

# PNF リサーチ

— PNF Research —

## 日本 PNF 学会会誌

Vol.9 No.1 2009

### 目次

□原著

- |  |          |       |
|--|----------|-------|
| 肩関節周囲炎患者の骨盤に対する2種類の抵抗運動が<br>肩関節自動可動域改善に及ぼす影響                         | 田中 良美, 他 | …… 1  |
| Scoutingに対するPNFアプローチが股関節周囲筋力に与える即時効果                                 | 伊藤 貴史, 他 | …… 7  |
| 座位における肩甲帯・骨盤帯からのPNFアプローチの体幹筋活動への影響                                   | 安彦 陽子, 他 | …… 14 |
| 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                                   | 上広 晃子, 他 | …… 19 |
| ホールド・リラックス手技と下部体幹に対する静止性収縮 (SCPD) 手技における<br>施行時間の差がハムストリングス伸張度に及ぼす効果 | 白谷 智子, 他 | …… 26 |
| 整形外科疾患における肩関節周囲筋群の抵抗運動が一側下肢の<br>股関節屈曲自動関節可動域に及ぼす影響                   | 西浦 健蔵, 他 | …… 32 |
| PNFを応用した股関節複合面運動とSLRを用いた一面運動が<br>股関節周囲筋力に与える影響                       | 廣島 玲子, 他 | …… 37 |

□研究と報告

- |   |          |       |
|---|----------|-------|
| 関節圧縮時間の違いが片脚立位重心動揺に及ぼす影響                  | 竹内 絵美, 他 | …… 47 |
| PNFが荷重量の再現性に与える影響について                     | 高芝 潤, 他  | …… 51 |
| PNFの要素を取り入れたセルフストレッチの効果の検討                | 森谷 伸樹, 他 | …… 57 |
| 骨盤の他動運動が座位側方移動時の前額面アライメント変化に<br>及ぼす影響について | 吉村 恵三, 他 | …… 61 |

□ケーススタディ

- |                    |       |       |
|--------------------|-------|-------|
| 障害者ボート選手に対するPNFの応用 | 鳥居 昭久 | …… 66 |
|--------------------|-------|-------|

□報告

- |                               |       |       |
|-------------------------------|-------|-------|
| ヨルダン王国高等教育における神経筋促通手技(PNF法)指導 | 秋山 純和 | …… 71 |
|-------------------------------|-------|-------|

肩関節周囲炎患者の骨盤に対する 2 種類の抵抗運動が  
肩関節自動可動域改善に及ぼす影響

The differences in the immediate effects of the different resistive pelvic exercises on  
the improvement in the range of motion of the shoulder joint in scapulohumeral periarthritis

田中 良美 <sup>1)</sup>	清水 千穂 <sup>1)</sup>
Yoshimi Tanaka	Chiho Shimizu
新井 光男 <sup>2)</sup>	清水ミシェル・アイズマン <sup>3)</sup>
Mitsuo Arai	Michele Eisemann Shimizu

**要旨：**固有受容性神経筋促通法 (PNF) が肩関節自動可動域 (AROM) の改善に及ぼす即時的効果を検証した。肩関節可動域制限を有する肩関節周囲炎患者 14 名を、無作為に骨盤後方下制の中間域での静止性収縮 (SCPD 手技)、座位での健側骨盤前方挙上の短縮域での静止性収縮 (AE 運動)、対照群として持続伸張 (SS 手技) の 3 つの手技群に分類し、それぞれの手技を実施した。肩関節屈曲、外旋、内旋の自動可動域を実施前後に測定し、それぞれの自動可動域の変化量を求めた。自動可動域変化量を指標とし一元配置分散分析を行った結果、SCPD 手技は SS 手技と比較し、外旋および内旋可動域で有意な増大を認め、AE 運動は SS 手技と比較し、内旋可動域で有意な増大を認めた ( $p < 0.05$ )。しかし、SCPD 手技と AE 運動間には有意差が認められなかった。SCPD 手技と AE 運動は肩関節周囲炎患者の肩関節回旋の AROM 改善の間接的アプローチ法として有効である可能性が示唆された。

**キーワード：**PNF、間接的アプローチ、骨盤後方下制、骨盤前方挙上、関節可動域

**Abstract :** The purpose of this study was to determine the differences in the immediate effects of the different resistive exercises on the improvement in the range of motion (ROM) of the shoulder joint in patients with scapulohumeral periarthritis. The exercises included a resistive sustained contraction using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) pattern for pelvic posterior depression (SCPD) and for pelvic anterior elevation in the sitting position (AE) and a sustained stretching exercise (SS). Fourteen subjects with scapulohumeral periarthritis were randomly assigned to the SCPD group, AE group or SS group. Active shoulder ROM (flexion, external rotation, and internal rotation) in the supine position was measured before and immediately after each exercise as the parameter of the effect of each technique.

The results of a one-way ANOVA showed significant differences between the exercises in improving active ROM. Scheffé's post hoc revealed that SCPD showed significant improvements in the active external and internal rotation angle, and AE showed significant improvements in the active internal rotation angle, as compared with SS ( $p < 0.05$ ). Significant differences in the improvement of ROM between the SCPD and AE could not be found. The remote facilitating effects on the shoulder joint by SCPD may be an effective indirect approach to improve active ROM of shoulder external and internal rotation, and AE may be as effective as SCPD for therapy in patients with scapulohumeral periarthritis.

**Key Words :** PNF, Indirect Approach, Sustained Contraction of Posterior Depression (SCPD), Sustained Contraction of Anterior Elevation (AE), Range of Motion (ROM)

- 
- 1) 広島通信病院 理学療法室  
Department of Physical Therapy, Hiroshima Posts and Telecommunications Hospital
  - 2) つくば国際大学  
Department of Physical Therapy, Tsukuba International University
  - 3) 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 (Range of Motion; ROM) 改善の方法には、直接的アプローチと間接的アプローチがある<sup>1,2)</sup>。直接的アプローチは関節可動域制限のある関節に直接アプローチする方法であり、固有受容性神経筋促通法 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF) の直接的アプローチとしては、ホールド・リラックス手技やコントラクト・リラックス手技がある<sup>3)</sup>。間接的アプローチは、遠隔部位の筋群の静止性収縮により可動域の改善を得る方法である。PNFにおける間接的アプローチの効果について、新井らは、骨盤周囲筋群の静止性収縮を促通するように抵抗運動を行う、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) の効果を、整形外科疾患患者を対象に、肩関節および肘関節の屈曲角度を指標として最初に報告している<sup>4)</sup>。

SCPD 手技を用いた上肢関節可動域制限に対する、間接的アプローチの有効性についての報告は数多く見られる。脳卒中後片麻痺患者を対象とした名井らの報告では、患側肩関節屈曲角度または肘関節伸展角度が SCPD 手技で有意に改善したとしている<sup>5-7)</sup>。また、上広らは、脳卒中後片麻痺患者において、SCPD 手技と骨盤の前方挙上の中間域での静止性収縮が、自動および他動 ROM に及ぼす有効性について、肩関節屈曲角度を用いて報告している<sup>8)</sup>。平下らも、脳卒中後片麻痺患者の肩関節自動屈曲角度増大について、肩甲骨の後方挙上の静止性収縮、直接持続伸張、

SCPD 手技の3手技間で比較し、SCPD 手技の有効性を報告している<sup>9)</sup>。

このように、これまでに行われた上肢の関節可動域制限に対する SCPD 手技の効果の報告は、障害関節の自動および他動屈曲伸展可動域を指標としたものが大部分であり、回旋 ROM を指標とした報告は見当たらない。

また、SCPD 手技と患側骨盤の運動が類似した、座位での健側骨盤の前方挙上の短縮域での静止性収縮 (Anterior Elevation; AE 運動) が、ROM 制限に対する間接的アプローチとして有効かどうかについても判然としていない。

本研究の目的は、肩関節 ROM 制限を有する肩関節周囲炎患者に対し、SCPD 手技と AE 運動を行い即時的影響について比較し、SCPD 手技の回旋 ROM 制限に対する有効性と、AE 運動の ROM 制限に対する間接的アプローチとしての有効性を検証することである。

## 対象

中枢神経障害および認知症のない肩関節周囲炎患者、男性7名、女性7名の14名を対象とし、平均年齢±標準偏差(範囲)は64.9±11.8(46-87)歳であった。対象の発症からの平均期間±標準偏差(範囲)は3.4±2.8(1-10)ヶ月であった。

対象には本研究の主旨を説明し同意を得た。

## 方法

対象を無作為に SCPD 手技群、AE 運動群、対照群として持続伸張 (Sustained Stretch; SS 手技) 群の3群に分類した(表1)。

表1 各群の対象

手技群	患側(名)	平均年齢±SD(歳)	平均発症期間±SD(ヶ月)
SCPD手技	右2 左2	56.0±8.0	2.5±1.7
AE運動	右3 左2	64.4±13.6	3.8±2.9
SS手技	右2 左3	72.4±8.4	3.8±3.6

肩関節周囲炎患者の骨盤に対する2種類の抵抗運動が肩関節自動可動域改善に及ぼす影響  
The differences in the immediate effects of the different resistive pelvic exercises on the improvement in the range of motion of the shoulder joint in scapulohumeral periarthritis

### (各手技の実施方法)

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、骨盤後方下制の中間域で10秒間静止性収縮を行わせ、その後10秒間の休息を与えた。これを1セットとし2セット行った(図1-a)。

AE 運動は、足底が床から離れたベッド上の端座位で、セラピストは操作を行わず対象の自動運動により、健側骨盤の前方挙上の短縮域で10秒間の静止性収縮を行わせ、その後10秒間の休息を与えた。これを1セットとし、2セット行った。実施時、健側上肢は座位でのバランスを保持するために、肘関節の高さで前方に設置した台の上に手掌を置かせた。患側上肢は、実施時に手掌を患側大腿前面上に軽く置かせた。健側下肢は大腿を座面から挙上し、その際脊柱の後弯が生じないように、また体幹が患側に傾かないように注意を与えた(図1-b)。

SS 手技はベッド上背臥位とし、胸部をストラップで固定した。実施する順は乱数表を用いてランダムに選択し、疼痛が出現もしくは

は増強しない程度に、屈曲、外旋、内旋のそれぞれの方向に10秒間の直接持続伸張と、10秒間の休息を2セット行なった(図1-c)。

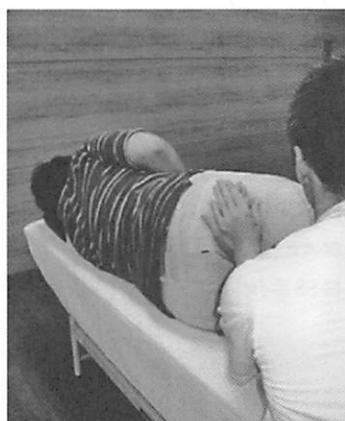
### (各自動 ROM の測定方法)

各手技の実施前後に、背臥位で肩関節の屈曲、外旋、内旋の自動関節可動域(Active Range of Motion: AROM)を東大式角度計を用いて測定した。その際、疼痛の出現もしくは増強が生じないように留意した。外旋および内旋 AROM の測定は、肩関節 90° 外転位で行った。測定は2名の検者で行い、1名が角度計を操作し、1名が目盛りを読み取った。

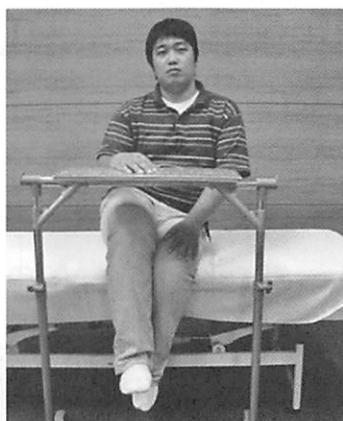
### (データの解析)

各 AROM 測定によって得られた、実施後の値から実施前の値を減じて AROM 変化量を算出した。

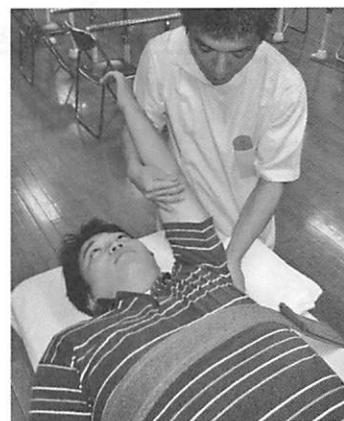
AROM 測定の再現性を検証するために、5名の対象から得られた各 AROM の3回の測定値を基に級内相関係数(Intraclass Correlation Coefficient; ICC)を求めた。



(a) SCPD 手技  
骨盤後方下制の中間域での  
静止性収縮



(b) AE 運動  
座位での骨盤前方挙上の短  
縮域での静止性収縮



(c) SS 手技  
患側肩関節を他動的に屈曲、  
外旋、内旋方向に持続伸張  
(図は屈曲の持続伸張のみを  
示す)

図1 各手技の実施方法

また、SCPD 手技時の刺激の再現性を検証するために、ピンチメータを用いて5名の対象に対し手技実施時に3回の圧力測定を行い、その測定値を基に級内相関係数 (Intraclass Correlation Coefficient ; ICC) を求めた。

各手技の効果の差の検定には、各ROMごとに AROM 変化量を用いて一元配置分散分析を行った。一元配置分散分析によって効果に差が認められた場合、Scheffé の方法を用いて多重比較検定を行った。

なお、統計学的有意水準は5%未満とした。

**結果**

各 AROM 測定の再現性について、それぞれの ICC は、屈曲で 0.86、外旋で 0.99、内旋で 0.96 を示し、いずれも良好な再現性が確認された。また SCPD 手技時の刺激の再現性についても、ICC は 0.85 を示し、良好な再現性が確認された。

各手技群の実施前後の平均 AROM を表 2 に示す。各手技による各 AROM の平均変化量 ± 標準誤差は、SCPD 手技の屈曲で 3.4 ± 3.3°、外旋で 13.8 ± 4.0°、内旋で 6.4 ± 2.7° であった。AE 運動の屈曲で 9.7 ± 3.7°、外旋で 6.8 ± 3.3°、内旋で 10.2 ± 1.9° であった。SS 手技の屈曲で -1.07 ± 2.1°、外旋で -1.1 ± 1.2°、内旋で -3.5 ± 2.2° であった。

各手技の効果の差について、一元配置分散分析の結果、屈曲 AROM においては有意差が認められなかったが、外旋と内旋 AROM において、手技間で有意差が認められた。Scheffé の方法による多重比較検定の結果、外旋 AROM では SCPD 手技と SS 手技間で有意差が認められ、内旋 AROM では SCPD 手技と SS 手技間、および AE 運動と SS 手技間で有意差が認められた (図 2, 表 3)。

表 2 各手技実施前後の平均 AROM 測定値

手技群	屈曲		外旋		内旋	
	実施前	実施後	実施前	実施後	実施前	実施後
SCPD手技	148.6	152.0	36.5	50.3	23.9	34.1
AE運動	132.7	142.4	52.3	59.1	25.9	32.3
SS手技	126.1	125.0	60.2	59.1	30.5	27.0

(単位: °)

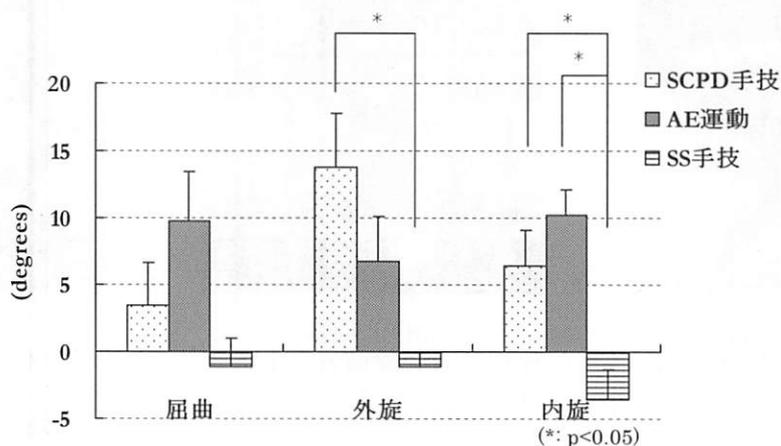


図 2 各手技の AROM 平均変化量 ± 標準誤差

肩関節周囲炎患者の骨盤に対する2種類の抵抗運動が肩関節自動可動域改善に及ぼす影響  
The differences in the immediate effects of the different resistive pelvic exercises on  
the improvement in the range of motion of the shoulder joint in scapulohumeral periarthritis

