かつ動作が円滑に行えることは重要であると考える。

我々は、臨床上、脳卒中後片麻痺患者の起き上がり動作において、痙性や、麻痺側上

1）南芦屋浜病院　リハビリテーション科
Depertment of Rehabilitation, Minamiashiyahama Hospital
2）広島逓信病院　理学療法室
Depertment of Physical Therapy, Hiroshima Posts And Telecommunications Hospital

下肢・体幹の筋収縮力低下による随意性の低下などによって円滑な動作遂行が困難な患者に、骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮を促通する手技（Sustained Contraction of Posterior Depression：SCPD 手技）を行うことにより、起き上がり動作時間が短縮し、円滑な起き上がり動作が可能となることを経験している。骨盤の SCPD 手技とは、側臥位で固有受容性神経筋促通法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation：PNF）のパターンである股関節伸展 - 外転 - 内旋パターンに伴う骨盤の動きに対する抵抗運動で、麻痺側上の側臥位で上側の上肢が動かないように注意し、対象者の坐骨結節に用手接触し 1 ～ 3kg の力の抵抗で静止性収縮を行わせ、静止性収縮時に仙腸関節方向に圧縮し、骨盤周囲筋群の静止性収縮を促通する手技である[1)]。

桝本ら[2)]は、骨盤の SCPD 手技により、麻痺側への重心移動が困難であった脳卒中後片麻痺患者の歩行能力の改善を認めたと報告をしている。しかし、SCPD 手技を行い日常生活活動（ADL）における基本動作への直接的な影響を明らかにした報告はない。

今回、脳卒中後片麻痺患者を対象に、骨盤の後方下制の運動パターンの中間域で抵抗を加え静止性収縮を促通する手技（SCPD 手技）を行い起き上がり動作と歩行能力に及ぼす影響を検証した。

対象

本研究に同意の得られ、指示理解が良好な脳卒中後片麻痺患者 5 名を対象とした。平均年齢±標準誤差は、69.6 ± 8.4 歳（64 ～ 78 歳）、発症後平均年数±標準誤差は、3.9 年（0.1 ～ 4.5 年）で、ブルンストロームステージは上肢Ⅱが 1 名、Ⅲが 2 名、Ⅳが 2 名、下肢はⅢが 2 名、Ⅳが 3 名であった。また、歩行能力に関しては独歩が 1 名、杖歩行が 4 名であった。

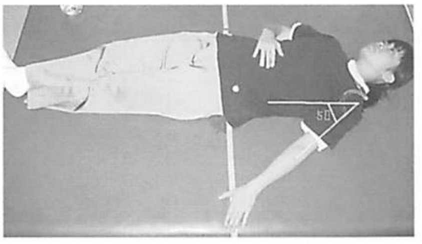
方法

起き上がり動作に関しては、シングルケース実験法 ABAB 型で検証した。A 期は SCPD 手技を施行しない ADL 訓練等のみを実施し、起き上がり動作の時間を測定、B 期は SCPD 手技と ADL 訓練等を行う前と後で、起き上がり動作の時間を測定した。各症例に 1 週間で A 期と B 期を 3 日間ずつ 4 週間継続した。

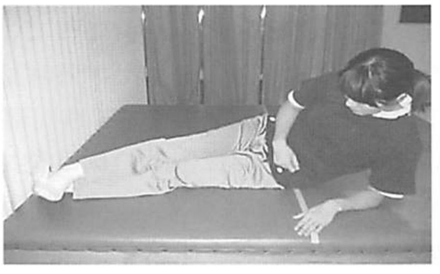
SCPD 手技は、麻痺側上の側臥位で対象者の坐骨結節に用手接触する。側臥位上側の上肢が動かないように注意し、1 ～ 3kg の力の抵抗で 10 秒間静止性収縮を行わせ、静止性収縮時に仙腸関節方向に圧縮し、骨盤周囲筋群の静止性収縮を促通する手技である。この SCPD を中間域で 1 ～ 3kg の力で 10 秒間の静止性収縮を行ったのち、背臥位で 10 秒の休安静を 1 セットとし、2 セット実施してから、背臥位から検者の合図で起き上がり、端座位をとり、非麻痺側で麻痺側の膝に触れるまでの時間を計測した（図 1）。

起き上がりに関しては、測定前に起き上がりに対する適切な情報を与えて、1 度練習してもらった後、測定開始から終了肢位までの時間を、手動式のストップウォッチで 2 回ずつ測定した。また、速度の速い方をデータとして記録した。

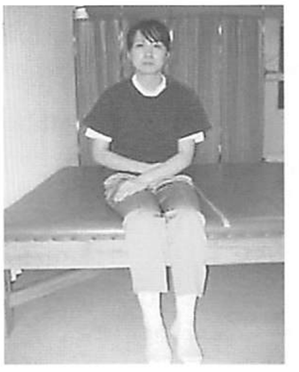
歩行速度に関しては、各週の最終日の SCPD 手技後に計測した。設定は、16 m（助走 3 m、本線 10 m、フォロー 3 mの計 16 m）を歩行してもらい、10 mの開始線および終了線上に足部が到達するまでの時間を計測した。



a) 起き上がり動作の開始肢位



b) 健側肘肢位



c) 終了肢位

図 1

a) 上前腸骨棘がベッドの横の中央線上とし、非麻痺側肩関節 50° 外転位で、ベッドの端に指先が来る背臥位とした。また、被験者の非麻痺側下肢は、麻痺側下肢の下に入れ、麻痺側上肢は，腹部にのせた状態とした。

b) 背臥位から、座位になる経過において体幹が部分的に回旋し、非麻痺側の肩甲骨下角が浮き、非麻痺側肘支持の状態を経由し、端座位となり、非麻痺側の手で麻痺側の膝に触れるまでの動作とした。

c) 端座位時の頭部は正面に向くように統一した。

データ解析

起き上がり動作に関してはA期、B期それぞれ2回ずつ測定した起き上がり動作時間を、最初のA期の値を基準値として改善率を算出した。

改善率＝（各期の平均値－最初のA期の平均値）／（最初のA期の平均値）× 100

歩行速度に関しては､各週の平均値を求めた。

結果

起き上がり動作時間は、SCPD介入で時間が短縮した。起き上がり動作時間の平均改善率±標準偏差は、図2に示すように、最初のB期で－21.0% ± 18.7% に改善し、2度目のA期で－3.4 ± 7.7% と増悪した。2度目のB期では－26.3 ± 7.8% と改善し、3度目のA期で－17.0 ± 20.9% と悪化し、3度目のB期で－26.4 ± 21.6% に改善した。4度目のA期で－17.9 ± 19.9% と悪化し、4度目のB期で－32.7 ± 23.5% に改善した。

歩行速度に関しては、図3に示すように、1週目が14.60秒であるのに対し、2週目13.43秒、3週目は12.26秒、4週目に関しては11.22秒と継時的に改善する傾向が認められた。

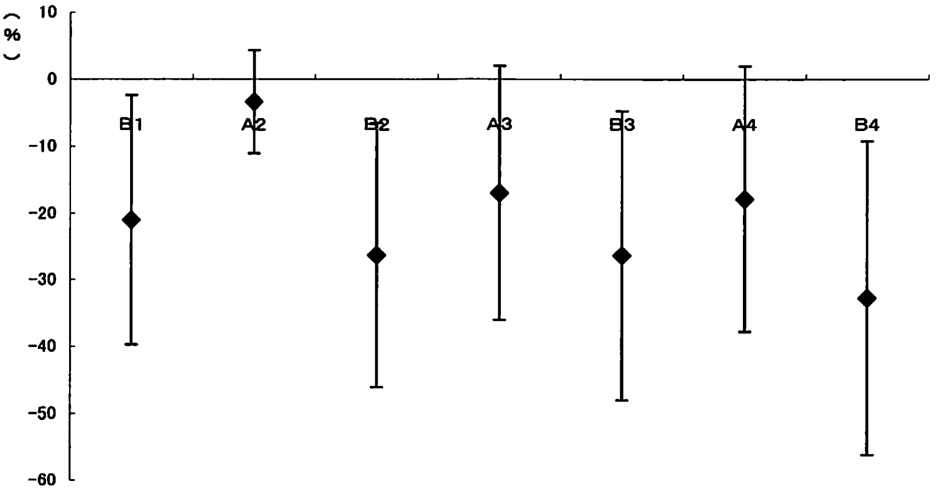


図2　シングルケース実験法 ABAB 型

起き上がり動作所要時間（秒）の各期の平均値±標準偏差

(A1 期；第 1 基礎水準測定期，B1 期；第 1 操作導入期，A2 期；第 2 基礎水準測定期，B2 期；第 2 操作導入期，A3 期；第 3 基礎水準測定期，B3 期；第 3 操作導入期，A4 期；第 4 基礎水準測定期，B4 期；第 4 操作導入期，A5 期；第 5 基礎水準測定期，B5 期；第 5 操作導入期)

A 期は ADL 訓練を実施した期間，B 期は SCPD 手技と ADL 訓練を行った期間

(各期は 3 日間ずつとし，各期で毎回 A 期は ADL 訓練，B 期 SCPD 手技を行った)

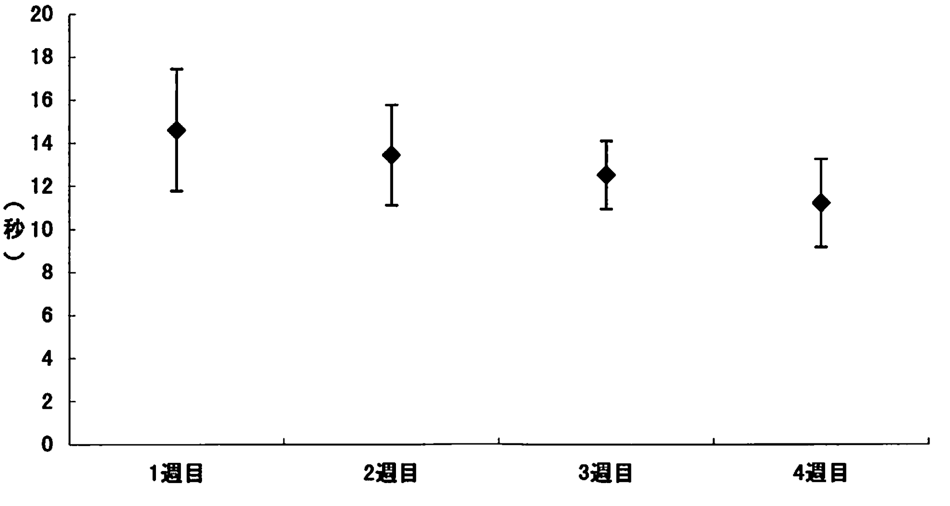


図3　歩行速度

継時的に歩行速度が速くなっていった。

考察

脳卒中後片麻痺患者に対する起き上がり動作に関して、SCPD 手技の治療の有無で明らかな差が認められ、有用であることが示唆された。SCPD 手技後に起き上がり動作時間が短縮したのは、体幹筋の運動単位の動員やインパルスの発射頻度が増加したと推察される[3)]。また、SCPD 手技を施行したことにより、SCPD 手技時に抑制が生じ、その後の随意収縮時に下部体幹筋群が促通され、対側の上肢や上部体幹の自動運動が可能となり、脳卒中後片麻痺患者が困難としている体幹の回旋や屈曲の

コントロール、さらに四肢の協調性を上げスムーズな起き上がり動作が可能となったものと示唆された。

歩行速度では、SCPD手技後に継時的に改善する傾向が認められた。骨盤の後方下制は、股関節伸展・外転・内旋の要素の一つであり[4]、麻痺側骨盤にSCPD手技を行うことにより、歩行時の立脚期に活動する下肢筋群の活動性が促通され、歩行能力が向上された可能性が推察された[2]。

間接的アプローチとしての骨盤のSCPD手技について、新井ら[5]は、SCPD手技が橈側手根屈筋H波に及ぼす影響についてSCPD手技群と上肢のピンチを行うhandgrip群の2群に分けて運動時およびその後のH波・M波振幅値を重複測定分散分析により比較した結果、SCPD手技群では運動時に橈側手根屈筋H波に有意な抑制が生じ、運動80秒後に有意な促通が生じたことより、運動時に上行性の抑制が生じ、運動後の脊髄レベルの促通が生じ運動可動域の増大が生じることを推測している[4]。