表3 各手技の AROM 平均変化量による一元配置分散分析表

## (a) 外旋 AROM

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値
手技間	503.06	2	251.53	6.43	0.01*
誤差変動	430.60	11	39.15		
全変動	933.66	13			

(\*:p&lt;0.05)

## (b) 内旋 AROM

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値
手技間	498.67	2	249.34	10.63	0.002*
誤差変動	257.91	11	23.45		
全変動	756.58	13			

(\*:p&lt;0.05)

## 考察

本研究から、SCPD 手技は SS 手技と比較し、肩関節の回旋 AROM の即時的な増大にも有効である可能性が示された。また、AE 運動は SS 手技と比較し、内旋 AROM で有意な増大が認められたが、SCPD 手技との比較では各平均 AROM 変化量に有意差が認められなかったことから、AE 運動は間接的アプローチ法として SCPD 手技と同程度に有効である可能性が示唆された。

両手技による AROM 増大の機序については、本研究からは判然としない。SCPD 手技の効果について、新井は、SCPD 手技が撓側手根屈筋 H 波振幅値に及ぼす影響を検証し、SCPD 手技は運動時、撓側手根屈筋への抑制作用が強く、その後の促通効果が大きいことを報告している<sup>10)</sup>。また清水らは、SCPD 手技が脳卒中後片麻痺患者の麻痺側肘関節の AROM の改善に対する有効性を報告し、SCPD 手技時の中枢への抑制作用による肘関節周囲筋群の抑制と、その後の促通効果が AROM 改善に起因する可能性を推定している<sup>11)</sup>。本研究での SCPD 手技による回旋 AROM の増大もこれらの報告と同様に、SCPD 手技実施時の中枢への抑制作用と、その後の促通効果が自

動 ROM 増大に影響を及ぼした可能性が推察される。また AE 運動における、内旋 AROM の増大も、AE 運動実施時に SCPD 手技と同様に患側骨盤の後方下制運動が生じていることが推測され、SCPD 手技と同様の機序が関与したことが推察された。

SCPD 手技と AE 運動が遠隔部位である肩関節 ROM に影響を及ぼした機序として、SCPD 手技は過去の報告より、脊髓固有反射による髄節を超えた長経路の興奮もしくは抑制が上肢筋群へ影響を及ぼした可能性や、脳幹・小脳が関与すると言われる歩行時の四肢の協調的運動を誘発する中枢パターン発動 (central pattern generators; CPGs) 等が関与した可能性が推定される<sup>8-10, 12)</sup>。CPGs について、体重の荷重によって歩行時の立脚相の下肢伸筋活動が促通され<sup>13)</sup>、また歩行時の上下肢の運動は、頸椎と胸・腰椎の脊髓固有経路での神経系の関連によって制御されていることが報告されている<sup>14)</sup>。今回 AE 運動は抗重力に行われ、その際、坐骨結節および大腿後面にかかる抵抗量は、体重と同等であることが推定され、AE 運動においても SCPD 手技と同様に CPGs が関与した可能性が推察された。しかしながら、詳細は本研究からは判然としない。

肩関節周囲炎患者の骨盤に対する2種類の抵抗運動が肩関節自動可動域改善に及ぼす影響  
 The differences in the immediate effects of the different resistive pelvic exercises on  
 the improvement in the range of motion of the shoulder joint in scapulohumeral periarthritis

また、SCPD 手技と AE 運動間では抵抗量に差異があった。SCPD 手技では 1kg から 3kg の抵抗量であったのに対し、AE 運動は体重と同等の抵抗量であった。しかし SCPD 手技と AE 運動間には AROM 増大の効果に有意差が認められなかったことから、下部体幹の抵抗運動量の差異が、肩関節周囲炎患者の屈曲および回旋 AROM 増大の効果に影響を与えない可能性があるが、今後、抵抗量と効果の差についての検証が必要と考える。また、SCPD 手技と AE 運動では抵抗の方向が異なるため、これらのことを考慮した検証も必要と考える。

## 引用文献

- 1) 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.
- 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, 23 (1) : 195-200, 2006.
- 3) 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.
- 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.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 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) 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: 195-200, 2006.
- 11) 清水幸恵, 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継続的効果. PNF リサーチ, 8 (1) : 7-13, 2008.
- 12) 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髓反射の潜時に及ぼす影響 - ケース・スタディ -. PNF リサーチ, 3 (1) : 52-59, 2003.
- 13) Dietz V, Duysens J: Significance of load receptor input during locomotion: A review. Gait & Posture 11: 102-110, 2000.
- 14) Dietz V: Do human bipeds use quadrupedal coordination? Trends in Neurosci 25: 462-467, 2002.

Scooting に対する PNF アプローチが股関節周囲筋力に与える即時効果  
The Immediate Effects of PNF on scooting in seated by the muscular strength of a hip joint

伊藤 貴史<sup>1)</sup>  
Takashi Ito

古谷 英孝<sup>2)</sup>  
Hidetaka Furuya

相原 真樹<sup>3)</sup>  
Maki Aihara

**要旨**：Scooting<sup>注1)</sup>を固有受容性神経筋促通法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation：PNF）にて促通した時の股関節周囲筋力に与える即時的影響について検証した。健康男性 29 名（平均年齢 28.6 歳）を、scooting に対して PNF アプローチを介入した群（PNFscooting 群）、scooting を介入なしで行った群（active 群）、スクワット運動を施行したコントロール群（control 群）の 3 群に分類した。効果指標として、各群とも介入前後に、ハンドヘルドダイナモメーターを用いて股関節の屈曲・伸展・内旋・外旋・外転の各方向の筋力値を測定した。各筋力測定前後の変化率を算出し、一元配置分散分析を行った結果、内旋、外旋、伸展に有意差を認めた。Tukey の多重比較検定の結果、内旋・外旋の介入前後の変化率において、PNFscooting 群は active 群、control 群より有意に向上し、内旋に関しては active 群が control 群より有意に向上した。伸展においても PNFscooting 群は control 群より変化率が有意に向上した。結果、PNFscooting はスクワットのような 2 次元の運動に比べ、股関節回旋筋の筋力向上に有効であることが示唆された。

**キーワード**：scooting、股関節周囲筋力、ハンドヘルドダイナモメーター、固有受容性神経筋促通法（PNF）

**Abstract**：The purpose of this study was to determine the immediate effect of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) exercise on forward and backward scooting in the sitting position influencing of the muscular strength of the hip joint. The subjects were twenty nine healthy male volunteers (mean age 28.6). The subjects were divided into 3 groups (scooting with PNF, active scooting and squat). The flexor, extensor, internal rotator, external rotator, and abductor of the hip joint were measured with Hand-Held-Dynamometer before and after each intervention. The results of a one way ANOVA showed significant the rate of change of hip internal rotator, external rotator, and extensor. The Tukey's post hoc showed that PNFscooting group improved in the rate of change of intervention before and after of internal rotator / the external rotator of hip joint significantly from active group, control group, and, in active group, a rate of change improved about internal rotator of hip joint significantly from control group. In PNFscooting group, a rate of change improved in the extensor of hip joint significantly from control group. As a result, I compared PNFscooting with two-dimensional exercise such as the squat more, and a thing was suggested when effective for the muscular strength improvement of the hip rotator.

**Key Word**：scooting, hip muscles, Hand-Held-Dynamometer, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)

注 1) scooting とは、立たずに、ひざ頭や尻をつけたまま床上を移動すること。歩行が困難あるいは  
確実でない場合における床上移動の手段のひとつ。臀部でずりながら床上移動すること。

- 
- 1) 苑田第三病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, sonoda third hospital  
2) 苑田第二病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, sonoda second hospital  
3) 竹の塚脳神経リハビリテーション病院リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Takenotsuka cerebral nerve rehabilitation hospital

## はじめに

固有受容性神経筋促通法 (Proprioceptive neuromuscular facilitation: PNF) を用いて立ち上がり動作、歩行能力向上を目的に、scotting の促通を行うことがある<sup>1)</sup>。scotting は、一側坐骨への重心移動の後、対側骨盤の前方移動および後方移動を行なわせ、その動きを左右交互に繰り返して前方、後方へ移動する動作である<sup>2-4, 6)</sup>。つまり、scotting は、骨盤の動きを中心に行う前後への移動動作と言える。しかし、リハビリテーションの治療場面では scotting を移動動作に対する治療以外に姿勢の改善、筋力の向上目的などに用いることもある。

PNF の介入方法には、直接的アプローチと間接的アプローチがある。間接的アプローチとは、反対側など弱い部位への筋収縮を促通するために、より強い部位にアプローチする方法で、発散現象により運動パターンにおいて筋活動の拡がりをもたらす介入方法である<sup>3-5)</sup>。筆者らは、scotting に対する PNF アプローチ (PNFscooting) により脳卒中片麻痺患者の麻痺側上肢による前方リーチ動作・麻痺側肩関節自動挙上角度の即時的効果<sup>2)</sup>、大腿骨頸部骨折術後患者の患側股関節内外旋における筋力向上の即時的効果<sup>6)</sup> について報告してきた。これは、scotting に対する PNF アプローチが間接的アプローチとして治療するのに有効な手段であることを示唆している。

PNF の骨盤パターンは、各下肢パターンと関係がある<sup>3)</sup> ことから、PNFscooting を施行することにより股関節周囲の筋力にも影響を及ぼしていることが予想される。本研究では、PNFscooting が、間接的に股関節の筋力にどのような影響を及ぼしているか検証した。

## 方法

## (対象)

本研究の参加に同意が得られた健常男性 29 名 (平均年齢 (標準偏差) 28.6 (5.5) 歳) を対象とした。なお、対象者は下肢・体幹に

著明な整形外科的疾患および神経学的疾患の既往がない者とした。

## (研究手順・実施方法)

全対象者 29 名を PNFscooting 群 (平均年齢 29.6 歳)、active 群 (平均年齢 28.8 歳)、control 群 (平均年齢 27.4 歳) の 3 群に無作為に配置した。

PNFscooting 群は scotting に対する PNF アプローチ (PNFscooting) (図 1) を、active 群はセラピストによる介入なしの scotting (active) を、control 群はスクワット運動 (control) を、それぞれ 1 分間連続して施行した。

PNFscooting は、同一のセラピストが scotting を実施しているところを一度見せてから、同一のセラピストが対象者の前方に位置し、前後交互に連続して 1 分間実施した。対象者の開始肢位は同一の治療台で背もたれのない足底離地の端座位で、股関節、膝関節 90° 位とした。なお、各介入時は両上肢を胸の前で組んでもらった。前方への PNFscooting には上前腸骨棘へ両側共に用手接触し骨盤の前方挙上パターン<sup>3-5)</sup> を適用した。後方への PNFscooting には腸骨稜の側面の中心よりやや背側へ両側共に用手接触し、骨盤の後方挙上パターン<sup>3-5)</sup> を適用した。なお、アプローチには筋伸張、リズミックイニシエーション<sup>3-5)</sup> を適宜適用した。

Active は、同一のセラピストが scotting を実施しているところを一度見せてから、同様に scotting を前後交互に連続して 1 分間実施してもらった。対象者の肢位は PNFscooting と同様とした。

Control は、左右均等に荷重し肩幅に開脚した立位をとり両上肢は胸の前で組んでもらい、股関節・膝関節が 90° 位になるように曲げ伸ばしをするよう指示して、連続して 1 分間実施してもらった。

各介入の前後に徒手筋力計 (Hand-Held-Dynamometer: HHD) を用いて利き足の股関節屈曲・伸展・内旋・外旋・外転の筋力値を測

定した。なお、各測定順はカードにより無作為に決定した。測定方法は、徒手筋力テスト (Manual muscle testing : MMT) の 3 の肢位<sup>16)</sup>にて、固定用ベルトを使用し全方向とも 5 秒間の等尺性収縮をそれぞれ 3 回ずつ行った。HHD はアニマ社製  $\mu$ -Tas MF-01 を使用した。



図 1 PNFscooting

**(統計分析)**

各方向 3 回の筋力測定値を、山崎らの方法に準じて、それぞれの筋力値を体重で除して、その平均値を求めた<sup>7-10)</sup>。その後、3 回の筋力測定値の検者内再現性を検証するため、級内相関係数 (Intraclass correlation coefficient : ICC) を求めた。

各群の介入による効果の指標として、各群介入前後の筋力値の変化率を、次式により算出し、屈曲・伸展・内旋・外旋・外転の変化

率が各群で差があるか一元配置分散分析を行った。一元配置分散分析によって効果に有意差が認められた場合、Turkey の多重比較検定を用いて分析した。

$$\text{(筋力値変化率)} = ((\text{各介入後の筋力値}) - (\text{各介入前の筋力値})) / (\text{各介入前の筋力値}) \times 100$$

また、それぞれ介入前の筋力値に群間差がないか、測定項目ごとに一元配置分散分析を行った。

なお、統計学的有意水準は 5% とし、統計ソフトは SPSS10.0J for Windows を使用した。

**結果**

**(再現性)**

HHD による各 3 回の筋力測定の検者内再現性について、級内相関係数は介入前屈曲  $r = 0.89$ 、介入後屈曲  $r = 0.85$ 、介入前伸展  $r = 0.93$ 、介入後伸展  $r = 0.91$ 、介入前内旋  $r = 0.90$ 、介入後内旋  $r = 0.92$ 、介入前外旋  $r = 0.93$ 、介入後外旋  $r = 0.91$ 、介入前外転  $r = 0.89$ 、介入後外転  $r = 0.93$  を示し、いずれも高い再現性を認めた。

**(各群の介入前後の筋力測定値)**

各群の介入前後の筋力測定値の平均と標準偏差を表 1 に示す。

なお、対応のない一元分散分析の結果、全測定項目で介入前の筋力値の平均に有意な群間差は認めなかった。

表 1 各群の介入前後の筋力測定値の平均

	PNFscooting		active		control	
	介入前	介入後	介入前	介入後	介入前	介入後
屈曲	0.26(0.06)	0.29(0.06)	0.26(0.05)	0.28(0.06)	0.27(0.08)	0.28(0.08)
伸展	0.47(0.19)	0.52(0.12)	0.49(0.11)	0.49(0.12)	0.57(0.10)	0.56(0.09)
内旋	0.17(0.04)	0.22(0.04)	0.16(0.04)	0.17(0.04)	0.17(0.04)	0.16(0.05)
外旋	0.17(0.04)	0.21(0.04)	0.17(0.05)	0.19(0.05)	0.16(0.04)	0.17(0.04)
外転	0.53(0.08)	0.54(0.11)	0.50(0.12)	0.51(0.14)	0.55(0.08)	0.53(0.10)

### (平均変化率)

各群の介入における筋力値変化率の平均（標準偏差）は、PNFscooting 群の屈曲変化率は 11.8 (11.9) %、伸展変化率は 10.4 (11.4) %、内旋変化率は 32.5 (12.5) %、外旋変化率は 31.4 (17.2) %、外転変化率は 2.9 (13.0) %であった。Active 群の屈曲変化率は 7.9 (13.3) %、伸展変化率は 0.6 (7.6) %、内旋変化率は 10.9 (5.3) %、外旋変化率は 12.7 (10.2) %、外転変化率は 1.1 (12.8) %であった。Control 群の屈曲変化率は 2.7 (13.4) %、伸展変化率は -1.8 (7.9) %、内旋変化率は -5.3 (10.1) %、外旋変化率は 3.5 (14.2) %、外転変化率は -5.0 (10.9) %であった（図 2）。

### (一元配置分散分析)

対応がない一元配置分散分析の結果、内旋・

外旋・伸展の要因に危険率 5% で有意差が認められた。屈曲・外転において有意差は認めなかった（表 2）。

### (多重比較検定)

有意差が認められた要因に対して、Turkey の多重比較検定で分析した結果、内旋に関して、PNFscooting 群は active 群、control 群より変化率が有意に向上し、active 群も control 群より変化率が有意に向上した。外旋に関して、PNFscooting 群、active 群は control 群より変化率が有意に向上したが、PNFscooting 群と active 群、active 群と control 群には有意差を認めなかった。伸展において、PNFscooting 群は control 群より変化率が有意に向上したが、その他の群間差は認めなかった（図 2）。

表 2 一元配置分散分析表

		平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
屈曲変化率	介入	397.208	2	198.604	1.187	0.321
	誤差	4348.825	26	167.262		
伸展変化率	介入	683.954	2	341.977	4.617	0.019
	誤差	1925.677	26	74.064		
内旋変化率	介入	6802.937	2	3401.468	29.041	0.000
	誤差	3045.25	26	117.125		
外旋変化率	介入	3810.81	2	1905.406	9.692	0.001
	誤差	5111.369	26	196.591		
外転変化率	介入	324.164	2	162.082	1.085	0.352
	誤差	3882.908	26	149.342		

Scooting に対する PNF アプローチが股関節周囲筋力に与える即時効果  
The Immediate Effects of PNF on scooting in seated by the muscular strength of a hip joint

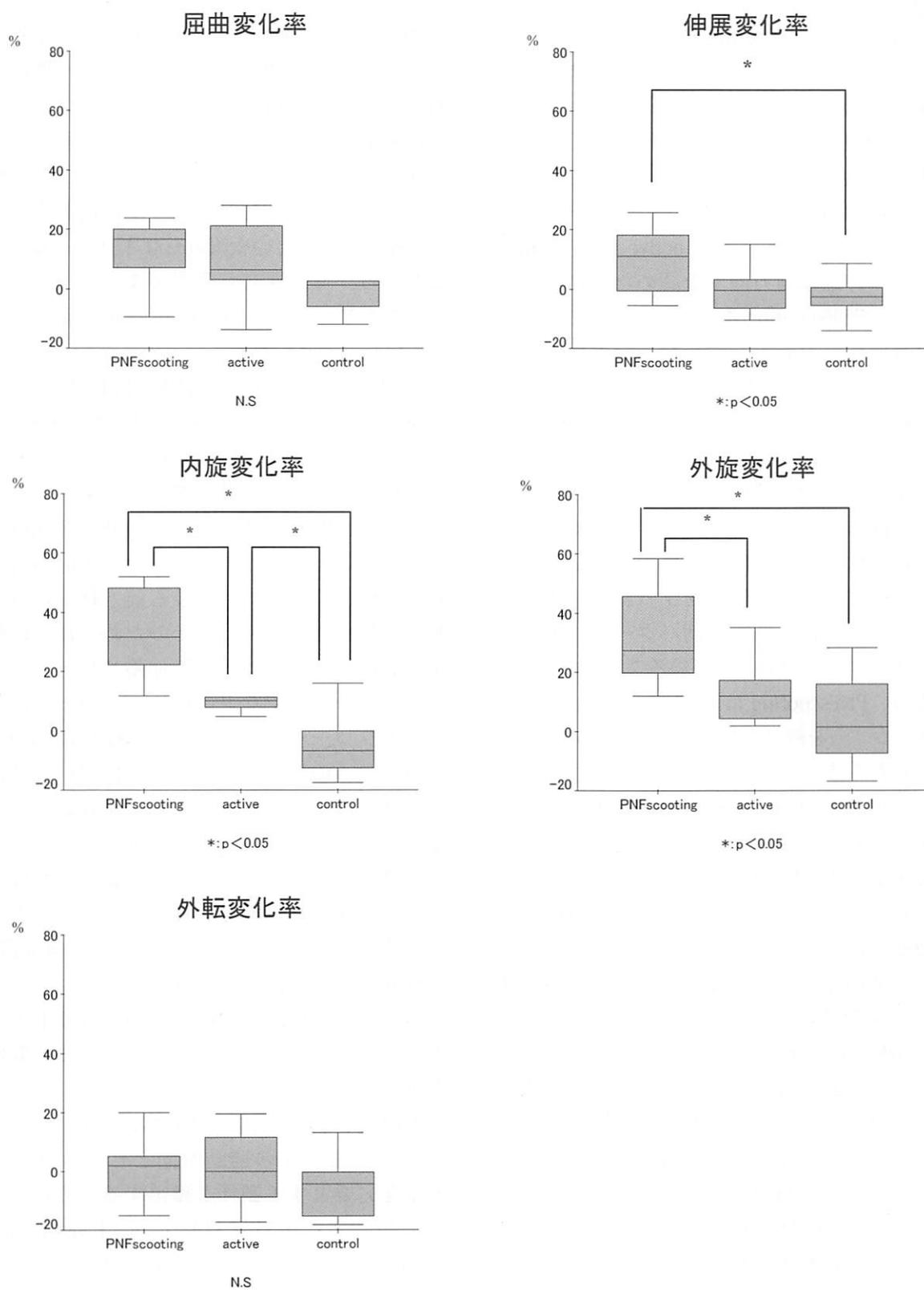


図2 各群における筋力値変化率の比較

## 考察

本研究では、scooting に対する PNF アプローチ、介入なしの scooting 及びスクワット運動を施行し、健常男性の股関節各方向の筋力に対する即時的影響を検証した。その結果、内旋・外旋に関しては、PNFscooting 群は他の 2 群に比べ有意に筋力が向上した。また、内旋に関しては、active 群も control 群に比べ有意に筋力向上を認めた。伸展に関しては、PNFscooting 群は control 群に対してのみ有意に筋力向上を認めた。その他に関しては、3 群に有意差は認めていない。

scooting という動作は、一側坐骨への重心移動の後、対側骨盤の前方移動もしくは後方移動を行なわせ、その動作を左右交互に繰り返して前方、後方へ行なう動作である。移動側の骨盤のパターンは前方挙上および後方挙上で、その反対側は座面を坐骨結節で押すことになり、骨盤の後方下制パターンおよび前方下制パターンを施行していることになる<sup>3-5)</sup>。つまり、PNFscooting は骨盤の両側性相反性パターン<sup>3-5)</sup>を繰り返していることになる。筆者らは、PNFscooting で脳卒中片麻痺患者の肩関節可動域、リーチ距離が増大することを確認している<sup>2)</sup>。また、大腿骨頸部骨折術後患者の股関節回旋筋力が向上することも報告している<sup>6)</sup>。骨盤からの介入で肩関節や股関節に影響があることから、PNFscooting による発散現象の有効性が示唆されている。運動肢が安静肢に及ぼす効果を発散としているが、PNF ではそれ以外により強い筋群を収縮することにより弱い筋群への溢れ出し（オーバーフロー）による強化を含め発散と表現している<sup>3-5)</sup>。Active に対して PNFscooting の方が内旋において有意に筋力向上したひとつの要因として、PNFscooting は、PNF の促通要素である用手接触・抵抗・筋伸張などを用いることにより、発散現象が股関節周囲筋や体幹筋に生じたためと推察される。PNFscooting 群が control 群より内旋と外旋の筋力値が有意に向上した理由としては、Control 群の介入であ

るスクワット運動が矢状面と前額面の 2 次元の動作であるのに比べ、scooting は回旋運動を伴う水平面の動きを加えた 3 次元の動作である。3 次元の動作である scooting によって股関節回旋筋がより促通されて有意な筋力の向上を示したと推察される。なお、一側性運動よりも両側性交互運動のほうが目的とする筋を効率よくするという報告もなされている<sup>11,12)</sup>ことから、両側性交互運動である scooting の方がスクワットより股関節周囲筋の促通に適していたと考えられる。

両脚スクワット時の股関節周囲筋における筋活動量は MMT 最大等尺収縮時の 10% 以下と低い値を示したとの報告がある<sup>13)</sup>。PNF の骨盤パターンは下肢パターンと関連しているため、股関節周囲筋への促通効果を期待できる。特に、PNFscooting、active 両群の対象者は全体的に後方移動よりも前方移動の方が動作の稚拙さが伺えた。そのため、後方移動よりも前方移動に対して筋伸張やリズムイニシエーションなどの促通要素を十分に用いてアプローチされている。端座位において前方挙上への徒手抵抗は反対側においては後方下制となり坐骨結節に対して圧縮がかかることになる。つまり、脊髄運動ニューロンの興奮性が増大し<sup>5,14,15)</sup>、後方下制筋群が促通された可能性が推察される。骨盤の後方下制に働く筋群は、反対側の腰方形筋、腹斜筋群、脊柱起立筋、同側の大殿筋とされている<sup>3-5)</sup>。これは今回、PNFscooting 群が control 群より伸展の筋力値が有意に向上したひとつの要因と推察される。

本研究の結果の治療場面への応用として、歩行など股関節の運動方向として 3 次元の要素を必要とする動作を獲得するために筋力強化が必要な患者に対しては、PNFscooting が有効であることが示唆された。また PNFscooting は、下肢への荷重制限のある患者や股関節痛のある患者に対して、免荷で股関節周囲筋を強化できるアプローチでもあることが示唆された。

## 引用文献

- 1) 高橋護：片麻痺患者の歩行訓練. PNF リサーチ, vol.2, p47-58, 2002
- 2) 伊藤貴史, 本多慎：scooting に対する PNF アプローチの即時効果－脳卒中後片麻痺患者の坐位前方リーチ動作に及ぼす影響－. PNF リサーチ, vol.6, p6-10, 2006
- 3) 柳澤健, 乾公美：PNF マニュアル - 改訂第 2 版 - . p1-22, p33-38, p48-52, p97-99, p107-111, p134, 南江堂, 東京, 2005
- 4) Susan S. Adler, Dominiek Beckers, Math Buck：PNF in Practice second, revised edition. p1-18, p76-87, p300-302, Springer, 2000
- 5) 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, p1-9, p114-147, p321-342, 協同医書出版社, 東京, 1989
- 6) 伊藤貴史, 齋藤敏明, 本多慎, 他：Scooting に対する PNF アプローチが大腿骨頸部骨折術後患者の股関節回旋筋力に与える即時効果. PNF リサーチ, Vol.8, p44-49, 2008
- 7) 三浦尚子, 半田健壽：ハンドヘルドダイナモメーター. 理学療法, 14(4), p314-320, 1997
- 8) 山崎裕司, 他：筋力評価におけるパラダイム転換. PT ジャーナル, p35, p247-252, 2001
- 9) Bohannon RW：Reference value for extremity muscle strength obtained by Hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. Arch Phys Med Rehabil, 78, 1997
- 10) Bohannon RW：The clinical measurement of strength. Clin Rehabil, 1, p5-16, 1987
- 11) Hellebrandt FA, Houty SJ, Eubank RN：Influence of alternate and reciprocal exercise on work capacity. Arch Phys Med, 32, p766-776, 1951
- 12) 細田多穂, 柳澤健編集：理学療法ハンドブック 改訂第 3 版 第 2 巻 治療アプローチ. p276-277, 協同医書出版, 東京, 2000
- 13) 池添冬芽, 市橋則明, 羽崎完, 他：スクワット時における股関節周囲筋の筋活動について. 運動・物理療法, 10(1), p55-59, 1999
- 14) 田中良美, 新井光男, 清水一, 他：脳卒中片麻痺患者の骨盤へのアプローチが非麻痺側上肢のリーチ動作に及ぼす継続的影響. PNF リサーチ, Vol7, p66-72. 2007
- 15) 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), p195-200, 2006
- 16) Helen J. Hislop, Jacqueline Montqomer：新・徒手筋力検査法 第 8 版. 津山直一, 中村耕三翻訳, 協同医書出版社, 東京, 2008

座位における肩甲帯・骨盤帯からの PNF アプローチの体幹筋活動への影響  
The effect of PNF approach from pelvis and scapula on trunk muscle activity at sitting

安彦 陽子 <sup>1)</sup>	島村 亮太 <sup>1)</sup>	安彦 鉄平 <sup>1)</sup>	田村 陽子 <sup>1)</sup>
Yoko Abiko	Ryota Shimamura	Teppey Abiko	Yoko Tamura
新藤 恵一郎 <sup>2)</sup>	鈴木 達矢 <sup>3) 4)</sup>	丸山 勝広 <sup>5)</sup>	秋山 純和 <sup>6)</sup>
Keiichirou Shindo	Tatsuya Suzuki	Masahiro Maruyama	Sumikazu Akiyama

**要旨：**端座位での骨盤帯と肩甲帯に対する PNF アプローチ時の体幹筋活動を検討した。対象は健康成人男性 8 名（平均±SD: 年齢 28.4 ± 3.9 歳）であった。利き手側の腹直筋、内腹斜筋、外腹斜筋、胸部脊柱起立筋、腰部脊柱起立筋、腰部多裂筋を表面筋電図法にて導出した。端座位の保持（C）、骨盤前方挙上方向からの抵抗・圧縮（PA）、肩甲骨前方挙上方向からの抵抗・圧縮（SA）、肩に重錘をのせた（SW）を課題とし、各 5 秒間を 3 セット、ランダムに施行した。計測は安定した 3 秒間の筋電図の積分値を求めた。統計は各課題間での同一筋に対し一元配置分散分析を行い、Tukey の多重比較検定を用いた。

腹直筋、内腹斜筋、多裂筋、腰部脊柱起立筋において PA はすべての課題で有意に大きな値を示した。座位での PA は体幹筋の活動を高めた。これは PA の抵抗の方向と部位が影響していると考えた。座位での PA による介入は体幹の安定性に必要とされる同時収縮を促すことができると考える。

**キーワード：**PNF、端座位、体幹筋、骨盤帯、肩甲帯

**Abstract :** The purpose of this study was to consider trunk muscle activity during PNF approach from scapula and pelvis at sitting position. Eight men participated in this study. Surface electromyography (sEMG) was recorded from the rectus abdominus, internal oblique, external oblique, thoracic and lumbar elector of spine and multifidus muscles during subjects held their sitting position without resistance, against resistance with approximation from scapula and pelvis and weight resistance from shoulder. The measurements were integrated EMG from stable three seconds sEMG and a one-way ANOVA with post hoc comparisons (Tukey) was used for analysis. Results demonstrated that rectus abdominus, internal oblique, lumbar elector of spine and multifidus showed significant increase with PA among all tasks. PA facilitated trunk muscle activation. This suggested that it is influenced resistance direction and the place of manual contact of PA on trunk muscles and PA facilitate co-contraction of trunk muscles which is necessary for trunk stability.