SCPD手技が起き上がりや歩行速度に影響を及ぼした理由として、直接的アプローチの効果としては下部体幹筋群の静止性収縮後のリラクセーションによる柔軟性の改善と下部体幹群の運動単位の動員の増加であり、間接的アプローチの効果では、運動後の脊髄レベルの促通効果による可能性が推察される。

引用文献

1）新井光男，清水一，清水ミッシェル・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）22-26,2002

2）桝本一枝，新井光男，田中良美，他：患側への重心移動が困難であった脳卒中後片麻痺患者1症例に対する骨盤後方下制の効果．PNFリサーチ（6）45-49, 2006

3）新井光男，柳沢健：中枢神経疾患における筋力増強の実際．理学療法21（3）：499-505, 2004

4）柳澤健，乾公美：PNFマニュアル．南光堂，2001

5）新井光男・他：骨盤への抵抗運動が橈側手根屈筋H波に及ぼす影響，第6回日本PNF学会，13, 2005

脳卒中後片麻痺患者に対する骨盤後方下制運動による下部体幹筋群の静止性収縮の促通手技が起き上がり動作に及ぼす影響

The effects of resistive pelvic exercise on the rising from supine to sitting in hemiplegia

中間　孝一[1)]　　新井　光男[2)]
Kouichi Nakama　　Mitsuo Arai

要旨：慢性期脳卒中後片麻痺患者の麻痺側骨盤に対する側臥位での後方下制運動の静止性収縮（SCPD）が起き上がり動作に及ぼす影響を検証した。対象は脳卒中後片麻痺患者４名（男性２名、女性２名）で平均年齢±標準偏差は 68.0 ± 6.7 歳であった。検証方法はシングルケース実験法 ABAB 型で検証した。１週目、基礎水準測定期（A 期）として、SCPD を加えずに起き上がり動作にかかる時間を測定し、２週目、操作導入期（B 期）として、SCPD を加えた後、１週目と同様に起き上がり動作時間を測定し、これを繰り返し６週間継続した。最初の A 期の起き上がり動作時間の平均値を基準値として変化率を算出し、その変化率を元に対象者の各期における変化率の平均値を算出した。結果、SCPD を行った各 B 期で変化率は改善を示し、SCPD を行わなかった各 A 期では変化率が減衰した。これにより脳卒中後片麻痺患者に対する SCPD が、起き上がり動作速度に対して影響を及ぼした可能性が示唆された。

キーワード：片麻痺、起き上がり、固有受容性神経筋促通法、骨盤後方下制

Abstract: The purpose of this study was to determine how a resistive sustained contraction using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern for pelvic posterior depression (SCPD) influences the ability of rising from supine to sitting for hemiplegic patients. A single-subject experimental design was used for four hemiplegic patients. Following a 7-day period of baseline measurements (Phase AI), a 7-day period of Phase BI was done, which was then followed by a 7-day period of Phase AII and then a 7-day period of Phase BII. In Phases AI and AII, the subjects were treated with repeated ADL exercises of rising from supine to sitting. In Phases BI and BII, the subjects were treated with the SCPD technique at various intervals.
The amount of time required to rise from supine to sitting was measured to determine the effect of each exercise. The results showed that the SCPD technique was more effective than the ADL exercise in reducing the amount of time required to sit up from supine.

Key Words: hemiplegia, rising from supine to sitting, PNF, SCPD

はじめに

臨床において、我々、理学療法士は機能回復訓練のみならず、日常生活活動（ADL）における、安定した基本動作の獲得のために様々なアプローチを行う。脳卒中後片麻痺患者におけるリハビリテーションにおいて、ADL の諸動作の早期獲得のために、体幹のコントロール及び四肢の協調性の改善を行い、安定した寝返り、起き上がり、坐位などの基本的動作を獲得させることは必須である。またそれらを獲得させるために、体幹機能は、四肢の随意運動の身体近位部の固定、全身の抗重力位での支持、安定した基本動作の獲得のための重要な条件であると考えられており、その重要性は広く認識されている[1)]。我々は、臨床上、脳卒中後片麻痺患者の起き上がり動作において、痙性や、麻痺側上下肢・体幹の筋収縮力低下による随意性の低下などによって円滑な動作遂行が困難な患者に、骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮を促通

1）聖和記念病院
Department of Physical Therapy,Seiwa Kinen Hospital
2）広島逓信病院
Department of Physical Therapy,Hiroshima Teishin Hospital

する手技（Sustained Contraction of Posterior Depression：SCPD 手技）を行うことにより、起き上がり動作時間が短縮し、円滑な起き上がり動作が可能となることを経験している。骨盤の SCPD 手技とは、側臥位で固有受容性神経筋促通法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation；PNF）のパターンである股関節伸展 - 外転 - 内旋パターンに伴う骨盤の動きに対する抵抗運動で、側臥位上側の上肢が動かないように注意し、対象者の坐骨結節に用手接触し 1 ～ 3kg の力の抵抗で静止性収縮を行わせ、静止性収縮時に仙腸関節方向に圧縮し、骨盤周囲筋群の静止性収縮を促通する手技である[2]。この SCPD 手技の間接的アプローチの効果は多く報告されており、新井ら[3]は、整形外科疾患患者を対象に上肢障害関節に及ぼす即時的効果を骨盤の SCPD 手技と上肢関節の持続伸張手技と比較した結果、骨盤の SCPD 手技の方が障害関節の他動関節可動域（Passive Range of motion；PROM）が改善したと報告している。また、骨盤の SCPD 手技による橈側手根屈筋 H 波に及ぼす生理学的効果として、SCPD 運動時に橈側手根屈筋 H 波に有意な抑制が生じ、SCPD 運動後に有意な促通が生じることを報告している[4]。また、田中ら[5]は、脳卒中後片麻痺患者の非麻痺側骨盤に対する座位での前方挙上が非麻痺側上肢での麻痺側方向へのリーチ動作に及ぼす即時的影響を検討し、骨盤前方挙上後において体幹筋群の活動性や同時収縮が促通され、姿勢制御能力の改善が得られたと報告している。

また、名井ら[6]は、脳卒中後片麻痺患者の患側上肢関節に及ぼす即時効果を、骨盤の SCPD 手技と患側肩関節屈曲方向への持続伸張手技とを比較検討し、SCPD 手技の方が有意に肩関節屈曲の PROM が改善したと報告している。また、桝本ら[7]は、立位で患側への重心移動が困難であった脳卒中後片麻痺患者に対し、PNF の骨盤の SCPD 手技を行った結果、患側への重心移動が促通され、歩行能力が改善したと報告している。

このように様々な報告があるが、SCPD 手技を行い ADL における基本動作への直接的な影響を明らかにした報告はない。今回、脳卒中後片麻痺患者の起き上がり動作に着目し、麻痺側骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮（SCPD 手技）と、ADL 訓練を実施した際の起き上がり動作の所要時間を測定し、SCPD 手技の背臥位からの起き上がり動作に及ぼす影響を検証した。

対象

本研究に参加の同意の得られた、脳卒中後片麻痺患者 4 名を対象とした。高次脳機能障害を有さず、口頭指示の理解が良好で、起き上がりが可能な者とした。対象は男性 2 名、女性 2 名、平均年齢±標準偏差は 68.0 ± 6.7 歳、発症からの期間±標準偏差が 50.7 ± 43.3 ヶ月、ブルンストロームステージは上肢Ⅲが 1 名、Ⅳが 2 名、Ⅵが 1 名、下肢Ⅴが 3 名、Ⅵが 1 名であった。

方法

患者に患側上の側臥位をとらせ PNF の骨盤パターンの一つである後方下制の抵抗運動で、中間域の肢位を保持するようにさせ骨盤周囲筋群の静止性収縮を促通した（図 1）。

坐骨結節への抵抗（約 1 ～ 3kg）に抗させながら、骨盤後方下制運動の中間域で 10 秒間静止性収縮を行った後、背臥位で 10 秒間安静にさせることを 1 セットとし、3 セット行ってから、背臥位から起き上がって端座位になるまでの時間をストップウォッチにて計測した。起き上がり動作時間は、症例に開始肢位と終了肢位を確認後、測定前に 1 度、練習をしてから行った。

プラットフォーム中央に基準線を引き、その上に患者の正中線を合わせた左右対称の背臥位を開始肢位（図 2（a））とし、検者の「はい！」の合図で起き上がってもらい、足底を

着けた端座位を終了肢位とした（図2（b））。

また、A期・B期において、それぞれ週2日間治療を行い、各期の最終日に2回ずつ測定し、その測定値でその日の起き上がり動作時間の平均値を算出した。検証方法としてシングルケース実験法ABAB型で検証した。

シングルケース実験法ABAB型とは、シングルケースの実験デザインの中で最もシンプルなものであり、治療を加えないA期（基礎水準測定期）と治療を加えたB期（操作導入期）に分け、A期とB期のパフォーマンスを比較するものである。これをABAB…と繰り返し実施することで、B期で得られた治療効果がA期で減衰することにより、論理的に治療効果が有効であることを証明するものである[8]。

図1　SCPD手技

図2（a）開始肢位

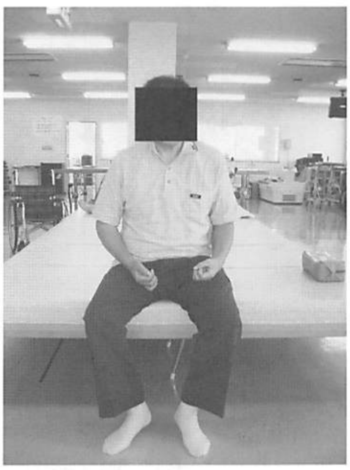


図2（b）終了肢位

指標

1週目（A1期）はSCPDを施行せずADL訓練のみを行った後、起き上がり動作にかかる時間を測定し、2週目（B1期）はADL訓練と、SCPDを施行後、起き上がり動作時間をそれぞれ2回ずつ測定し、これを6週間継続した（図3）。

起き上がり動作時間の短縮とは最初のA1期を基準値として変化率を算出し、マイナスの値をとった時とし、起き上がり動作が改善と判断した。A期、B期、それぞれ2回ずつ測定した起き上がり動作時間の平均値を算出し、各期の起き上がりの動作時間の平均値を求め、最初のA期（A1期）を基準値として変化率を算出した。

変化率＝（(各期の平均値－A 1期の平均値) / (A 1期の平均値) × 100)）

1週目	2週目	3週目	4週目	5週目	6週目
A1	B1	A2	B2	A3	B3
第1基礎水準測定期	第1操作導入期	第2基礎水準測定期	第2操作導入期	第3基礎水準測定期	第3操作導入期
ADLのみ	SCPD＋ADL	ADLのみ	SCPD＋ADL	ADLのみ	SCPD＋ADL

図3　シングルケース実験法ABAB型
週2回訓練を行い、最終日（2回目）に起き上がり動作時間を測定した。

結果

4症例全てにおいて、SCPDを行ったB期（B1・B2・B3）では動作速度が改善し、また、SCPDを施行しないA期（A2・A3）において、起き上がり動作速度が減衰した。4症例の各期における変化率平均値は最初のB期（B1）で－43.2%に改善し、2度目のA期（A2）で－12.8%と悪化した。2度目のB期（B2）では－47.1%に改善し、3度目のA期（A2）で－22.2%と減衰し、3度目のB期（B3）で－54.5%に改善した（図4）。