**Key Words :** PNF, short sit, trunk muscles, pelvis, scapula

## はじめに

固有受容性神経筋促通法（PNF）は、様々な目的に対して適切な方法が選択されている

が、とくに中枢神経疾患や整形外科疾患患者では端座位におけるアプローチが重要である。臨床場面では骨盤帯や肩甲帯に対して、

- 1) 東京都リハビリテーション病院 理学療法科  
Department of Physical therapy, Tokyo Metropolitan Rehabilitation hospital
- 2) 同診療部  
Department of Rehabilitation Medicine, Tokyo Metropolitan Rehabilitation hospital
- 3) 同リハビリテーション工学科  
Department of Rehabilitation Engineering, Tokyo Metropolitan Rehabilitation hospital
- 4) 慶應義塾大学大学院理工学研究科  
Faculty of Science and Technology, Graduate school of Keio University
- 5) 同検査科  
Department of Clinical Laboratory, Tokyo Metropolitan Rehabilitation hospital
- 6) 国際医療福祉大学  
International University of Health and Welfare

圧縮やリズムミックスタビリゼーションなど PNF の基本原理や特殊技術が臨床に多用されている。PNF の促進要素である圧縮について、柳澤ら<sup>1)</sup>によれば、関節の安定性を高めるとされている。また PNF 特有の運動方向を持つ PNF の運動パターンは、筋の発生張力や反応時間、運動ニューロンの興奮性に影響するとされている<sup>2)</sup>。座位での骨盤帯や肩甲帯からの抵抗と圧縮は体幹筋活動向上や、安定性を高める目的などで広く利用されている。しかし、座位での骨盤帯や肩甲帯からのアプローチ時の体幹筋活動を見たものではなく、本研究では座位で、PNF で用いられる骨盤と肩甲骨からの前方挙上方向からの抵抗と圧縮をしたときの体幹筋活動を検討することとした。

背部に台を設置し、対象者はそれに触れない指示した。また、対象者には測定中 2 m 前方、目の高さに合わせたマークを注視させた。測定課題は測定肢位の保持を行うことを C (図 1) とし骨盤前方挙上方向からの抵抗と圧縮を PA (図 2-a)、肩甲骨前方挙上からの抵抗と圧縮を SA (図 2-b)、肩に重錘をのせたものを SW (図 2-c) とした。PA は上前腸骨棘と腸骨稜の間から坐骨方向への抵抗と圧縮を加え、SA は肩峰上前方より坐骨方向への抵抗と圧縮を加えた。C を除く課題の抵抗量は対象者の殿部にかかる重量の 120% として重心動揺計で荷重量を調整した。また、各課題中は対象者に姿勢を保持させた。各課題を 5 秒間×3 セット、ランダムに行い、各施行間は 1 分間の休息をとった。

## 方法

### 1) 対象

本研究への参加に同意した腰痛を持たない健常成人男性 8 名とした。対象者の身体特性は年齢  $28.4 \pm 3.9$  歳 (平均±標準偏差、以下同様) 身長  $172.6 \pm 7.5$ cm、体重  $64.6 \pm 7.5$ kg であった。

### 2) 手順

対象者の測定肢位は 2 枚の重心動揺計上にそれぞれ殿部と足部をのせ、股関節と膝関節 90 度で骨盤を前後傾中間位にした端座位とした。体幹の後傾を防止するために対象者の

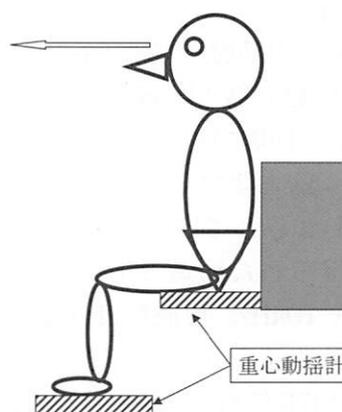
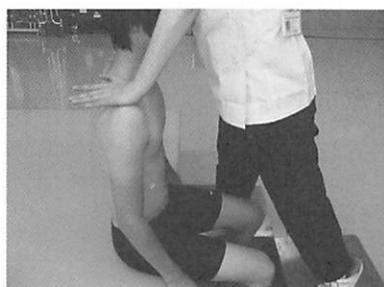


図 1 測定肢位



a : PA



b : SA



c : SW

図 2 課題

### 3) 測定方法

NeuropackMEB-2200 (日本光電社製) にて筋電図を計測した。対象者の利き手側の腹直筋 (RF)、内腹斜筋 (IO)、外腹斜筋 (EO)、胸部脊柱起立筋 (TES)、腰部脊柱起立筋 (LES)、腰部多裂筋 (MF) を皮膚処理後ディスプレイ電極 VitrodeF-150s (日本光電社製) にて双極誘導し、筋電図を導出した。電極は酒井医療 (株式会社) の表面筋電図マニュアルに従って貼付した。

貼付位置は以下のとおりである。

- ・ 腹直筋：臍の約 2-3 cm 外側で線維走行に沿って貼付
- ・ 内腹斜筋：両上前腸骨棘を結んだ線約 2cm 下方に貼付
- ・ 外腹斜筋：第 8 肋骨外側下筋線維走行に沿って貼付
- ・ 胸部脊柱起立筋：Th<sub>12</sub> 棘突起の外側およそ 2-3 cm の筋腹で線維走行に沿って貼付
- ・ 腰部脊柱起立筋：L<sub>3</sub> 棘突起の外側およそ 2-3 cm の筋腹で線維走行に沿って貼付
- ・ 多裂筋：L<sub>5</sub> および S<sub>1</sub> レベルの棘突起外側線維走行に沿って貼付

各課題で得られた筋電波形は、サンプリング周波数を 10kHz、周波数帯域を 10Hz-1kHz として 5 秒間測定した。得られたデータは MatLabR2007B 解析ソフトにて安定した 3 秒間の積分値を求めて比較した。

### 4) 統計処理

MMT5 (Daniel) の肢位で各筋の測定した積分値を 100% として正規化した。同一筋内の各課題間を一元配置分散分析、Tukey の多重比較検定を実施した。なお、有意水準は危険率 0.05 未満とした。

### 結果

腹直筋、内腹斜筋、多裂筋、腰部脊柱起立筋において PA はすべての課題で有意に大き

な値を示した。外腹斜筋において PA は SW と比較し有意に大きい、PA は C と SA において有意差はなかった。胸部脊柱起立筋において PA は SW と有意差はなく、C と SA に対しては有意に大きな値を示した。その他有意差はなかった。(表 1, 図 3, 4)

表 1 結果 各課題時の筋活動 (平均値±標準偏差)

	C	PA	SA	SW
RA	2.4±2.0	6.4±3.4	3.4±1.7	2.4±1.4
EO	5.0±7.4	10.5±4.4	5.7±4.2	2.9±1.7
IO	29.5±21.0	74.7±49.4	46.3±37.4	29.0±19.2
TES	20.3±7.7	31.8±11.6	19.9±9.2	23.0±8.7
LES	12.1±6.0	30.2±20.0	14.7±5.2	17.3±10.8
MF	13.2±4.8	30.0±9.5	17.1±10.4	16.5±11.5

(単位:%)

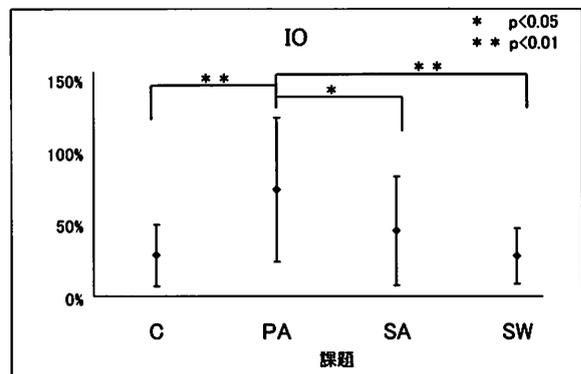


図 3 内腹斜筋 各課題間の筋活動

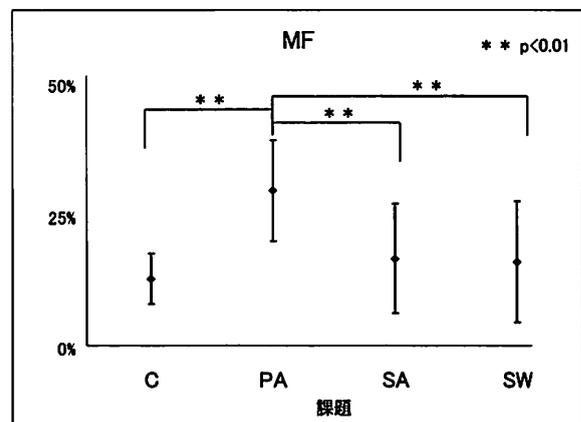


図 4 多裂筋 各課題間の筋活動

## 考察

内腹斜筋、腹直筋、多裂筋、腰部脊柱起立筋においてPAが全ての課題で有意な増加を示し、外腹斜筋においてPAがSWより有意に増加した。さらに胸部脊柱起立筋においてPAがSW以外のすべてより有意に増加したことから、PAは上前腸骨棘と腸骨稜間から坐骨方向への抵抗と圧縮の介入であり、これに対して対象者が「姿勢を保持する」ことは骨盤の前傾が必要となり、体幹の伸筋群の活動と骨盤中間位保持のための屈筋群の同時収縮が働いたと考えた。O'Sullivan<sup>3)</sup>らやCholewicki<sup>4)</sup>らによれば、座位などの抗重力姿勢での腰部の安定には腰椎・骨盤の中間位における腹筋群と背筋群の同時収縮の重要性を述べている。本研究においては、PAにより体幹の同時収縮を認め、PAは腰部の安定性に寄与する体幹の筋活動を促通できると考える。

また、本研究は抗重力姿勢の座位であることから、PAにより体幹自体が後方に押され、体幹の後傾方向に対して姿勢を保持するために拮抗筋である屈筋群の活動が増加し、腹筋群と背筋群の同時収縮を促通したと考える。その他、骨盤帯からの介入は肩甲帯とは異なり胸椎部などによる代償ができないことや、サンプリングした骨盤帯付近の筋群が用手接触とPNF運動方向の抵抗と圧縮、座骨への荷重刺激の増加により筋活動が増大した可能性も考えた。以上より、今回の座位でのPNFによる介入は体幹の安定性に必要とされる同時収縮を促すことができると考える。

Richard<sup>5)</sup>らによれば、内腹斜筋は胸腰筋膜と腹横筋による腰椎骨盤帯の安定性を高める働きを補助する可能性を示している。さらにRichardson<sup>6)</sup>らによれば、多裂筋は正常な腰椎前弯を維持するのに重要であるとしている。このことからPAは、内腹斜筋や多裂筋の活動を高め、腰椎骨盤帯の安定性を向上させる可能性が示唆された。

外腹斜筋において唯一SWとだけ差があっ

たのはコントロール時に保持させるという課題のため、外腹斜筋での活動が高かった可能性が考えられた。また、SWでは胸部脊柱起立筋の活動が増加しており、荷重抵抗に対し、胸部脊柱起立筋で抗していることが考えた。このことから、PNFの徒手抵抗の方向・圧縮と用手接触の位置が同時収縮と筋活動を促通している可能性が示唆される。以上より、座位でのPAを行うことで体幹筋群は同時収縮し活動が増加したことから、体幹の安定性に寄与する筋群を促通する徒手的介入と考える。

臨床場面においてPAは静的な安定性を保持する筋活動を促通するのみならず、動的な安定性への応用も期待できると考えるが、本研究では動的なバランスの評価は行っておらず、今後の検討課題である。また、本研究では座位で姿勢を一定にして行ったため、体幹の傾斜角度の影響が考慮されていないことや下肢の筋活動の検討は今後の課題と考える。

なお、下肢や上肢からの介入時の体幹筋活動について検討中であり、また、深部筋の活動については超音波画像診断装置を用いて検討中である。

## まとめ

- ・ 端座位での肩甲帯・骨盤帯からの圧縮・抵抗時の体幹筋活動を検討した
- ・ 骨盤の前方挙上への圧縮・抵抗は体幹屈筋群・伸筋群の両方の活動を増加させた
- ・ PNFの骨盤からの圧縮・抵抗は、体幹の安定性に寄与する筋群を促通する徒手的介入であることを示唆した。

- 1) K. Yanagisawa, T. Fujiwara, A. Takagi, : Effect of joint approximation for lower extremities in normal adult subjects and hemiplegic patients. 10<sup>th</sup> International Congress of the WCPT, Proceedings. 590-593, 1987
- 2) 柳澤健 乾公美 編：PNFマニュアル第2版．南江堂．2005

座位における肩甲骨・骨盤帯からのPNFアプローチの体幹筋活動への影響  
The effect of PNF approach from pelvis and scapula on trunk muscle activity at sitting

- 3) P. O'Sullivan, W. Dankaerts, A. Burnett, et al: Effect of Different Upright Sitting Postures on Spinal-Pelvic Curvature and Trunk Muscle Activation in a Pain-Free Population. SPINE 31: E707-E712, 2006.
- 4) J. Cholewicki, M. Panjabi, A. Khachatryan: Stabilizing Function of Trunk Flexor-Extensor Muscles Around a Neutral Spine Posture. SPINE 22:2207-2212, 1997.
- 5) R. Preuss, S. Grenier, S. McGill :Postural control of the lumbar spine in unstable sitting. Arch Phys Med Rehabil 86: 2309-15, 2005.
- 6) C. Richardson, P. Hodges, J. Hides: Therapeutic Exercise Lumbopelvic Stabilization. 2<sup>nd</sup> ed. 60-73, 2004.

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

上広 晃子<sup>1)</sup>  
Akiko Uehiro

新井 光男<sup>2)</sup>  
Mitsuo Arai

清水 幸恵<sup>1)</sup>  
Sachie Shimizu

**要旨：**脳卒中後片麻痺患者に対し、麻痺側骨盤に後方下制の抵抗運動を介入して実施した。促通手技（SCPD 手技）は、中間域で静止性収縮を行い、起き上がり動作遂行時間に及ぼす継続的効果を検証した。対象は 11 名（右片麻痺 7 名、左片麻痺 4 名）、平均年齢 73.6 歳、平均発症後月数 6.6 ヶ月であった。全対象を SCPD 手技群と起き上がり動作反復群の 2 群に分類した。起き上がり動作遂行時間は、測定開始肢位から終了肢位までの起き上がり動作を 1 回行い、ビデオカメラにて撮影した。撮影した起き上がり動作を、データ処理時に画面上でストップウォッチで 3 回計測した値の平均時間とした。起き上がり動作遂行時間測定の再現性は、級内相関係数を用いて検証した。また、両群の運動刺激の効果の指標として、刺激前の起き上がり動作時間を基準として変化率を求め、重複測定 - 分散分析を行った。その結果、SCPD 手技群において有意差を認め ( $p < 0.05$ )、脳卒中後片麻痺患者に対する SCPD 手技が、起き上がり動作遂行時間の短縮に有効である可能性が示唆された。

**キーワード：**脳卒中後片麻痺患者、起き上がり動作遂行時間、PNF、SCPD 手技

**Abstract :** The purpose of this study was to determine how a resistive static contraction using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) pattern for pelvic posterior depression (SCPD) influences the ability to rise from supine to sitting in eleven hemiplegic patients (mean age: 73.6 years). Eleven patients randomly underwent both SCPD and repeated rising from supine to sitting exercises. The amount of time for rising from supine to sitting was measured. The results of an ANOVA test showed that significant improvements occurred with the SCPD as compared with the repeated exercise of rising from supine to sitting ( $p < 0.05$ ). We found that, as compared to a repeated exercise of rising from supine to sitting, 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

我々は、様々な動作を行って生活している。その中で「基本動作」あるいは「起居移動動作」と呼ばれる動作は、動作そのものに直接的な目的はないが、他の目的を持った諸活動（食事・排泄・入浴など）に直接結びつく動作である<sup>1)</sup>。この動作は基本的な日常生活動作（Activities of daily living; ADL）を遂行する上で必要な動作であり<sup>2)</sup>、ADL における機能的自立に結びつく動

作である<sup>2)</sup>。しかし中枢神経障害による運動障害を呈する脳卒中後片麻痺患者はしばしばこの起居移動動作が困難となっている。起居移動動作は、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<sup>3)</sup>。

1) 本永病院  
Motonaga Hospital

2) つくば国際大学  
Faculty of Medicine, Tsukuba international University

臨床において、脳卒中後片麻痺患者の起き上がり動作における介入方法の一つとして、骨盤の後方下制の中間域で静止性収縮を行う手技 (Sustained Contraction of Posterior Depression; SCPD 手技) がある。SCPD 手技を麻痺側骨盤にアプローチすることで起き上がり動作能力の改善を経験している。我々は SCPD 手技の介入効果を起き上がり動作遂行時間を測定し、脳卒中後片麻痺患者 1 症例に対し、シングルケーススタディ ABAB 型にて検証した<sup>4)</sup>。その結果、ADL 訓練期より、SCPD 手技介入期において、起き上がり動作遂行時間の短縮傾向を認め、SCPD 手技による起き上がり動作遂行時間への影響を示唆した<sup>4)</sup>。

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 1～5kg の力で仙腸関節方向に圧縮しながら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<sup>5～11)</sup>。新井ら<sup>6)</sup>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、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により、脊髄レベルでの関与の可能性を示唆している<sup>5)</sup>。また、名井ら<sup>7)</sup>は、脳卒中後片麻痺患者の麻痺側上肢関節に及ぼす即時的効果を、骨盤の SCPD 手技と直接麻痺側肩関節屈曲方向への持続伸張手技より 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<sup>8)</sup>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 手技で

PROM のみに有意差を認め、SCPD 手技では PROM と自動関節可動域 (Active Range of Motion; AROM) に有意差を認めたことを報告している。骨盤の SCPD 手技の ADL に関する報告として、榎本ら<sup>9)</sup>は、立位で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 1 症例に対し、骨盤の SCPD 手技を行った結果、麻痺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。起き上がり動作においては、脳卒中後片麻痺患者を対象に、起き上がり動作遂行時間を測定し、シングルケーススタディ ABAB 型にて骨盤の SCPD 手技の効果を検証した結果、ADL 訓練期と比較して SCPD 手技介入期で、起き上がり動作遂行時間短縮への影響を示唆している<sup>4, 10, 11)</sup>。また、上広ら<sup>12)</sup>は、脳卒中後片麻痺患者に対し骨盤の SCPD 手技を行った結果、起き上がり動作の繰り返し練習群に比して、起き上がり動作遂行時間が有意に短縮し、骨盤の SCPD 手技の起き上がり動作遂行時間に対する即時的効果を示唆した。しかし、SCPD 手技による起き上がり動作遂行時間に及ぼす継続的な効果については未だ報告がなく、明らかにされていない。

脳卒中後片麻痺患者の麻痺側の骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮 (SCPD 手技) と、起き上がり動作反復群を比較し、SCPD 手技の効果を、起き上がり動作遂行時間を測定し、SCPD 手技の継続的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片麻痺患者 11 名 (男性 8 名、女性 3 名) を対象とした。右片麻痺 7 名、左片麻痺 4 名、平均年齢±標準偏差 73.6 ± 10.1 歳、平均発症後月数±標準偏差 6.6 ± 6.6 ヶ月であった。ブルーンストロームステージは上肢 V が 1 名、IV が 6 名、Ⅲ が 3 名、Ⅱ が 1 名、下肢 IV が 9 名、Ⅲ が 2 名であった。高次脳機能障害を有さず、口頭指示の理解が良好で、起き上がりが可能な者とした。

方法

全対象者を乱数表を用いて、無作為に SCPD 手技群、起き上がり動作反復群の 2 群に分類した (表 1)。SCPD 手技は、同一セラピストが麻痺側を上にした側臥位で坐骨結節に用手接触し、20 秒間静止性収縮を行わせ、15 秒間のリラクゼーション後、20 秒間静止性収縮を実施するのを 1 セットとし、3 セット行った。起き上がり動作反復群は、3 回の起き上がり動作の繰り返しとした (図 1)。

起き上がり動作遂行時間は、測定前に、被験者に起き上がり動作手順を説明し、2 回練習を行った後に、被験者に測定開始肢位から終了肢位までの起き上がり動作を 1 回行ってもらい、ビデオカメラにて撮影した。撮影した起き上がり動作を、データ処理時に画面上で同一セラピストがストップウォッチで 3 回計測し、その 3 回計測した値の平均時間とした (図 2)。

表 1 各群の対象

刺激群	性別 (名)	平均年齢±SD (歳)	発症後月数±SD (ヶ月)	麻痺側 (名)
SCPD 手技	男 4 女 2	71.8±10.4	5.3±3.9	右 3 左 3
起き上がり動作反復	男 4 女 1	75.8±9.2	8.2±8.1	右 4 左 1

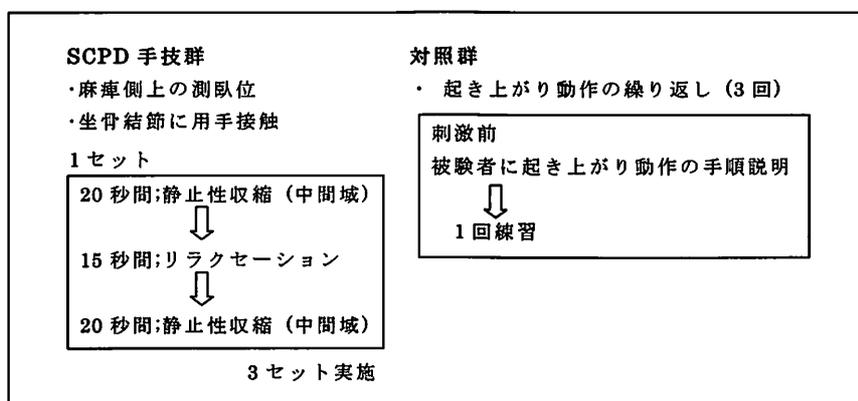


図 1 SCPD 手技群と対照群

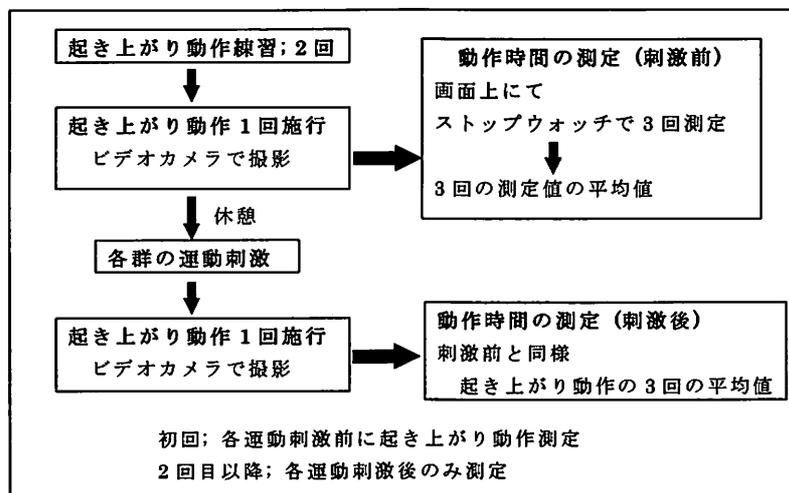


図 2 起き上がり動作時間の測定方法

起き上がり動作の開始肢位は、被験者の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位置する背臥位とした<sup>2)</sup>。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、腹部に乗せた状態とした(図 3-a)。

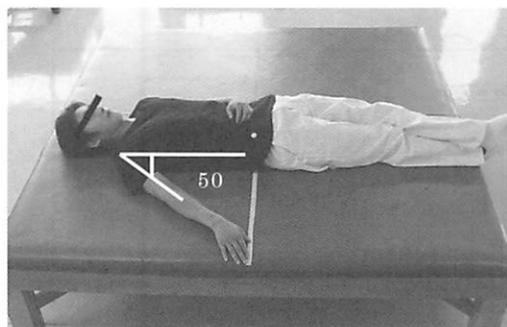
検者による合図「はい」と同時に、起き上がり動作を開始し、起き上がり動作遂行時間を測定した。起き上がり動作とは、背臥位から、座位になる経過において体幹が部分的に回旋し、非麻痺側の肩甲骨下角が浮き、非麻痺側肘支持の状態を経由し、非麻痺側の手を反対側の大腿の上にのせた座位までの動作

とした(図 3-b, 図 3-c)。端座位時の頭部は正面に向くように指示した(図 3-c)。また、起き上がり動作を開始してから 1 分 30 秒努力しても行えなかった場合は、終了とした。

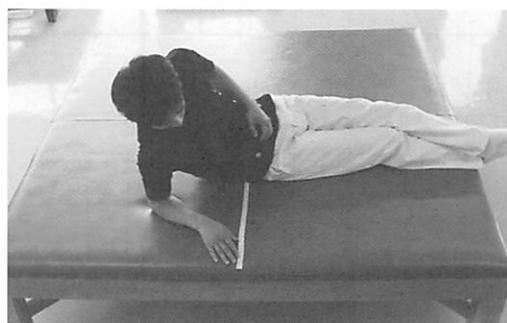
測定期間は 6 日間とし、刺激前の動作時間は、初日のみ測定し、2 日目以降は刺激後のみの動作時間の測定を行った。

### データ解析

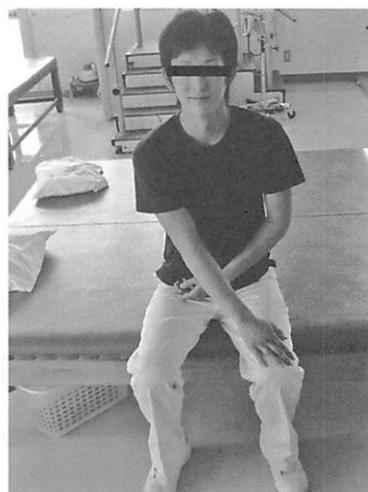
各群の運動刺激前の起き上がり動作遂行時間(刺激前動作時間)、対象年齢、麻痺側、発症からの期間、男女の割付に差がないか独立 2 群の t 検定を行った。



(図 3-a) 起き上がり動作の開始肢位



(図 3-b) 非麻痺側肘支持位



(図 3-c) 終了肢位

図 3

(図 3-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位置する背臥位とした。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

(図 3-b, 3-c)

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、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、非麻痺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。

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

表2 各群の起き上がり動作時間±標準偏差の推移(秒)

刺激回数	刺激前	1回	2回	3回	4回	5回	6回
SCPD手技群	9.8±5.3	8.5±4.2	7.7±4.0	7.3±3.6	5.5±1.7	6.5±2.4	5.8±2.4
起き上がり動作反復群	7.0±1.5	6.4±1.1	6.4±1.7	6.2±1.3	6.3±1.8	6.8±1.7	6.6±1.3

表3 各群の起き上がり動作時間変化率±標準偏差の推移(%)

刺激回数	1回	2回	3回	4回	5回	6回
SCPD手技群	-12.7±8.5	-21.4±9.8	-23.9±12.5	-34.6±26.2	-25.3±21.4	-35.1±15.2
起き上がり動作反復群	-8.0±7.1	-8.2±8.2	-9.6±15.7	-10.5±16.6	-7.6±16.0	-9.6±10.9

起き上がり動作遂行時間測定の前再現性を検証するため、4名の被験者に対し、設定した起き上がり動作を1回行ってもらいビデオカメラにて撮影した。その画像を同一セラピストが、画面上でストップウォッチにて3回計測し、級内相関係数(Intraclass Correlation Coefficient; ICC)を用いて検証した。また、両群の運動刺激の効果の指標として、刺激前の起き上がり動作時間を基準として変化率を次式より求め、運動刺激と期間を要因とした重複測定-分散分析を行った。

$$\text{変化率} = \frac{(\text{運動刺激後の起き上がり動作時間} - \text{刺激前動作時間})}{(\text{刺激前動作時間})} \times 100$$

統計学的な有意水準は、5%未満とした。

起き上がり動作遂行時間の短縮とは変化率がマイナスの値をとった時と判断し、起き上がり動作遂行時間の短縮を示したとき、起き上がり動作が円滑に行われたと判断した<sup>13,14)</sup>。

結果

各群の運動刺激前の起き上がり動作時間(刺激前動作時間)、対象年齢、麻痺側、発症からの期間、男女の割付に差がないか独立2群のt検定を行った結果、それぞれにおいて群間で差が認められなかった。起き上がり動作時間測定における検者内の再現性は、ICC = 0.99を示し、高い再現性が確認された。

SCPD手技の刺激前動作時間±標準偏差は9.8 ± 5.3秒、刺激後動作時間±標準偏差の初回は、8.5 ± 4.2秒、最終の6回目は5.8 ± 2.4秒であった。起き上がり動作反復群の刺激前動作時間±標準偏差は7.0 ± 1.5秒、刺激後動作時間±標準偏差の初回は、6.4 ± 1.1秒、最終の6回目は、6.6 ± 1.3秒であった(表2, 図4)。

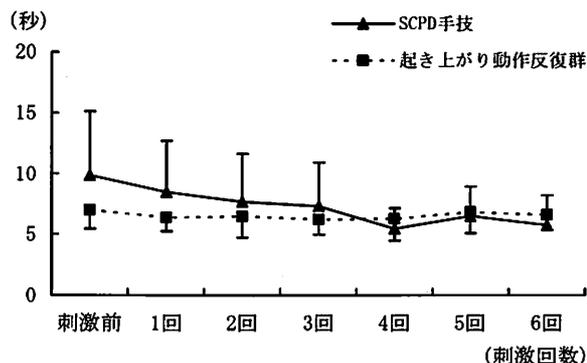


図4 起き上がり動作時間の推移

SCPD手技の初回の起き上がり動作時間変化率±標準偏差は、-12.7 ± 8.5%、最終の6回目は、-35.1 ± 15.2%であった。起き上がり動作反復群の起き上がり動作時間変化率±標準偏差は、初回の起き上がり動作時間変化率±標準偏差は、-8.0 ± 7.1%、最終の6回目では、-9.6 ± 10.9%であった(表3, 図5)。

運動刺激後の変化率を指標として、運動刺激の種類と、期間を要因とした重複測定-分散分析の結果、運動刺激の種類と期間に交互作用はなく、SCPD手技群が、起き上がり動作反復群に比して、有意に短縮(p<0.05)を認めた(図5)。

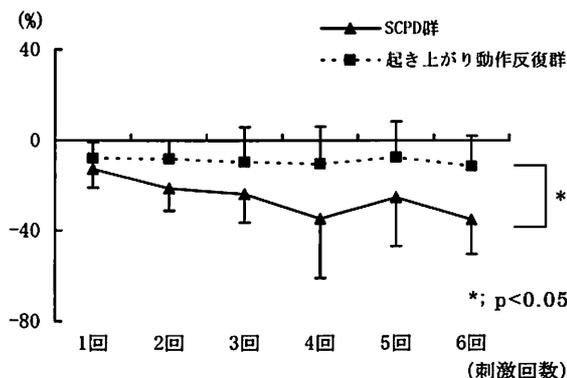


図5 起き上がり動作時間変化率(運動刺激前の動作時間測定日に行った運動刺激を、1回とする)

## 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<sup>13)</sup>や麻痺側体幹筋の運動単位の減少、主動作筋の運動単位の発火頻度の変調<sup>15~17)</sup>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四肢の協調性の障害が考えられる。

脳卒中後片麻痺患者に対して、SCPD手技群と起き上がり動作反復群の2群に分類し、起き上がり動作遂行時間を測定することでSCPD手技の継時的効果を検証した。その結果、SCPD手技群で有意に起き上がり動作遂行時間が短縮し( $p<0.05$ )、SCPD手技による起き上がり動作遂行時間に対する継時的な効果が期待された。このSCPD手技による起き上がり動作遂行時間の短縮の要因には、筋力増強が推察される。

筋力は、強化訓練を行うと数日以内に増加し始めるという報告がある<sup>18)</sup>。筋力増強の初期は、運動学習、つまり、神経因子によるものと指摘されている<sup>19,20)</sup>。また、この時期の筋力増強は、活動する運動単位の増加や、同期化など中枢神経系の働きによることが多いとされ<sup>20,21)</sup>、大腿四頭筋萎縮例の等尺性筋収縮時の筋電図学的分析から等尺性筋収縮の効果は、1回目では見られなかった活動が回を重ねるごとに活発になり、3、4回目にその活動が増加したという報告がある<sup>20)</sup>。また、筋力増強は随意的筋収縮により増加し、神経コントロールの重要性が確認されている<sup>18)</sup>。