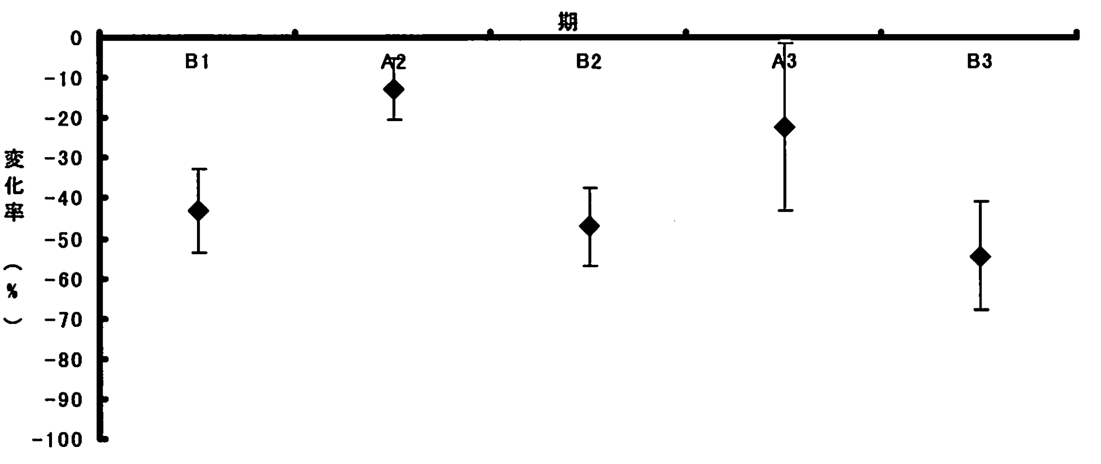


図4　各期の変化率平均値

B1：第1操作導入期　A2：第2基礎水準測定期　B2：第2操作導入期
A3：第3基礎水準測定期　B3：第3操作導入期

考察

今回、麻痺側骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮（SCPD手技）と、ADL訓練を実施した際の起き上がり動作の所要時間を測定し、SCPD手技の背臥位からの起き上がり動作に及ぼす影響を検証した結果、シングルケース実験法ABAB型において、SCPDを実施した各B期（2・4・6週目）で、起き上がり動作速度が改善した。一方、SCPDを実施せずADL訓練のみを実施した各A期（3・5週目）においては、起き上がり動作速度が減衰した。このことから、SCPD手技による静止性収縮の促通が脳卒中後片麻痺患者に対する起き上がり動作を獲得させる方法として有効である可能性が示唆された。

各B期において起き上がり動作速度が改善した理由として、新井ら[9]の挙げているSCPD手技による遠隔反応の生理学的機序としての、脊髄固有反射が考えられる。脊髄固有反射は上行性脊髄固有反射と下行性脊髄固有反射に分類され、新井ら[3]は骨盤後方下制の静止性収縮後に上肢障害関節のROMの改善が得られたことから、上行性のインパルスの発散が生じる効果を推測している。今回、SCPD手技を行うことにより、上行性の反射機構による体幹屈筋・伸筋群の運動単位の動員が増加したことにより、脳卒中後片麻痺患者における起き上がりに必要な体幹のコントロール能力が得られ、その動作速度が改善した可能性が示唆された。

今回は、患側骨盤にのみSCPDを行って起き上がり動作速度が改善されることを検証したが、今後は健側のSCPDを行った場合との差異も検証していきたい。

参考文献

1）藤原俊之，岡島康友，木村彰男：体幹機能障害．総合リハ 29，1089-1094，2001
2）名井幸恵，新井光男，上広晃子，他：脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動が肘関節可動域に及ぼす即時効果．PNF リサーチ 6（1）20-24，2006
3）新井光男，清水一，清水ミッシェル・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
4）新井光男，柳沢健：痛みに対する PNF モビライゼーション．理学療法 23，195-200，2006
5）田中良美，新井光男，清水ミッシェル・アイズマン，他：脳卒中後片麻痺患者の骨盤への PNF アプローチが非麻痺側上肢のリーチ動作に及ぼす影響について．PNF リサーチ 6（1）25-29，2006
6）名井幸恵，新井光男，上広晃子，他：脳卒中後片麻痺患者の骨盤の後方下制が患側上肢に及ぼす即時効果．PNF リサーチ 2（1）27-31，2002
7）桝本一枝，新井光男，田中良美，他：患側への重心移動が困難であった脳卒中後片麻痺患者 1 症例に対する骨盤後方下制の効果．PNF リサーチ 6（1）45-49，2006
8）内山靖　編：標準理学療法学専門分野．理学療法研究法第 2 版．P56 ～ 66．医学書院 2006
9）新井光男，柳澤　健：中枢神経疾患患者における筋力増強の実際 - 痙縮筋の筋力増強 - 理学療法 21（3）：499 - 505，2004

脳卒中後片麻痺患者の骨盤へのPNFアプローチが非麻痺側上肢のリーチ動作に及ぼす継時的影響

The cumulative effect of pelvic anterior elevation technique on reaching activity by using unaffected upper extremity in hemiplegic patients

田中　良美[1)]　新井　光男[1)]　清水　一[2)]
Yoshimi Tanaka　Mitsuo Arai　Hajime Shimizu
清水ミシェル・アイズマン[3)]　柳澤　健[4)]
Michele Eisemann Shimizu　Ken Yanagisawa

要旨：脳卒中後片麻痺患者の座位での非麻痺側骨盤の前方挙上に対する静止性収縮（SCAE）が、非麻痺側上肢での麻痺側方向へのリーチ動作（RT）に及ぼす継時的影響を検討した。脳卒中後片麻痺患者8名（右片麻痺5名、左片麻痺3名、男性4名、女性4名、平均年齢74.3±9.3歳、発症からの平均期間66.8ヶ月、上下肢ブルンストロームステージⅢからⅤ）を、非麻痺側骨盤のSCAE群と、対照刺激であるRTの繰り返し群（RT群）の2群に無作為に分類した。各刺激は週2回、4週にわたり実施した。指標は各週の刺激前後の非麻痺側上肢での麻痺側方向へのリーチ距離（DR）の介入前に対する変化量とした。重複測定分散分析の結果、4週後の平均変化量はRT群と比較しSCAE群で有意な増大を認めた（p<0.05）。4週にわたるSCAEの実施により、麻痺側への自動的な重心移動と、麻痺側骨盤での支持性が継時的に向上した可能性が推察された。

キーワード：片麻痺、固有受容性神経筋促通法、座位姿勢、リーチ動作

Abstract: The purpose of this study was to compare the cumulative effects of a resistive sustained contraction using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern for pelvic anterior elevation (SCAE) with the repetition of a reaching task exercise (RT) for increasing the reaching distance (DR) towards the affected side with the unaffected upper extremity of hemiplegic patients. The DR toward the affected side with the unaffected upper extremity in the sitting position was used to determine the effect of each exercise. Eight subjects with hemiplegia were randomly assigned to the SCAE or the RT group. Both SCAE and RT were performed regularly two days per week for four weeks. Measurements of the DR were done before and after each exercise in the first session of each week. The results of a repeated measure ANOVA indicated that the DR measured both before and after exercise in the four weeks showed more significant increases in the SCAE group than in the RT group (p<0.05). These results suggest that the cumulative effect of the SCAE for increasing DR may increase postural stability and ability to control postural sway.

Key Words: hemiplegia, PNF, sitting position, reaching,

はじめに

臨床において、四肢の随意運動時の身体近位部の固定、全身の抗重力位での支持、安定した座位の獲得等のために体幹に対し様々なアプローチが行われる。特に起居動作や日常生活活動（Activities of Daily Living; ADL）の

1）広島逓信病院　理学療法室
Department of Physical Therapy, Hiroshima Posts and Telecommunications Hospital
2）広島大学大学院保健学研究科
Hiroshima University Graduate School of Health Sciences
3）県立広島大学
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural University
4）首都大学東京
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

獲得のために、基本的な抗重力姿勢である安定した端座位の獲得、および体幹筋の再教育が重要であることが述べられている[1]。

端座位ではその姿勢保持能力に加え、安定した姿勢で上肢の運動が行える体幹の機能が要求される[2]。つまり、安定した座位の他に、座位、立位でのリーチ動作においても体幹の機能は不可欠な要素であり[3]、このような動作の可否はADLに大きく影響を与えることが考えられる。

リーチ動作では自動的な重心移動が必要であり、重心移動を終えた状態で姿勢を保持するという姿勢制御が求められる[3]。姿勢制御とは、一定の重力の下で支持基底面内に身体の重心点を保持する能力、もしくは重心点が支持面から逸脱した時にそれを引き戻し、身体の平衡状態を維持する能力と定義されている[4]。

脳卒中後片麻痺患者（片麻痺患者）においては、体幹の機能は麻痺側、非麻痺側で活動性に左右差が出現し、安定した姿勢保持が困難なことが多い[3]。特に片麻痺患者は端座位で側方への重心移動を伴う動作が困難な場合が多く、その動作の可否に体幹機能が大きく反映していると述べられている[3]。

このような片麻痺患者に対し、バランス改善を目的としてバランスボード上での立位保持やセラピーボール上での座位保持などの方法が比較的よく用いられる。これらの治療の目的は外乱刺激に対する重心動揺の最小化であり、なるべく一定の位置に身体重心を維持するための課題である[4]。しかし随意運動時における身体平衡の乱れは、身体重心を随意運動の遂行にとって最適な位置に移動することにより生じることから[4]、外乱刺激に対する座位保持の介入のみでは不十分と考えられる。

筆者らは、端座位姿勢の片麻痺患者に対し、固有受容性神経筋促通法の運動パターンである骨盤前方挙上に対する短縮域での静止性収縮（Static Contraction of Anterior Elevation; SCAE）を非麻痺側骨盤に適用すると、ADLにおいてリーチ距離が増大するという臨床的経験から、片麻痺患者に対し、端座位での非麻痺側骨盤へのSCAEと、対照刺激としてリーチ課題の反復（Repetition of Reaching Task; RT）を実施し、両刺激実施直後の麻痺側方向へのリーチ距離に変化が生じるかについて検証した。その結果、SCAE後においてリーチ距離の変化量が有意に増大したことから、SCAE後において即時的に体幹筋群の活動性や同時収縮が促通され、姿勢制御能力の改善が生じた可能性があると結論付けた[5]。しかしながら両刺激を継時的に行った場合のリーチ動作に対する効果については判然としない。

そこで、片麻痺患者に対しSCAEもしくはRTを継時的に実施した際に、麻痺側方向へのリーチ距離に変化が生じるかについて検証し、SCAEおよびRTがリーチ動作に及ぼす継時的影響について検討した。

方法

（対象）

本研究の参加に同意が得られた、片麻痺患者8名で、高次脳機能障害を有さず、口頭指示の理解が良好で、端座位が可能な者とした。対象は男性4名、女性4名で、平均年齢±標準偏差（範囲）は74.3 ± 9.3歳（63-85歳）、発症からの期間±標準偏差（範囲）が66.8 ± 44.6ヶ月（9-134ヶ月）であった。麻痺側は左片麻痺3名、右片麻痺5名であり、ブルンストロームステージは上肢Ⅲが4名、Ⅴが4名で、下肢Ⅲが3名、Ⅳが2名、Ⅴが3名であった。健側上肢長±標準誤差（範囲）は66.8 ± 3.4cm（63-72cm）であった。

（手順）

全対象をSCAE群もしくはRT群の2群に無作為に分類した（表1）。

各群とも刺激の間隔が等しくなるように、月曜日と木曜日、もしくは火曜日と金曜日の

組み合わせで、週2回、4週にわたり各刺激を継続実施した。

操作定義として、リーチ距離とは、端座位にて非麻痺側肩関節90°屈曲位、肘関節伸展位での中指先端を基準点とし、基準点と同じ高さで、対象の両肩峰端を結ぶ線と平行で床面に垂直となる面上での麻痺側方向への最大リーチを行った際の基準点からの到達距離とした。

表1　各群の対象

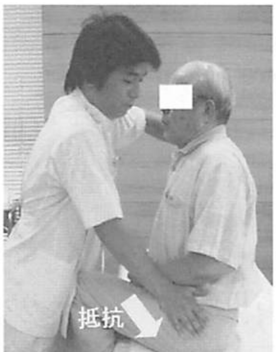
刺激群	性別 (名)	平均年齢±SD (歳)	罹患期間±SD (ヶ月)	患側 (名)
SCAE	男2女2	73±10.4	53.8±55.0	右2左2
RT	男2女2	75.5±9.3	79.8±34.1	右3左1

(各群の運動刺激の方法)