SCPD手技は、骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮で、このSCPD手技時に働く筋は、主動作筋として腸腰筋、胸最腸筋、腰方形筋(下側)が働き、静止性収縮を行わせるため、外腹斜筋、内腹斜筋、腹直筋、腰方形筋(上側)にも同時収縮が生じ、起き上がり動作に重要な筋群を含んでいる。今回、起き上がり動作時間短縮を目的に、運動単位の動員や、インパルスの発射頻度の増加を可能とする抵抗運動であるSCPD手技刺激<sup>19,22)</sup>

を繰り返し麻痺側骨盤に施行したことにより、起き上がり時に必要とされる、体幹筋部分への多くの運動単位が動員され、体幹筋群の活動性が増した可能性が推察される。また、筋力は、1週間の訓練により10%増加するという報告がある<sup>18)</sup>。麻痺側骨盤に6日間継時的にSCPD手技を行うことで、さらに体幹筋の活動性が増加し、起き上がり動作時間が短縮したと推察される。これは、起き上がり動作の最小所要時間と座位バランスおよび柔軟性、体幹筋力などの体力的要素との関係の相関を重回帰分析にて、従属変数を起き上がり動作の所要時間とし、体力的要素を説明変数として解析した結果、起き上がり動作の最小所要時間には、体幹筋力と側方リーチ能力が関与していると示唆している<sup>23)</sup>。また、佐々木<sup>24)</sup>が、脳卒中後片麻痺患者において起き上がり動作時にベッドの端の把持が必要となる要因や、身体機能・能力を検証した結果、起き上がり動作時にベッドの端を把持する者は起き上がり動作に時間がかかり、起き上がり動作に時間がかかる要因として、体幹部分の機能異常や、筋力低下が原因であると報告している<sup>24)</sup>。このことから、SCPD手技を行うことにより起き上がり動作時間短縮を示したことは、SCPD手技により体幹筋の活動性が増加した可能性が推察される。

継時的なSCPD手技の効果が認められ、起き上がり動作の1つのアプローチ方法としてSCPD手技が有効な可能性がある。

## 今後の課題

本研究では背臥位から、座位までの起き上がり動作時間においてのみ有意な改善が認められ、短縮の要因が、起き上がり動作の何処の相において得られたのかは欠損値も多かったため、判然としない。今後は、SCPD手技による起き上がり動作時間短縮への影響が、起き上がり動作のどの部分での変化が得られているのかを動作解析し、明らかにし、SCPD手技の起き上がり動作時間への効果を明確にしたい。

## 文献

- 1) 内田成男, 佐藤純子, 横山明正, 他: 動作指導の基本. PT ジャーナル. 38 (6): 481-489. 2004.
- 2) 対馬均: 起き上がり動作のメカニズム. 理学療法 20 (10): 1017-1027. 2003.
- 3) 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.
- 4) 上広晃子, 新井光男, 村上恒二, 他: 脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動の介入が起き上がり動作に及ぼす効果. PNF リサーチ (7): 23-27. 2007.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 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稼動域に及ぼす効果. PNF リサーチ (4): 24-27. 2004.
- 9) 榎本一枝, 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.
- 10) 田中敏之, 新井光男: 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. PNF リサーチ (7): 56-60. 2007.
- 11) 中間孝一, 新井光男: 脳卒中後片麻痺患者に対する骨盤の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. PNF リサーチ (7): 61-65. 2007.
- 12) 上広晃子, 新井光男, 清水幸恵, 他: 脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動の介入が起き上がり動作に及ぼす効果. PNF リサーチ (8): 34-39. 2008.
- 13) 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.
- 14) 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.
- 15) 新井光男: 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.
- 16) 細田多穂, 柳澤健・編: 理学療法ハンドブック改訂版 2 版. 293-350. 協同医書出版社 1991.
- 17) 新井光男: 筋緊張亢進状態の筋電図学的評価. 理学療法 21 (9): 1181-1186. 2004.
- 18) 蜂須賀研二: 理学療法における筋力増強: 廃用、過用、誤用. 理学療法学 24 (3): 201-204, 1997.
- 19) 柳澤健, 乾公美・編: PNF マニュアル改訂版 2 版. 3-21. 南光堂. 2001.
- 20) 岡西哲夫: 筋力増強訓練. 理学療法学 25 (8): 506-510, 1998.
- 21) 長澤弘: 日常生活活動と筋力. 理学療法学 18 (1): 7-13, 2003.
- 22) 新井光男: 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.
- 23) 金子純一郎, 潮見泰蔵, 黒澤和生, 他: 高齢者の起き上がり動作と理学療法. 理学療法 20 (10): 1055-1061, 2003.
- 24) 佐々木誠, 小野寺由佳子, 半澤宏美, 他: 片麻痺患者において起き上がり動作にベッドの端の保持が必要となる要因. 神経系理学療法 19

ホールド・リラックス手技と下部体幹に対する静止性収縮 (SCPD) 手技における  
施行時間の差がハムストリングス伸張度に及ぼす効果

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

白谷 智子<sup>1)</sup>      新井 光男<sup>2)</sup>      清水 ミシェル・アイズマン<sup>3)</sup>      柳澤 健<sup>4)</sup>  
Tomoko Shiratani      Mitsuo Arai      Michele Eisemann Shimizu      Ken Yanagisawa

**要旨：**持続伸張手技とホールド・リラックス (HR) 手技と骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮 (SCPD) 手技における施行時間の違いが膝関節伸展自動可動域 (AROM) に及ぼす効果を検証した。対象は健常者 65 名、平均年齢±標準偏差は 21.3 ± 0.5 歳である。65 名を持続伸張手技、SCPD 手技、HR 手技の 3 つの手技を各々 20 秒行う群と 40 秒行う群の 6 群に無作為に配置した。各手技前の AROM を基準値とし、手技後の AROM との差で変化値を求め、繰り返しのない二元配置分散分析を行い、多重比較検定 (Sheffè post hoc) を行った。有意水準は 5% 未満とした。二元配置分散分析の結果、群間で有意差を認めた ( $p < 0.01$ )。多重比較検定を行った結果、20 秒持続伸張手技群と 20 秒 SCPD 手技群と HR 手技群間、20 秒持続伸張手技群と 40 秒 SCPD 手技群と HR 手技群間において有意差を認めた。これらの結果より、同手技においては施行時間の違いに差は認められなかった。しかし、20 秒の持続伸張手技より 20 秒と 40 秒の HR 手技と SCPD 手技の両方に有意差が認められた。

**キーワード：**PNF、AROM、膝関節、抵抗運動

**Abstract:** The purpose of this study was to determine the immediate effects of different durations (20 and 40 seconds) of various techniques on the improvement of the active range of motion (AROM) of knee extension by lengthening the hamstrings in normal young volunteers. The exercises consisted of a resistive static contraction using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) pattern for pelvic posterior depression (SCPD) as an indirect approach for lengthening the hamstrings; the Hold-Relax technique in a PNF pattern (flexion-adduction-external rotation) (HR) as a direct approach for lengthening the hamstrings; and a sustained stretching of the hamstrings (SS). Sixty-five college students (29 men; 36 women), with a mean age (SD) of 21.3 (± 0.51) years, were randomly assigned to one of six groups. The results of a two-way ANOVA for non-repeated measurements showed significant differences between the groups. The SCPD and HR for 20 seconds showed significant improvements as compared to the SS for 20 seconds. The SCPD and HR for 40 seconds showed significant improvements as compared to the SS for 20 seconds. Significant differences between 20 seconds and 40 seconds could not be found.

**Key Words :** PNF, AROM, Knee Joint, Resistive exercise

**はじめに**

関節可動域を改善させる方法として、持続伸張手技とホールド・リラックス (以下 HR) 手技、骨盤の後方下制の中間域での静止性収

縮 (以下 SCPD) 手技を用い比較した論文は多く見られ<sup>1~7)</sup>、持続伸張手技や HR 手技に関しては施行時間の違いによる効果も検証されている<sup>8~13)</sup>。

1) 広島医療保健専門学校  
Hiroshima College of Rehabilitation

2) つくば国際大学  
Department of Physical Therapy, Faculty of Medical and Health Sciences, Tsukuba International University

3) 県立広島大学  
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural College of Health Science

4) 首都大学東京  
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

ホールド・リラックス手技と下部体幹に対する静止性収縮 (SCPD) 手技における  
 施行時間の差がハムストリングス伸張度に及ぼす効果  
 Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on  
 the active range of motion of the knee joints in normal young volunteers

我々は、第7回・8回の日本PNF学会において、持続伸張手技とHR手技及びSCPD手技を20秒施行し、膝関節伸展可動域に及ぼす効果を検証した結果、他動関節可動域（以下PROM）においては、直接的アプローチのHR手技（矢状面方向）群と間接的アプローチのSCPD手技群に効果が見られた。また、PROMと自動関節可動域（以下AROM）においては、関節的アプローチのSCPD手技に効果は認められたが、PROMとAROMに効果の差は認められなかった<sup>1,2)</sup>。

持続伸張手技やHR手技において、施行時間の違いが関節可動域（以下ROM）に及ぼす効果について検証されている。持続伸張手技においては、Bandyら<sup>8)</sup>は、持続伸張手技の適用時間について、0秒、15秒、30秒、60秒で、週5回6週間実施した結果、30秒および60秒の持続伸張手技は、0秒と15秒よりもハムストリングスの柔軟性が増加したとしている。また、30秒と60秒で有意差が認められなかったことから、長時間持続伸張手技を適用することを疑問視している。高齢者に対する持続伸張法の適用時間について、Felandら<sup>9)</sup>は、Bandyら<sup>8)</sup>と同じ方法でハムストリングスの柔軟性に制限を有する高齢者に対し、週5回6週間持続伸張法を実施し、治療実施後の持続効果を明らかにするために治療後4週間にわたり週1回の関節可動域（以下ROM）測定を行った結果、各群の1週間後60秒群においてROMのより高い増加率を生じ、さらに治療後4週において他の群の増加よりもより長く効果が持続したことを示した。

HR手技においては、Bonnarら<sup>10)</sup>は、HR手技により股関節のROMが最も増加する等尺性収縮時間を決めるため、股関節に既往歴のない60人を対象に、3秒、6秒、10秒のHR手技を行う3群に配置し、即時的効果を比較した結果、手技の施行後に有意なROM増大が見られたが、群間において効果に差が

なかったことを報告している。Nelsonら<sup>11)</sup>は、PNFの柔軟性改善の手技に使用される最大随意性等尺性収縮の持続時間の増加とROMの増加に正の相関を認めるであろうという仮説を立て、ROM増大に効果的な最大随意性等尺性収縮の持続時間を見出すための研究を、60名を対象に、3秒、6秒、10秒間の最大随意性等尺性収縮を行う3群に配置し、肩関節内旋角度の即時的効果を比較した。結果、最大随意性等尺性収縮持続時間の増加とROMの増加に正の相関は認められず、3秒間の最大随意性等尺性収縮が最も効果的であることを報告した。Rowlandsら<sup>12)</sup>は、43人の健常女性を対象に、5秒、10秒のHR手技群とコントロール群の3群に配置し、0週と3週、6週でROMの検査を行い、HR手技の即時的効果を比較した結果、コントロール群と5秒群、10秒群で有意差が見られ、3週間と6週間HR手技施行後の5秒群と10秒群間に有意差が見られたことを報告している。

これらのように持続伸張手技とHR手技においては、施行時間の違いによる効果が検証されている。しかし、異なる手技における施行時間の違いが、ROMに及ぼす効果を比較した論文は少ない。我々は第10回アジア理学療法学会において、持続伸張手技とHR手技、SCPD手技における施行時間の違いが、膝関節伸展PROMに及ぼす即時的効果を検証した結果、40秒持続伸張手技より40秒SCPD手技において、有意に膝関節伸展PROMの増大が見られた<sup>14)</sup>。本研究は、手技の施行時間の違いが、膝関節伸展AROMに及ぼす即時的効果を検証するために下記の方法に基づき実験した。

#### 対象

ボランティア学生（健常者）65名（男性：29名、女性：36名）を対象とした。平均年齢±標準偏差は21.3±0.5歳であった。

ホールド・リラックス手技と下部体幹に対する静止性収縮 (SCPD) 手技における  
 施行時間の差がハムストリングス伸張度に及ぼす効果  
 Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on  
 the active range of motion of the knee joints in normal young volunteers

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書の撤回がいつでも可能なことを説明した。

## 方法

手技は持続伸張手技（ハムストリングスの持続伸張）、SCPD 手技（骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮）、HR 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）の3手技とし、施行時間は20秒あるいは40秒とした。65名を20秒持続伸張手技群（平均年齢±標準偏差 21.5 ± 2.3 歳）、20秒 SCPD 手技群（平均年齢±標準偏差 21.1 ± 1.4 歳）、20秒 HR 手技群（平均年齢±標準偏差 20.6 ± 0.7 歳）、40秒持続伸張手技群（平均年齢±標準偏差 21.5 ± 2.2 歳）、40秒 SCPD 手技群（平均年齢±標準偏差 22.2 ± 4.5 歳）、40秒 HR 手技群（平均年齢±標準偏差 21.3 ± 1.7 歳）の6群に配置した。

### （各手技の実施方法）

- ① 持続伸張手技：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 SCPD 手技：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-b）。

SCPD 手技の抵抗量は、健常者を側臥位にして坐骨結節にピンチメーターを当て、同一セラピストの小指球でピンチメーターを通して坐骨結節に抵抗をかけて SCPD 手技を8回1分間隔で行い、再現性を検証した結果、級内相関係数は0.93であった。

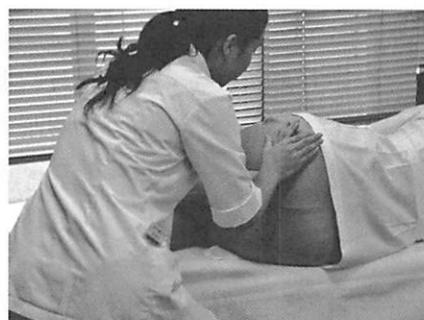
③ HR 手技：ハムストリングス伸張位で、下肢伸展-外転-内旋パターン方向に対し抵抗を加え、静止性収縮できる最大抵抗量で行った（図 1-c）。

### （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、膝関節を自動的に伸展させた時の伸展角度を測定する方法とした（図 2）。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名の理学療法士は測定側の股関節を90°屈曲位で固定し、自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名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名の学生は反対側下肢を固定した。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。



a) 持続伸張手技



b) SCPD 手技



c) HR 手技

図 1 各手技の方法

ホールド・リラックス手技と下部体幹に対する静止性収縮 (SCPD) 手技における  
 施行時間の差がハムストリングス伸張度に及ぼす効果  
 Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on  
 the active range of motion of the knee joints in normal young volunteers

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。

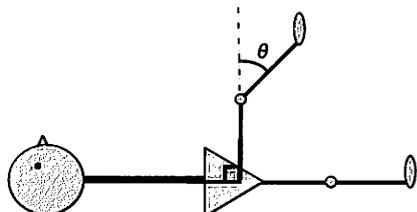


図2 膝関節伸展の測定方法

(データの分析)

各手技前の AROM と手技後の AROM との差で変化値を求め、個人と群（手技－施行時間）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後、有意差のあった要因の多

重比較検定 (Sheffè post hoc) を行った。有意水準は 5% 未満とした。

結果

1) 平均変化値

各群の平均変化値±標準偏差は、20 秒持続伸張手技群は -2.7 ± 9.1°、20 秒 SCPD 手技群は 4.6 ± 5.5°、20 秒 HR 手技群は 5.0 ± 2.4°、40 秒持続伸張手技群は 3.6 ± 3.4°、40 秒 SCPD 手技群は 8.2 ± 4.4°、40 秒 HR 手技群は 7.9 ± 6.5° であった (図3)。