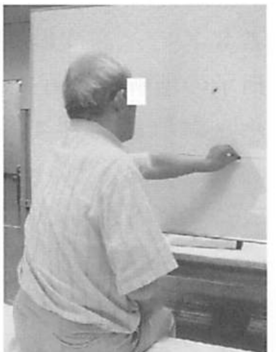
両群とも運動刺激は端座位で実施した(図1)。

1) ＳＣＡＥ刺激の実施方法

SCAE刺激は非麻痺側骨盤上前腸骨棘に用手接触し抵抗を加え、短縮域で3秒間の静止性収縮を行った。その後10秒間の休息を取り10回繰り返した。またSCAE実施時に頚部および体幹の麻痺側への側屈が生じないように、麻痺側肩甲骨肩峰に用手接触し、肩甲骨の前方挙上位を保持させた。なおSCAE実施は同一のセラピストが行った。



a：SCAE(骨盤前方挙上)刺激



b：RT(リーチ課題の繰り返し)刺激

図1　各刺激方法

2) ＲＴ刺激の実施方法

RT刺激は頭部を垂直に保ち、体幹を麻痺側に側屈させないように非麻痺側肘関節を伸展位とした肩関節屈曲90°の高さで、対象の両肩峰端を結ぶ線と平行で床面に垂直となるように設置されたボードに面し、麻痺側方向に3秒間静止が可能な最大リーチを行わせた。1回のリーチ毎に10秒間休息を取らせ、10回繰り返した。

(測定方法)

両群ともリーチ距離測定は介入開始前と第1回目の刺激後、1週経過以降は各週の初回の刺激前と刺激直後にそれぞれ3回実施した。以下に測定方法を示す(図2)。

リーチ距離測定肢位は、体幹中間位で足底面を床から離して下腿を下垂したベッド上での端座位とした。リーチ動作時の下肢による影響を同一とするために両下肢は閉じさせ、大腿遠位と下腿中央でストラップを使用し固定した。

リーチは非麻痺側上肢肘関節伸展位で肩関節を90°屈曲させ､中指先端を基準点Aとし、同一の高さで麻痺側方向へ最大リーチを行わせた。次いでリーチ最終肢位で3秒間静止させ、対象の正面に設置したボードに、非麻痺側の拇指、示指、中指の3指で摘み保持した直径2cmの磁石を貼付させ、磁石の中心点をB点とした。対象からボードまでの距離は、基準点Aと一致させ、対象の両肩峰端を結ぶ線と平行で床面に垂直となるように設置した。またボードには基準点Aと同一の高さでリーチ動作を行わせるために、あらかじめ基準点Aから床面に平行な直線を

印し、その線上に磁石を貼付させた。リーチ距離は基準点AからBまでの距離とした。また各測定前に、「頭と体は、手を伸ばす方に倒さないようにして、肘を伸ばして磁石を線の上にくっつけて下さい。」という口頭指示を与えた。

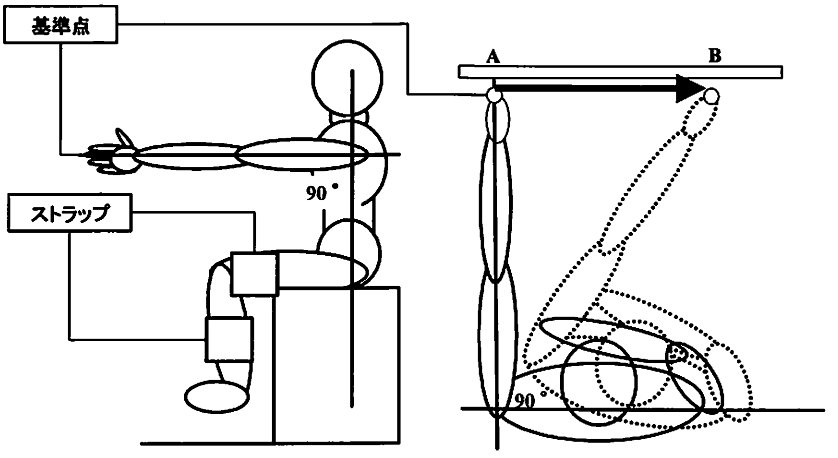


図2　測定方法

下腿を下垂した端座位、非麻痺側肘関節伸展、肩関節90°屈曲時の中指先端を基準点Aとし、麻痺側方向に最大リーチ動作を行った。3秒間静止が可能な最大リーチ点をB点とした。AからBまでの距離を測定しリーチ距離とした。

(データの解析)

リーチ距離測定の再現性を検証するために4名の対象から得られた3回のリーチ距離測定値を基に、級内相関係数（Intraclass Correlation Coefficient; ICC）を求めた[6]。

また両群の運動刺激の効果の指標として、各群のリーチ距離の変化量を次式により算出した。

1. (刺激前リーチ距離変化量) = (各週の刺激前のリーチ距離) − (介入前のリーチ距離)
2. (刺激直後リーチ距離変化量) = (各週の刺激直後のリーチ距離) − (介入前のリーチ距離)

統計学的分析は、継時効果について介入前と各週の初回の刺激前のリーチ距離の変化量を用い、運動刺激の違いと期間を要因とした重複測定 - 分散分析を行った。また時間経過に伴う刺激直後の効果について、各週の刺激直後のリーチ距離変化量を用い、運動刺激の違いと期間を要因とした重複測定 - 分散分析を行った。

重複測定 - 分散分析によって効果に有意差が認められた場合、より詳しく傾向を知るためにBonferroni / Dunn法で多重比較を行った。

なお統計学的分析の有意水準は5%未満とした。

結果

リーチ距離測定の測定者1名による検者内の再現性について、級内相関係数はr=0.97を示し、高い再現性が確認された

以下に各群の介入前および4週経過後の平均リーチ距離±標準誤差（範囲）を示す。

SCAE群の介入前で55.5 ± 8.7 cm（44.3 - 65.3 cm）、4週経過後で64.3 ± 7.16 cm（54.0 - 69.3 cm）であった。RT群の介入前が63.5 ± 2.8 cm（61.3 - 67.3 cm）で、4週経過後で63.9 ± 3.3 cm（60.3 - 68.0 cm）であった。

（介入前と各週の初回の刺激前のリーチ距離の変化量について）

介入前と各週の初回の刺激前のリーチ距離の変化量を用いた重複測定 - 分散分析の結果、刺激と期間で有意差を認めた。また、刺激と期間に有意な交互作用が認められた。そのため刺激と期間の差について正確な比較はできないが、期間の差では多重比較検定の結果、3週後の両群間に有意差を認めた（表2a、図3a）。

（刺激直後のリーチ距離の変化量について）

各週の刺激直後のリーチ距離変化量を用いた重複測定 - 分散分析の結果、刺激間で有意差を認めた（表2b、図3b）。また、刺激と期間に有意な交互作用が認められた。期間の差についての多重比較検定の結果、両群間に有意差は認められなかった。

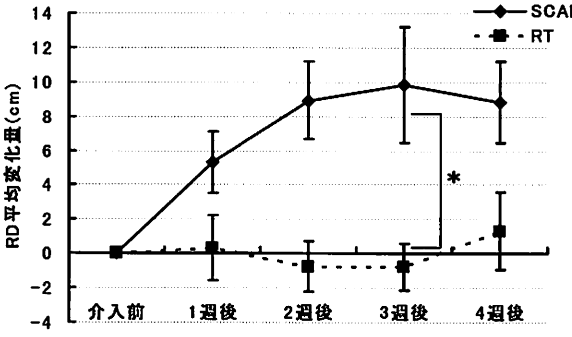
表2　リーチ距離平均変化量による重複測定 - 分散分析表

a）刺激前

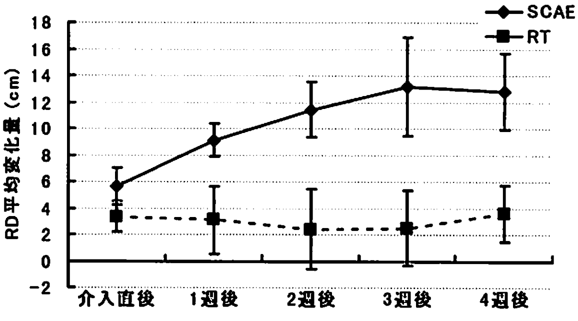
変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
刺激間	429.03	1	429.03	8.24	0.03*
期間	131.54	4	32.89	5.52	0.00*
交互作用	144.38	4	36.09	6.06	0.00*
誤差変動	142.92	24	5.96		
全変動	1160.31	39			

b）刺激直後

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
刺激間	550.07	1	550.07	6.15	0.04*
期間	71.10	4	17.78	2.32	0.09
交互作用	89.67	4	22.42	2.93	0.04*
誤差変動	183.72	24	7.66		
全変動	1430.98	39			



a）経過週に伴う刺激前リーチ距離平均変化量±標準誤差



b）経過週に伴う刺激直後リーチ距離平均変化量±標準誤差

図3　経過週に伴う各リーチ距離平均変化±標準誤差の推移

考察

刺激前のリーチ距離の変化量では、SCAE群で有意な増加を認め、期間の差では3週後両群間に有意差が認められた。今回の結果からは、2週間、継続的にSCAEを行うことで、RTと比較しリーチ距離が継時的に有意に増大する可能性が示唆された。しかし刺激直後の効果については、刺激間で有意差が認められたが、期間では有意差は認められなかった。これは、4週にわたるリーチ動作に対する即時効果の推移はSCAE群で有意に大きかったが、RT群と比較し継時的に有意な増加は認められず、刺激直後はRT群においてもある程度の効果が生じていたことが図3bにも示された。

このようにSCAE群においてリーチ距離が有意に増加した理由として、体幹筋の活動性が関与した可能性が推察される。端座位での非麻痺側骨盤へのSCAE実施時には、麻痺側骨盤において、重心移動を伴った後方下制運動が生じている。非麻痺側骨盤のSCAEへの徒手抵抗は麻痺側骨盤後方下制に対する抵抗や、麻痺側骨盤坐骨結節に対する圧縮となることが推測される。これらのSCAE実施時の抵抗や麻痺側坐骨結節への圧縮により、脊髄運動ニューロンの興奮性が増大し[9)]、重心移動側である麻痺側骨盤の後方下制筋群が促通された可能性が推察された。

また端座位で体幹を側方に傾ける動作は、重力方向の運動で体幹には制動力が求められるとされている[7)]。健常者では重心移動側の大殿筋、対側の脊柱起立筋が側方重心移動時の制動活動に重要という藤澤らの報告がある[8)]。さらに側方への大きな重心移動には重心移動と反対側の体幹筋による制動が重要な役割を果たすという片麻痺患者を対象に行われた阿部らの報告がある[3)]。骨盤の後方下制運動実施時に働く筋群は、非実施側の腰方形筋、腹斜筋群、脊柱起立筋、実施側の大殿筋とされ[9,10)]、藤澤らが制動活動に重要と報告した筋群と一致している。SCAE群では刺激時に生じる麻痺側骨盤の後方下制運動により、リーチ動作時の制動筋としての機能や、下部体幹筋群の活動性の増大による麻痺側骨盤での支持性が継時的に向上した可能性が推察される。

さらにDeanらは[11)]、片麻痺患者の非麻痺側上肢による麻痺側へのリーチ動作について、リーチ距離の増加とともに、麻痺側下肢への荷重量が増加したことから、座位でのリーチ課題時において、下肢はバランスや支持に対し自動的な役割をしていると述べている。SCAE群では、麻痺側骨盤後方下制時に活動し、側方重心移動時の制動活動に重要とされる大殿筋が促通され、麻痺側骨盤への自動的な重心移動能力が向上し、リーチ距離が増大した可能性も推察される。

これらのことを考慮すると、4週にわたり片麻痺患者の非麻痺側骨盤に対し、SCAE刺激を継続することで、3週目以降にSCAE刺激前においてRTと比較しリーチ距離が増大する可能性が見出された。その理由としてSCAEの継続的な実施により下部体幹筋群が促通され、麻痺側骨盤の支持性の向上によるリーチ最終肢位での姿勢の安定化と、麻痺側骨盤への自動的重心移動能力が継時的に向上した可能性が推察された。

まとめ

4週にわたる端座位でのSCAEの継続は、リーチ課題の反復と比較し麻痺側方向へのリーチ距離の有意な増大をもたらした。その理由として、体幹筋群の活動性や同時収縮が促通されリーチ動作時の姿勢制御能力が継時的に向上した可能性が推察された。

引用文献

1) 藤原俊之, 岡島康友, 木村彰男: 体幹機能障害. 総合リハ, 29: 1089-1094, 2001.

2) 内山 靖:坐位および立位における姿勢調節と躯幹協調機能. 理学療法学, 26: 337-338, 1999.
3) 阿部千恵, 吉原真紀, 真鍋祐子 他:脳卒中片麻痺患者における体幹運動機能と側方重心移動動作時の圧中心点変化との関係. 理学療法学, 31: 130-134, 2004.
4) 大畑光司, 市橋則明, 建内宏重 他:リーチ課題の反復による姿勢制御の変化. 理学療法学, 30: 1-7, 2003.
5) 田中良美, 新井光男, 清水ミシェル・アイズマン 他:脳卒中後片麻痺患者の骨盤への PNF アプローチが非麻痺側上肢のリーチ動作に及ぼす影響について. PNF リサーチ, 6 (1) : 25-29, 2006.
6) 桑原洋一, 斉藤俊弘, 稲垣義明:検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討 - なぜ統計学的有意が得られないのか -. 呼吸と循環, 41: 945-952, 1993.
7) 佐藤房郎:片麻痺の体幹活動と筋活動. 理学療法学, 21: 464-469, 1994.
8) 藤澤宏幸, 星 文彦, 武田涼子:端座位における側方重心移動動作の運動学的分析. 理学療法学, 28: 268-274, 2001.
9) 柳澤 健, 乾 公美:PNF マニュアル. 改訂第 2 版. p.3-22, 南江堂, 東京. 2005.
10) Adler SS, Beckers D, Buck M. : PNF in Practice. p.47-65, Splinger- Verlag. Berlin, Heidelberg. 1993.
11) Dean, C. M., Shephered, R. B.: Task - related training improves performance of seated reaching tasks after stroke: a randomized controlled trail. Stroke, 28: 722-728, 1997.

骨盤の可動性が座位側方リーチ動作に及ぼす影響

The effect of movable of pelvic to the lateral reaching in sitting position

吉村　恵三[1)] Keizo Yoshimura　新井　光男[2)] Mitsuo Arai　渡辺　寛[1)] Yutaka Watanabe

牧井　昭憲[3)] Akinori Makii　佐野　博之[1)] Hiroyuki Sano　木村　香江[1)] Kae Kimura

要旨：骨盤の可動性が座位の側方リーチ距離に及ぼす影響を検討した。対象は健常成人男女16名であった。内訳は骨盤可動域治療群（PM-PNF群）11名と対照群5名であった。骨盤の可動域に対する治療は、腰椎棘突起を固定しながら骨盤の後方下制方向と前方挙上方向へ他動運動（passive movement with PNF pattern; PM-PNF）を行った。PM-PNF群は治療の前後にリーチ距離を測定し、対照群は3分間の休息前後にリーチ距離を測定した。効果の指標としてPM-PNF群は治療後のリーチ距離から治療前のリーチ距離を減じた値を求め、対照群は休息後のリーチ距離から休息前のリーチ距離を減じた値を変化度として求め比較した。リーチ距離の変化度はPM-PNF群と対照群に有意差を認めた（p<0.01）。PM-PNF群の骨盤の前方挙上（p<0.01）と後方下制（p<0.01）の可動域は治療前後で有意差を認めた。またリーチ距離とリーチ側の骨盤後方下制と対側の骨盤前方挙上に有意な相関関係が認められた（p<0.05）。骨盤の他動運動により腰椎の可動性の増大と共に骨盤の自動運動と遠隔部位である胸椎の自動運動が改善された可能性が示唆された。

キーワード：骨盤　可動性　リーチ　PNF

Abstract：The purpose of this study was to examine how passive movement of the pelvis with a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) pattern (PM-PNF) influences the lateral reaching task in a sitting position. Sixteen healthy subjects were divided into two groups at random. Group 1 (n=5) rested for three minutes and served as the control group. Group 2 (n=11) received pelvic anterior elevation (AE) and posterior depression (PD) PM-PNF with the lumbar spine stabilized. For the PM-PNF group, measurement of the reaching distance (DR) and active pelvic AE and PD movements were measured before and after the PM-PNF. For the control group, DR and active pelvic AE and PD movements were measured before and after resting. The results of a one-way ANOVA showed significant differences between the PM-PNF group and control group in DR (p<0.01) and between pre and post PM-PNF in active pelvic AE and PD movements (p<0.01). Significant correlates were found between the active pelvic DR movement and the range of ipsilateral active pelvic PD movement and between the DR and the range of contralateral active pelvic AE movement. These results suggest that PM-PNF may be effective for increasing active movement of the pelvis and spine.

Key Word：Pelvis, movement, reaching, PNF

目的

日常生活活動（以下ADL）における座位での活動は多く、静的な座位保持以外に側方に手を伸ばしたり、床に手を伸ばしたり、殿部をずらしたりと動的な座位バランスが要求される。また座位での側方移動能力は歩行能力やADLとの関連性が報告されており[1,2)]、理学療法を行っていく上で座位での側方移動能

1）九州中央病院　リハビリテーション科
Department of Physical Therapy, Kyushu Central Hospital of the Mutual Aid Association of Public School Teachers
2）広島逓信病院　理学療法室
Department of Physical Therapy, Hiroshima Teishin Hospital
3）麻生リハビリテーション専門学校
Aso Rehabilitation Welfare College

力は着目しておくべき動作能力の一つであると思われる。座位側方移動能力は移動側の大殿筋、対側の腰背筋や腹斜筋群の筋活動が制動力として求められ、可動性としては骨盤の傾斜角度が求められる[3)]。

具体的なアプローチの方法であるが、傾斜板の利用や、徒手的な誘導、座面の調節など直接的にアプローチする方法が多く報告されている[4~6)]。しかし片麻痺患者においては姿勢筋緊張の影響により骨盤の可動性の減少を認める報告[7)]や高齢者では成人に比べ骨盤の可動性が低下しており、座位での側方移動時、骨盤の傾斜角が若年層に比べ有意に低下している[8)]ことが報告されており、臨床においても、スパズムや筋緊張亢進の為に可動性の低下を認め、治療に難渋する場面を多く経験する。

固有受容性神経筋促通法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF）アプローチの骨盤パターンのうち前方挙上・後方下制は座位での側方移動に要する動きであるが、著者らは、臨床的に前方挙上・後方下制の他動運動により、座位でのリーチ動作が改善することを経験しているが、検証は未だなされていない。

今回、健常者を対象にPNFパターンの他動運動による骨盤の他動可動域とリーチ自動運動への効果を検証すると同時に骨盤の可動性とリーチ距離の関連性を検証した。

対象

本研究に同意が得られた健常成人男女16名を乱数表にて無作為に2群に配置した。腰椎棘突起を固定しながら骨盤の後方下制方向と前方挙上方向へ他動運動を行う（passive movement with PNF pattern; PM-PNF）群11名と対照群5名に配置とした。PM-PNF群の平均年齢±標準偏差(範囲)は男性9名女性2名、31.2 ± 9.1歳（22-42）であった。対照群の内訳および平均年齢±標準偏差（範囲）は男性2名、女性3名、33.8 ± 8.6歳(21-42)であった。

方法

1．手順

全対象にリーチ距離を計測する。次にPM-PNF群については骨盤の可動域測定とPM-PNFを施行した。対照群については側臥位にて3分間の休憩をしてもらった。その後PM-PNF群・対象群ともに再度リーチ距離を測定した。PM-PNF施行前後および休息前後でのリーチ距離の差（PM-PNF群変化度＝治療後リーチ距離－治療前リーチ距離、対照群変化度＝休息後リーチ距離－休息前リーチ距離）を変化度とした。

1）リーチ距離の測定

両足底が床接地しない端座位で行い、リーチ側の反対側にプーリーを設置した。プーリー設置位置であるが、前後は対象の体幹前面の前額方向と一致するように調整し、高さは肩関節の位置に調整した。固定したプーリーに錘を付けたメジャーを滑らせ、メジャーの一端を把持してもらい肩関節90度外転した時点（以下開始点）とそこから側方へ最大リーチを行ってもらった時点（以下終了点）の目盛りを記録した。課題施行中はできるだけ前方を見ること、リーチ側上肢は肩峰の高さに保持してもらうこと、反対側上肢は体側につけ、両下肢は閉脚し、両下腿を接触してもらうことを指示した（図1）。開始点と終了点の差をリーチ距離とし、各3回の平均値を算出した。

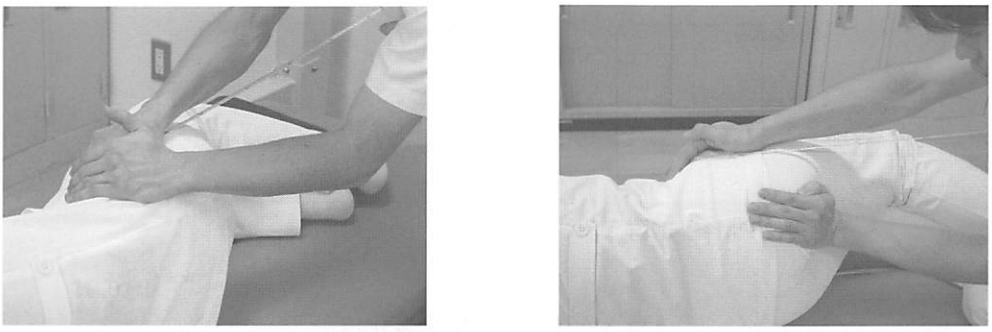
2）腰椎可動域治療の実施方法

続いてPM-PNF群に対しては以下の方法で治療を行った。肢位は両膝を軽度屈曲した側臥位で、各腰椎棘突起（L1～L5）を固定しながら骨盤を後方下制方向と前方挙上方向に他動的に動かした。各腰椎棘突起に対し1回以上の他動運動を行った。特に動きの少ない箇所には数回同じ操作を繰り返した。なおPM-PNFの実施は同一のセラピストが行った（図2）。

3）骨盤可動域の測定

PM-PNF 群に行った。測定肢位は両下肢を軽度屈曲した側臥位にて行った。プーリーの設置位置であるが、方向は前方挙上と後方下制の運動方向に合わせ、高さは測定側の骨盤の高さに合わせた。腸骨端にメジャーを固定し、開始時の目盛りと他動的に前方挙上と後方下制方向へ最大限動かした時の目盛りをそれぞれ読み取った（図 1)。

リーチ側の手で反対側に設置したメジャーを把持し最大リーチを行ってもらう。



(a) 前方挙上の計測

(b) 後方下制の計測

腸骨端にメジャーを固定し、安静時の目盛りを計測した後、他動的に骨盤を動かし、最終域の目盛りを計測する。

図 1　リーチ距離及び骨盤の可動域の測定方法

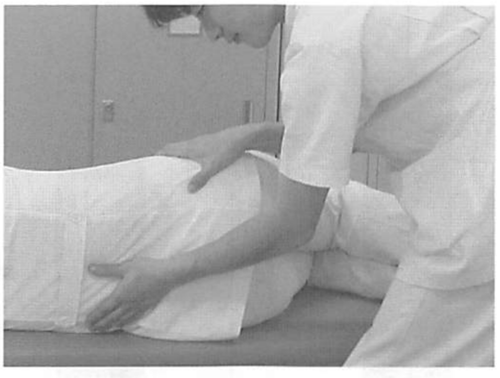


図 2　腰椎可動域治療 (passive movement with PNF pattern; PM-PNF)

両膝を軽度屈曲した側臥位にて各腰椎棘突起（L1 ～ L5）を固定しながら骨盤を後方下制方向と前方挙上方向に他動的に動かした。各腰椎棘突起に対し 1 回以上の他動運動を行った。特に動きの少ない箇所には数回同じ操作を繰り返した。

2．検定

①リーチ距離の変化度を PM-PNF 群、対照群で比較。② PM-PNF 群における治療前後での骨盤可動域を比較した。①②については一元配置分散分析を使用した。③骨盤の可動域とリーチ距離の相関関係については Pearson の相関係数を使用した。それぞれ危険率 5 % 未満を有意差とした。