2) 二元配置分散分析

算出された平均変化値について二元配置分散分析の結果、群の要因に危険率 1% で有意差が認められた (表 1)。

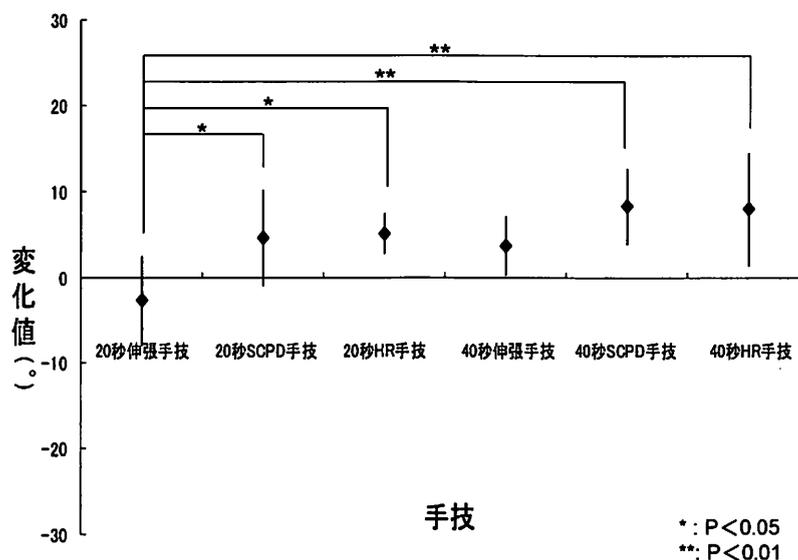


図3 各手技の AROM 変化値

表1 個人と群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	231.10	10	23.11	1.00	0.45
群	859.46	5	171.89	7.46	0.00*
誤差変動	1128.50	49	23.03		
全変動	2219.06	64			

\*: p<0.01

ホールド・リラックス手技と下部体幹に対する静止性収縮 (SCPD) 手技における  
 施行時間の差がハムストリングス伸張度に及ぼす効果  
 Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on  
 the active range of motion of the knee joints in normal young volunteers

表 2 各群間の多重比較検定

	20秒持続伸張手技群	20秒SCPD手技群	20秒HR手技群	40秒持続伸張手技群	40秒SCPD手技群	40秒HR手技群
20秒SCPD手技群	p<0.05		NS	NS	NS	NS
20秒HR手技群	p<0.05	NS		NS	NS	NS
40秒持続伸張手技群	NS	NS	NS		NS	NS
40秒SCPD手技群	p<0.01	NS	NS	NS		NS
40秒HR手技群	p<0.01	NS	NS	NS	NS	

NS: not significant

### 3) 多重比較検定

群の要因において Sheffè post hoc 検定を行った結果、20 秒持続伸張手技群と 20 秒 SCPD 手技群、20 秒 HR 手技群間において危険率 5% で有意差が認められ、20 秒持続伸張手技群と 40 秒 SCPD 手技群、40 秒 HR 手技群間において危険率 1% で有意差が認められた (表 2)。

### 考察

各手技において施行時間の違いによる効果の差は見られなかった。Bandy ら<sup>8)</sup> は持続伸張手技を用い、施行時間の違いによる効果の差を検証した結果、コントロール群、15 秒群、30 秒群、60 秒群の 4 群に配置し、週 5 回 6 週間持続伸張手技を実施した結果、30 秒および 60 秒の持続伸張手技は 15 秒もしくはコントロール群よりもハムストリングスの柔軟性が増加したが、30 秒群と 60 秒群で有意差が認められなかったことから、30 秒間のハムストリングスへの持続伸張手技の適応は 1 分間の持続伸張手技と同等の効果があることを示し、持続伸張手技の効果を得るために長時間持続伸張手技を適用することを疑問視している。我々の研究結果においても 20 秒と 40 秒では効果に差は認められなかったことから、Bandy らの考えと同様に、20 秒以上行っても効果に差がない可能性がある。

我々は第 10 回アジア理学療法学会におい

て、持続伸張手技と HR 手技及び SCPD 手技の施行時間の違いが、膝関節伸展 PROM に及ぼす即時的効果を検証した結果、40 秒持続伸張手技より 40 秒 SCPD 手技において有意に効果が認められた。しかし、各手技において施行時間の違いによる効果の差は見られなかった<sup>13)</sup>。今回の研究においては同手技を用い、施行時間の違いが膝関節伸展 AROM に及ぼす即時的効果を検証した結果、20 秒持続伸張手技群と比較し、20 秒 SCPD 手技群と 20 秒 HR 手技群が有意に膝関節伸展 AROM の増大が見られた。また、20 秒持続伸張手技群と比較し、40 秒 SCPD 手技群と 40 秒 HR 手技群において有意に膝関節伸展 AROM の増大が認められた。

Tanigawa<sup>3)</sup> や武富ら<sup>4)</sup> は、HR 手技で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 抑制により ROM が改善すると推定されている。この Ib 抑制によりハムストリングスが抑制され、膝関節 AROM が増大したと考えられる。

新井ら<sup>14,15)</sup> は、SCPD 手技で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。膝関節伸展 AROM の増大は、SCPD 手技直後のハムストリングスへの抑制効果のみでなく、SCPD 手技後の大腿四頭筋への促通効果により膝関節伸展 AROM が増大した可能性も考えられる。

ホールド・リラックス手技と下部体幹に対する静止性収縮 (SCPD) 手技における  
 施行時間の差がハムストリングス伸張度に及ぼす効果  
 Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on  
 the active range of motion of the knee joints in normal young volunteers

## 文献

- 1) 白谷智子, 村上恒二, 新井光男他: 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進手技がハムストリングス伸張度に及ぼす効果の比較. PNF リサーチ, 7: p.17-22, 2007.
- 2) 白谷智子, 新井光男, 小幡順一他: 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進手技が膝関節伸展他動可動域及び自動可動域に及ぼす効果. PNF リサーチ, 8: p.14-20, 2008.
- 3) Tanigawa MC: Comparison of the hold-relax procedure and passive mobilization on increasing muscle length. Phys Ther, 52: p.725-735, 1972.
- 4) 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.
- 5) Roberts JM, Wilson K: Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. Br J Sports Med, 33: p.259-263, 1999.
- 6) Handel M, Horstmann T, Dickhuth HH, et al: Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 76: p.400-408, 1997.
- 7) 清水千穂, 新井光男, 黒田剛一他: 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. PNF リサーチ, 7: p.79-84, 2007.
- 8) Bandy DB, Irion JM.: The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. Phys Ther, 74: p.845-852, 1994.
- 9) Feland JB, Myrer JW, Schultjues SS, et al.: The effect of duration of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. Phys Ther, 81: p.1110-1117, 2001.
- 10) Bonnar BP, Deivert RG, Gould TE.: The relationship between isometric contraction durations hold-relax stretching and improvement of hamstring flexibility. J Sport Med Phys Fitness, 44: p.258-261, 2004.
- 11) Nelson KC, Cornelius WL.: The relationship between isometric contraction durations and improvement in shoulder joint range of motion. J Sport Med Phys Fitness, 31: p.385-388, 1991.
- 12) Rowlands AV, Marginson VF, Lee J.: Chronic flexibility gains: effect of isometric contraction duration during proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques. Res Q Exerc Sport, 74: p.47-51, 2003.
- 13) Shiratani T, Arai M, Michele ES, et al.: Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the passive range of motion of the knee joints in normal young volunteers. 10<sup>th</sup> ACPT Congress. (Tokyo, Japan).
- 14) 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進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.
- 15) 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: p.195-200, 2006.

整形外科疾患における肩関節周囲筋群の抵抗運動が一侧下肢の  
股関節屈曲自動関節可動域に及ぼす影響

Effects of resistive shoulder joint exercise on the ROM of the hip joint  
in orthopedic patients with a lower extremity disorder

西浦 健哉 <sup>1)</sup>	新井 光男 <sup>2)</sup>	重松 栄一 <sup>1)</sup>
Kenzou Nisiura	Mitsuo Arai	Eiichi Shigematsu
瀬戸口 拓也 <sup>1)</sup>	手嶋 あけみ <sup>1)</sup>	梶原 丘行 <sup>1)</sup>
Takuya Setoguti	Akemi Teshima	Takayuki Kaziwara

**要旨：**整形外科疾患における一侧下肢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。一侧の下肢に整形疾患を呈した症例 13 名、平均年齢±標準偏差（53.38 ± 17.52）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）の各方向への約 5 秒間の静止性収縮をランダムに施行し、その後膝関節伸展位（Straight Leg Raising；SLR）の両側股関節屈曲（患側、健側）の AROM を測定し、安静後 AROM との変化率を比較した。二元配置分散分析の結果、静止性収縮肢の要因に有意差を認めた。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を認めた（ $p < 0.05$ ）。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、整形疾患を呈した症例に対しても、肩関節伸展・内旋肢位の静止性収縮の促進により、股関節屈筋群の運動単位の増大またはハムストリングスの反射性抑制が生じた可能性が示唆された。

**キーワード：**PNF、静止性収縮、遠隔反応

**Abstract :** We researched the immediate effects of resistive exercise of the shoulder joint on the active range of motion (AROM) of the hip joint in 13 orthopedic patients with a lower extremity disorder (mean age: 53.4 years). All subjects underwent 5 seconds of static contraction of the shoulder extensors (with about 70% of the maximum contraction) in three different shoulder positions: flexed, extended, and extended with internal rotation (PNF position) in the supine position. AROM of both hip joints was measured with the knee extended (Straight Leg Raising: SLR) after a short rest period for each resisted shoulder position. The results of a two-way ANOVA showed statistically significant differences for each static contraction position of the shoulder.

After analyzing the data, we found that the resistive PNF shoulder position resulted in greater hip AROM improvements in comparison with the flexed shoulder position ( $p < 0.05$ ).

These results suggest that there is a possibility of a remote effect from a sustained contraction of the PNF shoulder position, which may trigger a reflex inhibition of the hamstrings or encourage an increase in reflex excitability of the hip flexors.

**Key Words :** PNF, static contraction, remote reaction

### はじめに

我々は健常人を対象に肩関節の静止性収縮の方向により股関節屈曲の自動関節可動域（Active Range of Motion；AROM）に及ぼす影響について研究した。静止性収縮時の姿位と

して 2006 年は立位にて<sup>1)</sup>、2007 年は背臥位にて<sup>2)</sup> 行なった。結果、固有受容性神経筋促進法（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

1) 甘木中央病院  
Department of Physical Therapy, Amagi Thuou Hospital  
2) つくば国際大学  
Tsukuba International University

ROM 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 (Straight Leg Raising ; 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、発散等による遠隔関節筋群の収縮 (不随的収縮) 後のリラクゼ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<sup>8)</sup>。このように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、関節の可動域改善の効果が報告されている<sup>3-11)</sup>。名井らは<sup>3)</sup>、脳卒中後片麻痺患者を対象に PNF の骨盤後方下制の抵抗運動による静止性収縮促通 (sustained static contraction of posterior depression ; SCPD) 手技が患側の上肢関節にもたらす即時効果を持続伸張と比較し、SCPD 手技において有意な改善が認められたとしている。また新井らは<sup>4)</sup>、上肢関節の ROM 改善の処方となった整形外科疾患の患者を対象に、骨盤の SCPD 手技が上肢障害関節にもたらす即時効果を罹患筋の持

続伸張と比較して、SCPD 手技の方が有意な改善を示したと報告している。

本研究では、健常人のみではなく整形外科疾患の症例に対して、肩関節周囲筋群の抵抗運動による静止性収縮後に、股関節 AROM に変化が生じるか検証した。

## 対象と方法

### 1. 対象

本研究に同意が得られた一側下肢の整形外科疾患 (表 1) で治療中の 13 名 (男性 6 名 女性 7 名)、平均年齢±標準偏差 (範囲) 53.38 ± 17.52 (18-74) を対象とした。

### 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  $\mu$ 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 1 a) を測定した。

表 1 対象患者の診断名

診断名	計測日 (発症日より)
脛骨遠位端剥離骨折	37 日
脛骨骨折	974 日
脛腓骨開放骨折	160 日
足関節外果骨折	50 日
足関節外果骨折	45 日
足関節外果骨折	107 日
アキレス腱断裂	43 日
膝蓋骨骨折	29 日
第5足指不全断裂	71 日
膝内障, 内側副靭帯損傷	41 日
第5中足骨骨折	10 日
大腿骨転子部骨折	74 日
腓腹筋断裂	16 日

## 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・内旋肢位)、② 非 PNF 運動パターン (肩関節伸展肢位)、③ 非 PNF 運動パターン (肩関節屈曲肢位) 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、上肢は内旋位でボード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ボード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、上肢内旋位でボードにセンサーを接触させ、親指側と小指側両方でボード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患側股関節屈曲 AROM 膝関節伸展位 (患側 SLR) ②健側股関節屈曲 AROM 膝関節伸展位 (健側 SLR) の AROM を各静止性収縮前後に、各々測定した。

## 4) データの解析

安静後股関節屈曲 AROM の角度を基準値とし、次式による各静止性収縮後の AROM の改善率を算出し、静止性収縮肢位、AROM 測定肢位を要因とした二元配置分散分析を行なった後、有意差のあった要因の多重比較検定を行なった。

AROM 変化率 = (静止性収縮後股関節屈曲 AROM) / (安静後股関節屈曲 AROM)

## 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 2)



(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) の静止性収縮肢位時のセンサーの接触方法

図 1 静止性収縮肢位

表 2 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
患側 SLR	68.85 ± 17.03	78.54 ± 16.04	73.23 ± 16.81	71.31 ± 16.08
健康側 SLR	66.46 ± 14.77	77.08 ± 14.14	71.38 ± 14.13	70.69 ± 14.41

表 3 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	0.17	2	0.08	4.39	0.02*
AROM間	0.01	1	0.01	0.30	0.58
誤差変動	1.37	72	0.02		
全変動	1.54	77			

\* ; PNF<0.05

2) 二元配置分散分析

静止性収縮の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認めなかった(表3)。

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4、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。

表 4 多重比較検定

	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<.05
肩関節伸展肢位		NS

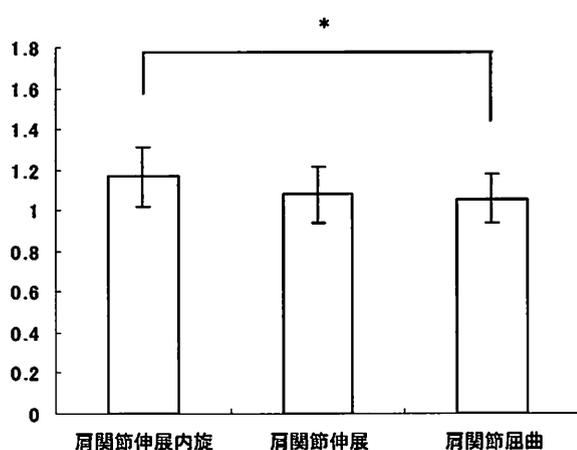


図 2 静止性収縮による AROM 改善度の変化率

考察

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整形外科疾患を対象に検証した結果、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原因として、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ことで、回旋筋群の収縮が加わることで、脊髄レベルの興奮性が高まり股関節屈曲筋群の参加が上昇した可能性が考えられる。

また、このような遠隔反応で上行性インパルスの報告として、新井ら<sup>9)</sup>は、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 秒後に有意な促進が生じたことにより、運動時の抑制後の促進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側手根屈筋 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、橈側手根屈筋への抑制作用が強く、その後、促進効果が大きいことを示唆した<sup>12)</sup>。下行インパルスの報告としては Jendrassik (1885) は上肢の随意収縮により下肢の腱反射が増強すると述べている。

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、整形外科疾患を呈した症例に対しても、肩関節伸展・内旋肢位の静止性収縮の促進により、下行性インパルスの発散による下行性脊髄固有反射が生じ、股関節屈曲筋群の運動単位の増大またはハムストリングスの反射性抑制が生じた可能性が示唆された。

また、肩関節伸展・内旋肢位の静止性収縮が肩関節屈曲肢位より有意に改善したことより、下行性インパルスの発散による SLR の AROM の改善において、有効なパターンの選択の必要性が示唆されたが、本研究においても、肩関節屈曲肢位は回旋を強調していないなど、他の静止性収縮肢位による効果の検証の必要性があると考えられる。