結果

1）リーチ距離の変化度について

PM-PNF 群 2.8 ± 2.7cm、 対照群 0.02 ± 0.79cm と有意差を認めた（$p < 0.01$）（図 3）。

2）骨盤の可動域改善について

前方挙上は治療前 4.8 ± 1.1cm、治療後 6.7 ± 1.4cm と有意差を認めた（$p < 0.01$）。

後方下制は治療前 4.3 ± 1.3cm、治療後 4.9 ± 1.0 cm と有意差を認めた（$p < 0.01$）（図 4）。

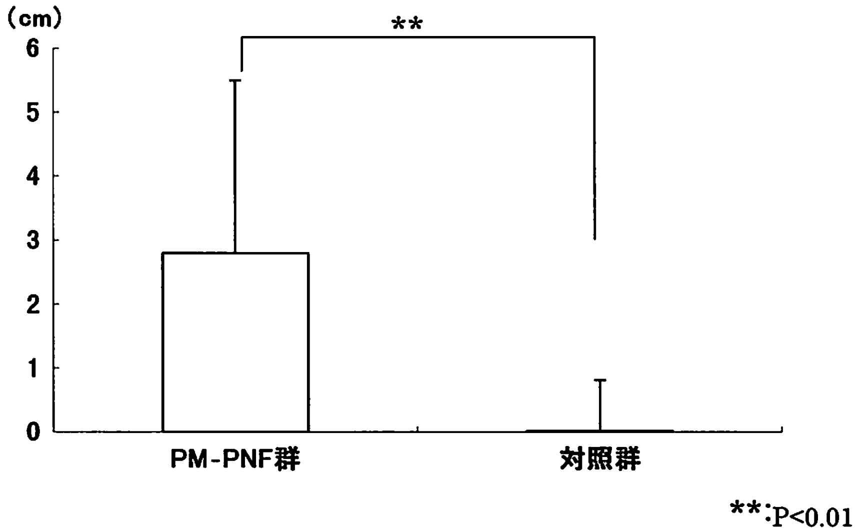


図 3　リーチ距離の変化度

（PM-PNF 群変化度）＝（治療後リーチ距離）－（治療前リーチ距離）
（対照群変化度）＝（休息後リーチ距離）－（休息前リーチ距離）

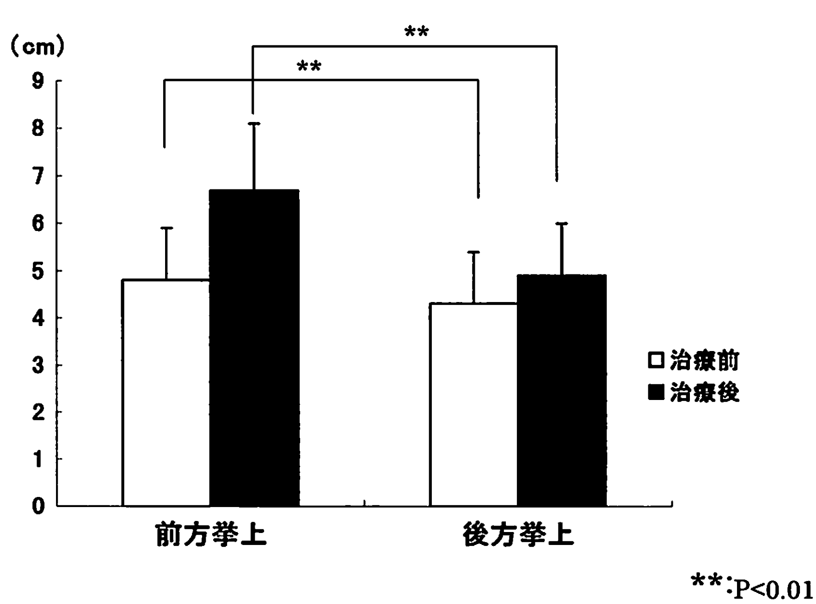


図 4　前方挙上・後方挙上の可動域

3）リーチ距離と骨盤の可動域の相関関係について

左リーチと右骨盤挙上（r = 0.459 p < 0.05）、左リーチと左骨盤下制（r = 0.550 p < 0.05）（図 4）

右リーチと右骨盤下制（r = 0.646 p < 0.01）、右リーチと左骨盤挙上（r = 0.505 p < 0.05）と有意な相関関係が認められた（図 5）。

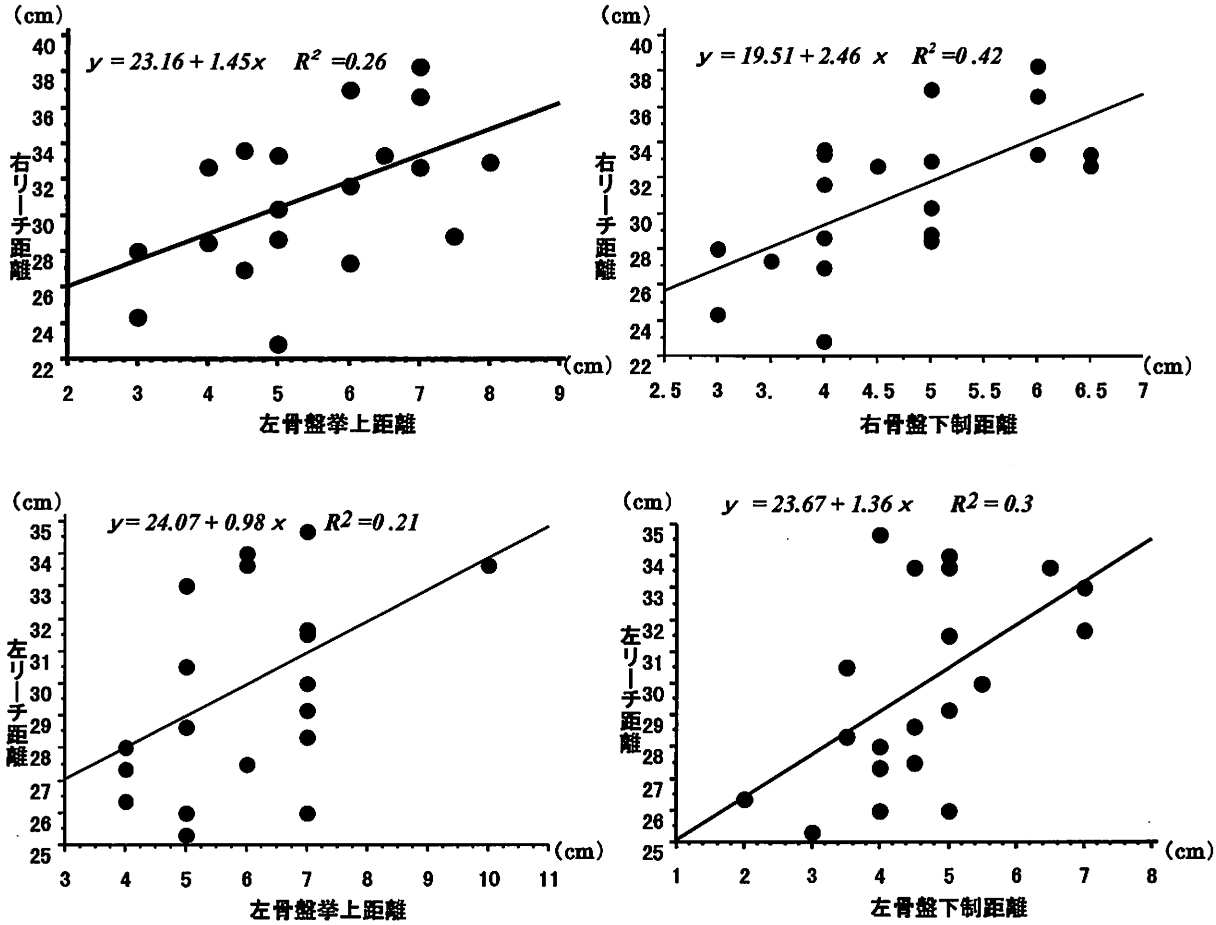


図 5　リーチ距離と骨盤可動域との回帰グラフ

考察

PNF のリラクセーションテクニックとして、ホールドリラックスとコントラクトリラックスがある[9]。これらの手技は PNF パターンを用いてリラクセーションさせたい筋（拮抗筋）を痛みのない位置まで伸張させて 2 ～ 3 秒程静止性収縮を行わせた後弛緩が得られる手技でありゴルジ腱器官の刺激による抑制が得られるとされている[12]。また新井らにより開発された PNF モビライゼーション[11]は関節圧縮を加えながら抵抗運動による静止性収縮の促通後に目的とする筋が関与する関節の他動運動の改善と自動運動の拡大を得ることができるとされているが、いずれも筋活動を伴う手技である。今回、筋活動を促通することなく、後方下制の拮抗筋の一つである腰方形筋の筋走行を考慮し、腰椎の各棘突起を固定しながら PNF パターンである骨盤の後方下制方向と前方挙上方向の他動運動（PM-PNF）のみを行い検証した結果、PM-PNF 群の前後における骨盤の可動性に有意な改善が認められた。また、骨盤の可動域とリー

チとの相関関係が認められ、自動運動であるリーチ距離に有意な増大を認めた。

側方リーチ動作には体幹の立ち直りが必要であり、脊椎の側屈とそれに伴う回旋の可動性が要求される[13]。今回のアプローチによりリーチ距離が増大した理由として、骨盤の非リーチ側の後方下制、リーチ側の骨盤の前方挙上の自動運動が改善された可能性が示唆された。また、腰椎の可動性が増大した可能性も考えられるが、腰椎については体幹の回旋の可動域は少ないことより、上位の胸椎の回旋が増大しリーチ距離の増大に繋がった可能性も考えられる。

他動運動後に直接アプローチした骨盤の自動運動と遠隔部位である胸椎の自動運動が改善された可能性により、中枢の興奮作用が働いた可能性がある[11]。しかし、今回の検証では、どの部位の自動運動が増加したかということと、その原因も明らかにできないため、今後の検証課題としていきたい。

引用文献

1) 岡野文男：脳卒中片麻痺患者の体幹側方移動能力とＡＤＬの関連．理学療法学．13．22．1986．

2) 阿部千恵，吉原真紀，真鍋祐子，他：脳卒中片麻痺患者における体幹運動機能と側方重心移動動作時の圧中心点変化との関係．理学療法学．31（2）．130－134.2004．

3) 渡擾裕文，蔦谷星子，大沼俊博，他：座位での側方移動距離が腰背筋と大殿筋に及ぼす影響．理学療法学．29．49．2002．

4) 細田多穂，柳澤健：理学療法ハンドブック．283，497．改定第２版．協同医書出版社 1986．11．

5) 奈良　勲，濱出茂治，他：Pelvic Board による片麻痺患者の骨盤うんどうに関する研究．理学療法学．13（１）．11-15．1986．

6) 中村隆一：中枢神経疾患の理学療法．医歯薬出版．1981．

7) 原田直樹，津本真美，真島京子，他：骨盤の前後傾の可動性に関する検討．理学療法学．28．226．2001．

8) 田中則子，小柳磨毅，樋口由美，他：高齢者の座位側方重心移動時の体幹・下肢の運動特性．理学療法学．28．177．2001．

9) 柳澤健，乾公美：ＰＮＦマニュアル．69．南江堂．2001

10) 豊田愼一，下野俊哉，古川公宣，他：上肢最大到達時の脊柱と骨盤の三次元動作解析．理学療法学．26．43．1999.

11) 新井光男，柳澤健：痛みに対する PNF モビライゼーション．理学療法．23（1）195-199.2006．

12) 新井光男，清水一：肩・肘関節の肢位と負荷量の違いによる手関節自動関節運動改善の即時効果の比較検討．広島大学保健学ジャーナル 4（1）27-34.2004

13) I.A.Kapandji 著、萩島秀男監訳：カパンディ関節の生理学Ⅲ体幹・脊柱，医歯薬出版株式会社，1992.

ホールドリラックスおよび骨盤後方下制に対する抵抗運動が高齢者膝関節伸展可動域におよぼす影響

Effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the knee joints in geriatric patients

清水　千穂[1] Chiho Shimizu
新井　光男[2] Mitsuo Arai
黒田　剛一[1] Gouichi Kuroda
石橋　律子[1] Ritsuko Ishibashi
石川　泰三[3] Taizo Ishikawa
柳澤　健[4] Ken Yanagisawa

要旨：固有受容性神経筋促通法（PNF）手技が膝関節可動域制限改善におよぼす即時的効果を検証した。膝関節伸展制限を有する整形外科疾患患者 10 名（高齢者）に対して、PNF 手技のひとつであるホールドリラックス（HR）と骨盤後方下制の中間域での静止性収縮（SCPD）および対照群として直接持続伸張（SS）をランダムに行った。膝関節伸展の自動関節可動域（AROM）、他動関節可動域（PROM）を操作前後で測定し、それぞれの改善率を求めた。改善率を指とした繰り返しのない二元配置分散分析の結果、SS 手技と比較して HR 手技と SCPD 手技が AROM、PROM とも有意な改善を示した（p<0.01）。しかし、HR 手技と SCPD 手技では有意差を認めなかった。SCPD 手技は、HR 手技と同様に、高齢の整形外科疾患患者の膝関節可動域制限の改善に即時的な効果が認められた。

キーワード：PNF、骨盤後方下制、ホールドリラックス、関節可動域

Abstract：The purpose of this study was to determine the immediate effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) on the improvement in range of motion (ROM) of the knee in patients with orthopedic knee joint disabilities. The exercises included a resistive sustained contraction of the PNF pattern of posterior depression (SCPD), hold relax (HR) and sustained stretching (SS) techniques. Ten subjects with orthopedic knee joint disabilities received 3 random sessions of each exercise. The active and passive ROM of the knee joint was evaluated before and immediately after each exercise in the supine position to calculate the improvement rate in active and passive ROM as parameters of the effects of each technique.

The results of a two-way ANOVA showed significant differences between the exercises in improving active and passive ROM (p<0.01). Tukey's post hoc revealed that the SCPD and HR techniques showed significant improvements in the active and passive ROM as compared with the SS technique (p<0.01). Significant differences in the improvement of ROM between the SCPD and HR techniques could not be found. The remote facilitating effects on the knee joint by the SCPD technique may be an effective indirect approach, and may be as effective as the HR technique, for therapy in patients with orthopedic knee joint disabilities.

Key Words：PNF, Sustained Contraction of Posterior Depression (SCPD), Hold Relax, Range of Motion

1）土谷総合病院
Department of Physical Therapy, Tsuchiya General Hospital
2）広島逓信病院　理学療法室
Department of Physical Therapy, Hiroshima Posts and Telecommunications Hospital
3）太田川病院
Department of Physical Therapy, Ohtagawa Hospital
4）首都大学東京
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

ホールドリラックスおよび骨盤後方下制に対する抵抗運動が高齢者膝関節伸展可動域におよぼす影響

Effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the knee joints in geriatric patients

はじめに

関節可動域は日常生活活動能力に影響を与える重要な因子である。バランス能力、筋力等にも深く関与しており、関節可動域の改善はより安定した効率のよい動作を生むために重要である[1]。

関節可動域制限に対するPNFアプローチとして、直接的アプローチと間接的アプローチがある。直接的アプローチは、可動域制限のある関節に直接アプローチする方法である。間接的アプローチは、可動域制限のある関節ではなく、遠隔部位の筋群の静止性収縮により可動域改善を得る方法である[2]。本研究では、直接的アプローチとしてホールドリラックス（Hold Relax; HR）手技、間接的アプローチとして骨盤後方下制の中間域での静止性収縮（Sustained Contraction of Posterior Depression; SCPD）手技を選択し、効果の比較検証を行った。

直接的アプローチとしてのホールドリラックス手技は、弛緩させたい筋を伸張した肢位で静止性収縮させ、その後弛緩させる方法である[3]。健常者を対象にしたTanigawa[4]、武富[5]の報告、脊椎疾患患者を対象にした和気[6]の報告からも、ROM制限に対して持続伸張（Sustained Stretch; SS）手技と比較したHR手技の有効性が示されている。

間接的アプローチとしてのSCPD手技は、PNFパターンの骨盤後方下制の中間域でセラピストの抵抗に抗して静止性収縮をさせ、その後弛緩させる方法である[2]。先行研究で、SCPD手技による肘関節、肩関節、下肢伸展挙上角度に対する可動域改善が報告されており、遠隔部位の抵抗運動を行うことによる関節可動域改善の効果が認められている[7~13]。

以上のように、SS手技に比較したHR手技、SCPD手技の可動域制限に対する有効性の報告はなされている。しかし、患者を対象にしたHR（直接的アプローチ）手技とSCPD（間接的アプローチ）手技の膝関節伸展可動域制限に対する効果の比較は明らかでない。また、高齢患者を対象にしたSCPD手技による膝関節可動域改善に対する報告はなされていない。

本研究の目的は、膝関節伸展可動域制限を有する高齢患者に対するHR手技（直接的アプローチ）とSCPD手技（間接的アプローチ）の即時的効果を比較し、SCPD手技の高齢患者に対する膝関節可動域改善の有効性について検証することである。

対象

中枢神経障害をもたず、認知症のない当院関連施設入院患者女性10名を研究対象とした。平均年齢±標準偏差（範囲）は78.3±8.5（65-87）歳であった。対象疾患の種類は、変形性膝関節症6名、腰椎圧迫骨折2名、脛骨近位部骨折1名、脛骨高原骨折1名であった。対象者には研究の主旨を説明し同意を得た。

方法

背臥位にて安静時および各操作後の膝関節伸展のAROM，PROMを東大式角度計を用いて測定した。測定は、日本リハビリテーション医学会および日本整形外科学会が定めた関節可動域測定法にもとづいて行った。操作は同一セラピストが行い、1名のセラピストが角度計をあて、他のセラピストが目盛りを読んだ。一人の対象者に対して3つの操作（SS手技，HR手技，SCPD手技）を行った。各操作は乱数表を用いてランダムに実施した。骨折側またはより可動域制限の強い側を患側とし、患側に対して各操作を実施した。

SS手技は、背臥位反対側下肢伸展位で、患側膝関節を伸展方向に痛みが生じない程度に直接10秒間他動的に持続伸張し、10秒間弛緩させた。これを1セットとし、5セット行った（図1-a）。

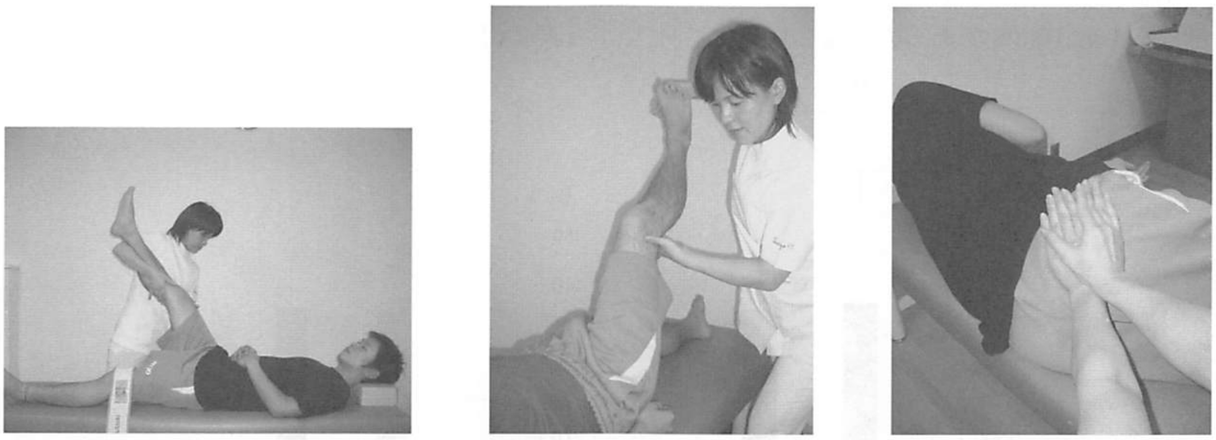
HR手技は、背臥位反対側下肢伸展位で、患側下肢ハムストリングスを伸張した肢位で

PNFパターンである下肢伸展 - 外転 - 内旋位方向にセラピストの抵抗に抗して10秒間静止性収縮をさせ、10秒間弛緩させた。これを1セットとし、5セット行った（図1-b)。

SCPD手技は、患側を上にした側臥位で、骨盤後方下制のパターンの中間域で10秒間静止性収縮をさせ、10秒間弛緩させた。これを1セットとし、5セット行った（図1-c)。

得られたデータは次式を用いて改善率を求めた。

$$\text{改善率} = \frac{(\text{刺激前のROM} - \text{刺激後のROM})}{\text{刺激前のROM}} \times 100$$



(a) SS手技
患側膝関節を伸展方向に
他動的に持続伸張

(b) HR手技
ハムストリングスへの
ホールドリラックス

(c) SCPD手技
骨盤後方下制のパターンの
中間域での静止性収縮

図1　各操作の肢位

統計処理

算出された改善率について、個人と手技を要因とした繰り返しのない二元配置分散分析を行った。また、各手技間の改善率についてTukey-Kramerの多重比較検定を行った。有意水準は1%とした。

結果

各操作前後の膝関節伸展AROMおよびPROMの値を示す（表1)。

表1　各操作前後の膝関節伸展可動域

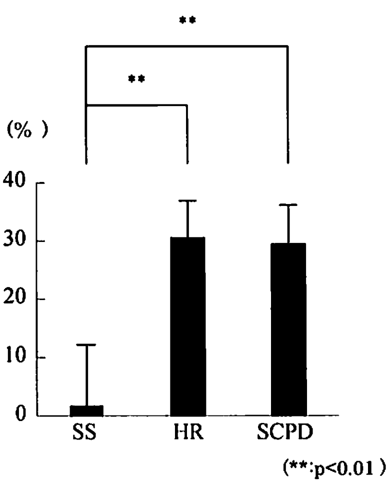
	SS手技				HR手技				SCPD手技			
	AROM		PROM		AROM		PROM		AROM		PROM	
	操作前	操作後	操作前	操作後	操作前	操作後	操作前	操作後	操作前	操作後	操作前	操作後
A	-23	-22	-22	-20	-25	-16	-21	-13	-25	-18	-25	-18
B	-27	-27	-24	-22	-27	-17	-24	-15	-28	-18	-26	-17
C	-16	-14	-14	-10	-25	-20	-24	-18	-22	-15	-20	-13
D	-20	-23	-19	-20	-23	-16	-22	-16	-18	-15	-16	-13
E	-15	-16	-14	-15	-17	-10	-15	-8	-20	-15	-15	-8
F	-13	-10	-11	-9	-12	-8	-10	-5	-12	-8	-11	-5
G	-20	-20	-14	-13	-22	-16	-16	-13	-20	-15	-13	-10
H	-24	-24	-23	-22	-25	-17	-23	-14	-24	-15	-23	-14
I	-17	-17	-23	-22	-17	-13	-15	-10	-17	-12	-14	-9
J	-25	-25	-16	-15	-23	-17	-21	-14	-25	-17	-23	-15

（単位　°）

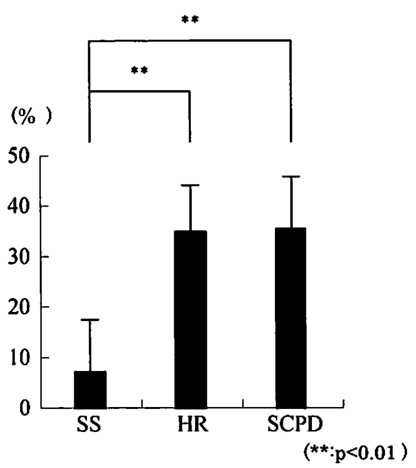
HR 手技後平均 AROM 改善率±標準誤差は 30.7 ± 6.5%、SCPD 手技後平均 AROM 改善率±標準誤差は、29.4 ± 6.1%、SS 手技後平均 AROM 改善率±標準誤差は 1.8 ± 10.2% であった（図 2-a）。

HR 手技後 PROM 改善率±標準誤差は 34.9 ± 9.6%、SCPD 手技後 PROM 改善率は 35.0 ± 10.5%、SS 手技後 PROM 改善率±標準誤差は 7.4 ± 10.3% であった（図 2-b）。

個人と手技を要因とした繰り返しのない二元配置分散分析により検定した結果、AROM 改善率，PROM 改善率とも手技間に危険率 1% で有意差を認めた（表 2-a, b）。Tukey-Kramer の多重比較検定を行った結果、SS 手技と HR 手技，SS 手技と SCPD 手技間に危険率 1% で有意な改善を認めた。HR 手技と SCPD 手技間では有意差は認められなかった（表 2-c）。



(a) 膝関節伸展 AROM 改善率



(b) 膝関節伸展 PROM 改善率

図 2　膝関節伸展角度改善率

SS：直接持続伸張　HR：ホールドリラックス　SCPD：骨盤後方下制の中間域での静止性収縮

表 2-a　個人と手技を要因とした繰り返しのない二元配置分散分析（AROM）

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値
個人間	693.11	9	77.01	1.43	0.25
手技間	5324.35	2	2662.17	49.26	0.00**
誤差変動	972.69	18	54.04		
全変動	6990.14	29			

(**:p<0.01)

表 2-b　個人と手技を要因とした繰り返しのない二元配置分散分析（PROM）

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値
個人間	1491.31	9	165.70	2.32	0.06
手技間	5071.91	2	2535.96	35.58	0.00**
誤差変動	1283.12	18	71.28		
全変動	7846.35	29			

(**:p<0.01)

表 2-c　多重比較表

	HR	SCPD
SS	p<0.01	p<0.01
HR		NS
SCPD	NS	

NS: Not Significant

考察

本研究の結果より、AROM、PROMともSS手技と比較し、HR手技とSCPD手技が膝関節可動域の即時的改善に効果的であることが判明した。しかし、HR手技とSCPD手技間では有意差を認めなかった。整形外科疾患を有する高齢患者において、膝関節伸展のAROMおよびPROMの即時的改善には膝関節伸展の拮抗筋であるハムストリングスに直接アプローチするHR手技でも、遠隔操作であるSCPD手技でも同程度の効果があることが示唆された。両手技の相違は、SCPD手技が遠隔操作である点である。HR手技によりハムストリングスの弛緩が得られたと考えられるが、遠隔操作であるSCPD手技によっても同程度ハムストリングスの弛緩が得られたと考えられる。また、SCPD手技により、整形外科疾患を有する高齢患者の膝関節可動域改善の即時的効果がみられた。疾患や患者の痛み等の状態に応じて直接的アプローチ、間接的アプローチの選択が可能であり、これは、高齢患者においても有効であることが示唆された。

HR手技は、膝関節伸展の拮抗筋であるハムストリングスを伸張した肢位で静止性収縮させ、その後弛緩させる方法である[3]。HR手技では拮抗筋の静止性収縮後に運動ニューロンの興奮性が抑制されることがヒラメ筋H反射の抑制によって確認されている[14]。HR手技によるPROM関節可動域の即時的改善には、ゴルジ腱器官によるⅠb抑制の原理が推定されている[15]。AROMの改善が得られた機序は不明であるが、静止性収縮後にハムストリングスの抑制と同時に主動筋の運動単位の動員が増加した可能性が示唆された。

遠隔操作であるSCPD手技により、上肢関節可動域の改善、下肢伸展挙上角度の改善が報告されている[7~13]。今回のSCPD手技による可動域改善のメカニズムは不明であるが、過去の報告から[7~13]、骨盤の後方下制への静止性収縮により、下肢筋群に発散が生じ、その後、リラクセーションさせることにより拮抗筋であるハムストリングスの弛緩が得られた可能性が推定できる。また、もう一つの可能性として、新井はSCPD手技とSCAE手技（骨盤の前方挙上への抵抗運動による静止性収縮）の橈側手根屈筋H波振幅値に及ぼす影響を重複測定分散分析により比較した結果、SCPD手技は運動時橈側手根屈筋への抑制作用が強く、その後促通効果が大きいことを報告した[16]。この報告から、今回のSCPD手技による膝関節PROM、AROMの可動域改善は、運動時の中枢への抑制作用後の促通効果の関与が推定される。遠隔部位である骨盤へのアプローチにより可動域改善が生じた機序として、下行性脊髄固有反射と中枢パターン発動（CPG）の関与が推察されている[17,18]。

本研究の対象者は整形外科疾患を有する高齢患者（平均年齢78.3歳）であった。SCPD手技による脳卒中片麻痺患者に対する肩関節、肘関節可動域改善の報告、脊椎圧迫骨折を有する患者に対する下肢伸展挙上角度改善の報告がある[7~13]。高齢患者において膝関節可動域改善にもSCPD手技の有効性を支持する結果となった。

引用文献

1） 両角昌実：関節可動域の改善.（柳澤健編）運動療法学. 金原出版. 2006.
2） 新井光男，柳澤健：痛みに対するPNFモビライゼーション. 理学療法. 2006.
3） 柳澤健，乾公美：PNFマニュアル. 南江堂. 2001.
4） Tanigawa MC.：Comparison of the hold-relax procedure and passive mobilization on increasing muscle length. Phys Ther.52：725-735.1972.
5） 武富由雄、村木敏明：健常者における肩関節内旋筋に対するHOLD - RELAX手技

による外旋可動域拡大の効果．理学療法学，19：457 － 460，1992.
6) 和気英樹，柳澤健他：ホールドリラックス手技と徒手持続伸張手技による膝関節可動域改善の比較，理学療法学，21 (4). 1994.
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) 名井幸恵，新井光男，上広晃子 他：脳卒中後片麻痺患者の骨盤の後方下制が患側上肢に及ぼす即時的効果．PNF リサーチ，2 (1)：27 - 31，2002.
9) 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制限に及ぼす影響，PNF リサーチ，4 (1)：19 － 23，2004.
10) 上広晃子，新井光男，清水一 他：脳卒中後片麻痺患者の骨盤の抵抗運動パターンの相違が患側肩関節可動域に及ぼす効果，PNF リサーチ，4 (1)：24 － 27. 2004.
11) 名井幸恵，村上恒二，新井光男 他：脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動が肘関節可動域改善に及ぼす遠隔反応の即時的効果，PNF リサーチ，5 (1)：38 - 42．2005.
12) 名井幸恵，新井光男，上広晃子 他：脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動が肘関節可動域改善に及ぼす即時的効果，PNF リサーチ，6 (1)：20 - 24．2006.
13) 錦織卓実，新井光男，田原知佳 他：脊椎圧迫骨折のある患者に対する骨盤の抵抗運動と臀部挙上運動が下肢伸展挙上可動域に及ぼす影響，PNF リサーチ，6 (1)：30 － 34.2006.
14) Condon SM,Hutton RS. (1987) Soleus muscle electromyographic activity and ankle dorsiflexion range of motion during four stretching procedures. Phys Ther. 67. 24-30. 1987
15) 新井光男，柳澤健：スポーツとファシリテーション - PNF とスポーツ，理学療法ジャーナル，36 (8)．2002.
16) 新井光男・他：骨盤への抵抗運動が橈側手根屈筋 H 波に及ぼす影響．第 6 回日本 PNF 学会，13, 2005.
17) Delwaide,P.J.,Toulouse,P. (1980) Jendrassik maneuver vs controlled contractions conditioning the excitability of soleus monosynaptic reflexes, Arch Phys Med Rehabil, 61; 505-510.
18) 新井光男，柳澤健：痛みに対する PNF モビライゼーション，理学療法，23 (1). 2006.

日 本 P N F 学 会 会 誌 投 稿 規 定

投 稿 要 綱

1. 本誌への投稿資格は本学会会員とする。ただし、原稿依頼に関してはこの限りではない。
2. 研究や調査の際に、倫理上人権上の配慮がなされていること。
3. 原稿は未発表のものに限る。(投稿中の原稿も対象外とする)。
4. 原稿は次のカテゴリーのいずれかに分類する。
   - ・総説、研究や調査論文の総括および解説
   - ・原著:未発表のオリジナルな研究論文
   - ・研究と報告:明確な構想に基づき、研究調査結果をまとめたもの(事例報告等も含まれる)
   - ・その他
5. 投稿原稿の採否は、査読後に本学会の編集委員会において決定する。
6. 審査の結果は投稿者に通知する。
7. 原稿の分量および形式は以下の通りとする。
   1) 和文原稿はパソコン(テキストファイル形式保存)を用い、A4版横書き、縦40行/横40字の1,600字分を1枚とし、引用文献、図表、写真等を含み、本文の合計が7枚(11,200字相当)以内とする。1,600字用紙で3枚程度の短報も可能。
   2) 英文原稿の場合は、ダブルスペースでパソコン(テキストファイル形式保存)を用いて、引用文献、図表、写真等を含み、A4版横書き15枚以内とする。
   3) 図表、写真等は、それぞれ1枚につき400字分と換算し、合計5枚以内とする。図は製版できるよう作成し、保存して添付のこと。写真は白黒を原則とし、カラー写真印刷の場合は実費負担とする(デジカメ使用でフロッピー等保存が望ましい)。
8. 原稿の執筆は次の号に従うものとする。
   1) 原稿の表紙に、表題(和文/英文)、著者名(日本字/ローマ字)、所属機関名(日本語/英表記)、希望する原稿のカテゴリー(総説/原著/報告/短報/その他)を明記する。原稿本文には、和文の要旨(400字以内)と、キーワード(5語以内)、本文、引用文献、英語要旨(300語以内のAbstractを必ず添付)、Keywords(5語以内)の順に記載し、通し番号を付け、図表および写真を添付する。
   2) 図表および写真は1枚ずつ別紙とし、それぞれの裏に通し番号と著者名を記入する。図表および写真の表題や説明は、別紙1枚に番号順に記入する、また原稿中の図表および写真の挿入箇所については、欄外に朱書きする。
   3) 年号は原則として西暦を使用し、外国語、外国人名、地名等は原語もしくはカタカナ(最初は原綴りを併記のこと)で書く。略語は本文中の最初に出たところで正式名称を入れる。
   4) 引用文献の記載方法

   ①本文中の該当箇所の右肩に、順に1),2).の通し番号を付し、文末に番号順に掲げる。

   ②雑誌の場合

   著者名.題名.雑誌名.巻(号).引用ページ.発行年.の順に記載する。

   ③単行本の場合

   著者名.題名.監修ないし編集者.書名.版数.引用ページ.発行社名.発行地.西暦発行年.の順に記載する。

   ④著者名が4名以上の場合、3名連記の上、○○○他、または○○○ et al.とする。
9. 原稿はパソコン(テキストファイル形式保存)で作成し、正原稿1部とそのコピー1部、所属および著者名を削除した副原稿1部、合計3部を提出する。また3.5インチフロッピーディスク、MO, CD-ROM(氏名、ファイル名、使用ソフト名等を明記)と、所定の投稿票と投稿承諾書を添付する。
10. 修正後の原稿提出の際には、修正原稿1部とそのコピー1部、修正副原稿(所属、著者名を削除)1部、修正後の3.5インチフロッピーディスク、MO, CD-ROM(氏名、ファイル名、使用ソフト名を明記)、査読済みの元原稿(コピー)1部を添えて提出する。
11. 著者校正は1回とする。またページ数の変更に及ぶような大幅な変更は認めない。
12. 採択した原稿およびフロッピー等は原則として返却しない。
13. 原稿の送付先:日本PNF学会学術誌編集委員長

    〒180-8668 東京都国立市富士見台4-30-1 東京女子体育大学 TEL 090-2555-7435

    覚張 秀樹 宛(アドレス gaku3@twcpe.ac.jp)
14. 本誌に掲載された論文の著作権は「日本PNF学会」に帰属する。

以上

●編集後記●

「EBMに基づいたPhysical TherapyとしてのPNF」を実践していくために、その裏づけとなる研究論文が原著10編、研究と報告4編の労作が寄せられました。

「臨床に応用できる実践的な講習会の開催」と併せて日本PNF学会の活動目的のもう一つの柱である「研究成果の蓄積」によってPNFがますます発展を見せてきています。

PNFの「客観性」と「再現性」をより高いレベルに引き上げるためにも、日々の臨床あるいは教育の中で積極的にPNFの研究活動に取り組み、それを何らかの形にして世の中に問うてください。まずは「最初の一歩を」踏み出しましょう。

お問い合わせはいつでも事務局ないし学術局へどうぞ。

(H.G)

日本PNF学会（PNFSJ）
第7巻　第1号
2007年3月25日発行

編集・発行　日本PNF学会
〒730-0805　広島市中区十日市2丁目1番25-1001号
TEL　090−7970−6661
Mail　jpnfa@k4.dion.ne.jp
URL　http://www.jpnfa.com