整形外科疾患の SLR の関節可動域改善の方法の1つとして、肩関節の伸展・内旋位での静止性収縮による遠隔操作が有効である可能性が示唆され、臨床場面において患側部のギプス固定による筋の萎縮・関節拘縮の予防に対する有効な治療方法として活用できる可能性が示唆された。

## 文献

- 1) 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 6 (1): 15-19, 2006
- 2) 西浦健蔵, 新井光男, 重松栄一・他: 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. PNF リサーチ 7 (1): 50-55, 2007
- 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) 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(1): 22-26, 2002
- 5) 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 (1): 43-47, 2003
- 6) 金本まゆみ, 清水一, 新井光男・他: 肩甲骨の抵抗運動が同側足関節の自動運動速度に及ぼす影響. PNF リサーチ 3 (1): 48-51, 2003
- 7) 重松栄一, 新井光男, 西浦健蔵・他: 上肢 PNF パターン方向の静止性収縮位置の相違が下肢伸展挙上角度に及ぼす影響. PNF リサーチ 8 (1): 21-26, 2008
- 8) 清水幸恵, 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継時的効果. PNF リサーチ 8 (1): 7-13, 2008
- 9) 田中良美, 新井光男: 関節可動域制限に対する PNF エビデンス. 理学療法 20 巻 6 号: 642-647, 2003
- 10) 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
- 11) 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
- 12) 新井光男: 手関節自動関節運動改善のアプローチ法の検討 - 上肢静止性収縮と下部体幹の静止性収縮が手関節自動関節運動に及ぼす影響, 広島大学, 2004

PNF を応用した股関節複合面運動と SLR を用いた一面運動が  
股関節周囲筋力に与える影響

The effects of PNF modified multiplane exercise and  
SLR single plane exercise on the strength of hip muscles

廣島 玲子<sup>1)</sup>  
Reiko Hiroshima

山田 恵子<sup>2)</sup>  
Keiko Yamada

乾 公美<sup>3)</sup>  
Kimi haru Inui

**要旨：**PNF（股関節屈曲 - 内転 - 外旋）を応用した股関節複合面運動と SLR（下肢伸展挙上運動）を用いた一面運動が股関節周囲筋力に与える影響を検討した。健常若年男性 32 人を非運動群、複合面運動群、一面運動群に分類し、実験開始時及び終了時に Cybex6000 を用いて股関節屈曲筋、伸展筋、外転筋、内転筋、外旋筋、内旋筋の筋力を測定した。両運動群はそれぞれの運動を 8RM の負荷量で 3 セット、週 3 回、6 週間実施した。複合面群は実験期間を通して一面群より少ない負荷量で運動したが、実験後に 6 筋群全ての筋力は有意に増加し、特に外転筋、内転筋、内旋筋では非運動群と比べて有意に増加した。一面群は実験後 3 筋群のみで有意に増加したが、非運動群との比較では有意差は無かった。複合面運動は低負荷で股周囲筋全体を筋力増強し、高負荷下での運動が困難な患者や高齢者に有効な運動である可能性が示唆された。

**キーワード：**PNF、複合面運動、一面運動、股関節周囲筋力

**Abstract :** The multiplane exercise, a modified form of the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) leg pattern (flexion-adduction-external rotation), and the single plane exercise using the straight leg raise (SLR) were investigated to determine their effects on the strength of hip muscles. Thirty-two healthy young males were divided into control, multiplane exercise and single plane exercise groups and all underwent isokinetic strength measurement with Cybex6000 before and after the 6-week training period. The strength of 6 muscle groups: flexors, extensors, abductors, adductors, internal rotators and external rotators, in the hip joint were measured. Both exercise groups performed 3 sets of exercise based on their respective 8 Repetition Maximum (RM), 3 times per week, for 6 weeks. The multiplane exercise group showed significant increases of strength in all 6 muscle groups, in spite of lifting lighter weights than the single plane group throughout the 6-week training period. The multiplane exercise group also showed significant differences of strength increases in the abductors, adductors and internal rotators as compared to the control group. The single plane exercise group showed significant increases of strength only in 3 muscle groups and no statistical differences compared to the control group. Therefore, the study suggests that the multiplane exercise is efficacious to increase the strength of all hip muscles with lesser resistance and could be appropriate for the patients and the elderly who have difficulty exercising with heavy resistance.

**Key Words :** PNF, multiplane exercise, single plane exercise, strength of hip muscles,

## 1. はじめに

多くの高齢者や患者が寝たきりなどの長期間に亘る活動量低下によって筋力低下を起し、

日常の生活動作が困難になっているといわれる。筋力低下は臨床理学療法で頻繁に取り上げられる課題であり、筋力増強を目的とした

1) 札幌医科大学大学院保健医療学研究科  
Graduate School of Health Sciences, Sapporo Medical University

2) 札幌医科大学保健医療学部一般教育科  
Department of Liberal Arts and Sciences, School of Health Science, Sapporo Medical University

3) 札幌医科大学保健医療学部理学療法学科  
Department of Physical Therapy, School of Health Science, Sapporo Medical University

運動療法は、疾病や障害の種類を越えて幅広い患者層に処方されている。従来の筋力増強トレーニングでは、例えば大腿四頭筋を鍛えるため足首に錘をつけて膝屈曲から伸展へと運動させるように、運動の主働筋に対し高負荷下で一面上の動きを行う方法が採用されている。しかし、筋力低下を呈する高齢者や疾患には、このような運動は逆に筋損傷を起すリスクが高くなる。

ヒトの日常生活やスポーツ動作では、例えばサッカーボールを蹴る時、股関節を屈曲するだけでなく股関節の内転や回旋を伴うように、複合面上を同時に動く動作が多い。このような複合面上の動きに着目した運動療法が、固有受容性神経筋促進法 (proprioceptive neuromuscular facilitation, 以下 PNF) である。PNF は、米国で 1950 年代に Kabot 医師と理学療法士である Knott らにより開発され、「固有受容器を刺激することにより、神経筋機構の反応を促進する方法」<sup>1)</sup>と定義されている。PNF は螺旋かつ対角線上を 3 次元で動くという特有の PNF 運動パターンを有し、筋の走行や関節面の動きを考慮して考案された運動であるため、実際のヒトの日常生活での動きと類似している。そこで、著者らは筋力増強トレーニングを行うに際し、上述のような特徴を持つ PNF 運動パターンが、効率的且つ有効な運動となり得ると考えた。しかし、今まで PNF に関しては、PNF 肢位による運動ニューロンの興奮<sup>2,3)</sup>、中枢神経系の覚醒<sup>4,5)</sup>、筋反応時間の短縮<sup>6)</sup>など神経筋機構への効果や PNF ストレッチ法の効果<sup>7,8,9)</sup>などが多く報告される一方で、PNF 運動パターンを使って筋力増強効果を検討した研究<sup>10,11,12)</sup>は未だ少ない。

そこで本研究では、股関節の動きに焦点をあて、PNF の下肢運動パターン、即ち股関節屈曲 - 内転 - 外旋運動に着目し、この複合面運動が股関節周囲筋群に与える筋力増強効果を検討した。さらに、複合面運動の効果をよ

り明らかにするため、対照として下肢伸展位挙上 (straight leg raise, 以下 SLR) を用いた一面運動群および非運動群を設定し、その筋力増強効果を比較検討した。

## 2. 対象

身体に整形外科的・神経学的疾患や痛みを持たない 18 ~ 25 歳の健常男性 32 人を対象に実験を行った。対象者全員に実験期間中の運動は 1 回 2 時間以内、週 3 回以下にすることを確認し、さらに運動量管理を目的に毎日の活動日誌をつけることを依頼した。実験開始前に全対象者に書面および口頭により本研究の趣旨を十分に説明し、同意を得られた者を本実験の対象者とした。全対象者を無作為に、複合面運動群 11 人 (以下、複合面群)、一面運動群 11 人 (以下、一面群)、運動を課さない非運動群 10 人の 3 群に分類した。

## 3. 方法

### 1) 複合面運動群

複合面運動群は、PNF 下肢パターン (股関節屈曲 - 内転 - 外旋, 膝伸展保持)<sup>1,13)</sup>を応用した複合面運動を実施した。対象者は治療台に背臥位となり、運動側下肢を開始肢位 (股関節伸展 0 度、外転 20 度、内旋 5 度、膝伸展保持および足関節底屈) の状態 (図 1A-1) から、股関節を中心に 3 方向 (股関節屈曲 45 度、内転 20 度、外旋 20 度、膝伸展保持および足関節背屈) への動き (図 1A-2) を行った。

### 2) 一面運動群

一面運動群は、SLR<sup>14)</sup>を用いた一面運動を実施した。対象者は治療台に背臥位となり、運動側下肢を開始肢位 (股関節伸展 0 度、内外転中間位、内外旋中間位、膝伸展保持) の状態 (図 1B-1) から、股関節を屈曲 45 度 (股関節内外転および内外旋は中間位を保持、膝伸展保持) の方向 (図 1B-2) へ動かした。

PNF を応用した股関節複合面運動と SLR を用いた一面運動が股関節周囲筋力に与える影響  
 The effects of PNF modified multiplane exercise and SLR single plane exercise on the strength of hip muscles

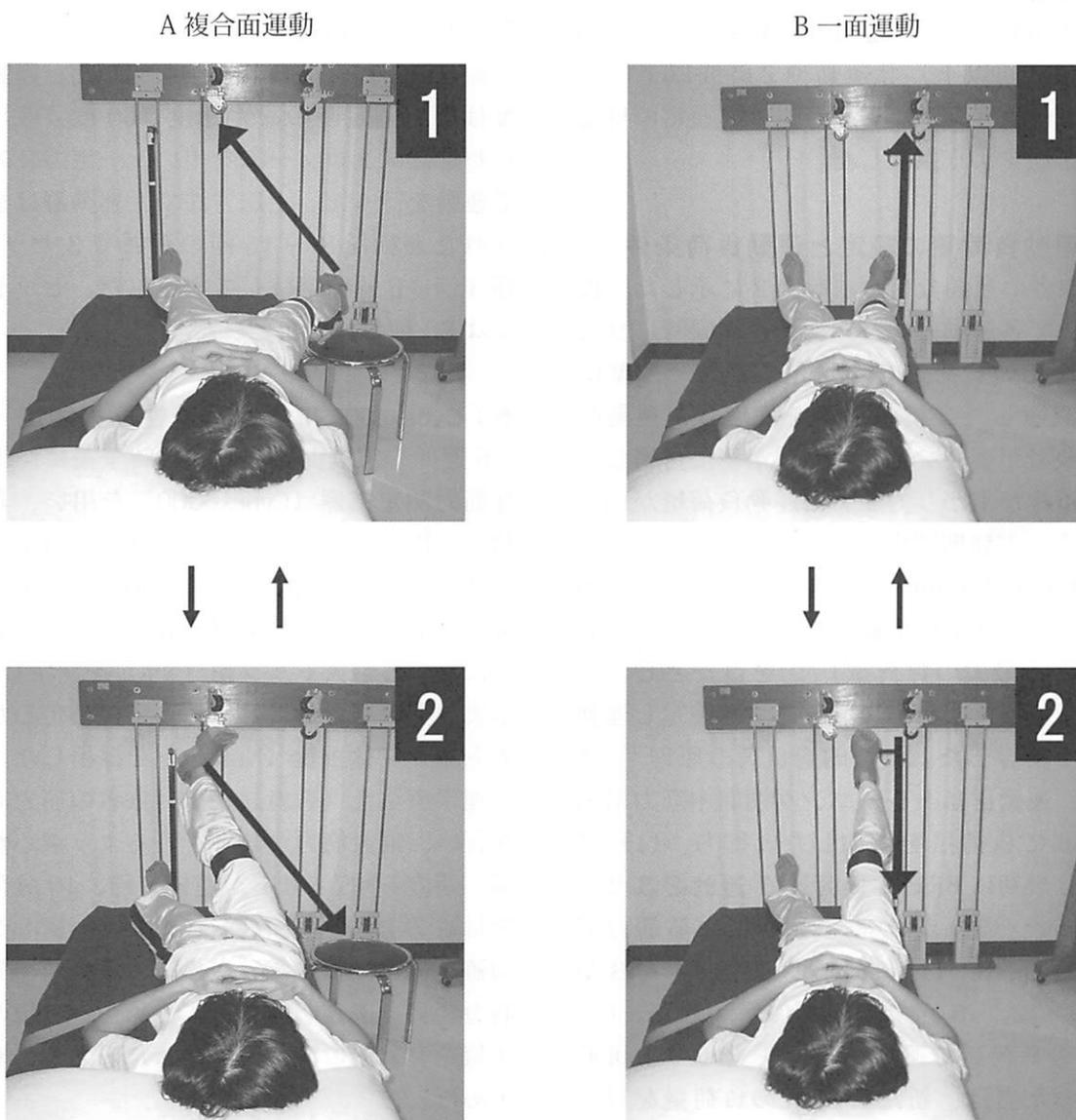


図1 複合面運動と一面運動

- A 複合面運動：開始肢位（股関節伸展0度、外転20度、内旋5度、膝伸展保持および足関節底屈）の状態（A-1）から、股関節を中心に3方向への動き（股関節屈曲45度、内転20度、外旋20度、膝伸展保持および足関節背屈）（A-2）を繰り返した。
- B 一面運動群：開始肢位（股関節伸展0度、内外転中間位、内外旋中間位、膝伸展保持）の状態（B-1）から、股関節を屈曲45度の方向への動き（股関節内外転および内外旋は中間位を保持、膝伸展保持）（B-2）を繰り返した。

### 3) 非運動群

非運動群には、6 週間の実験期間中は定期的（週 3 回以上）な運動や 2 時間以上のレクリエーションスポーツを避け、通常の日常生活を過すよう指示した。

### 4) 運動負荷量の設定と運動負荷条件

対象者の運動負荷方法を図 2 に示した。複合面上で各運動方向（三次元）に同時に負荷を加えその負荷量を定量化するため、壁に固定設置した 2 機の滑車を使用し、運動時に対象者が下肢を動かすと、滑車に付属している重錘が上がり対象者に運動負荷量が増えられる。実験期間中の負荷量は各対象者の 8 Repetition Maximum（8RM：指示された運動を正しい方法で代償動作なく 8 回連続して施行できる最大の負荷量）<sup>15)</sup> を目安とし、同一理学療法士が毎回最大負荷量を設定し運動方向を指導した。漸増的過負荷の原理<sup>15)</sup>に従い、運動群はトレーニング期間中筋力増強に応じて負荷量を増加した。即ち、(1) 対象者は最初に 8RM の負荷量で運動を 3 セット行った。(2) トレーニングによる筋力増強に応じ、8RM の負荷量で運動回数を 8 から 10、12、15 回まで徐々に増加した。(3) 8RM の負荷量で運動が 15 回、3 セット可能になった者は、新たな 8RM の負荷量を設定

し、運動を 8 回、3 セット行った。実験期間中は対象者の筋力増強に合わせ、(1) ~ (3) を繰り返し徐々に負荷量を増加した。運動速度は筋力測定時の設定速度（60 度 / 秒）に合わせたメトロノームを用い、一定のリズムで運動を行った。上記方法で、運動群は指示された運動を 8 ~ 15 回の範囲で 3 セット、週 3 回、6 週間継続して実施した。セット間には 60 秒の休息をとった。

### 5) Cybex6000 による等速性筋力測定

6 週間の実験開始前および終了後に、等速性筋力測定機器（Cybex6000）を用い、非運動群、複合面群、一面群における全対象者の股関節周囲 6 筋群、即ち屈曲筋群、伸展筋群、外転筋群、内転筋群、外旋筋群、内旋筋群における最大トルク値（Nm）を測定した。本実験での筋力値には、体重で標準化した最大トルク・体重比（Nm/kg）を採用した。同一理学療法士（著者）が全対象者の筋力測定を行い、最大筋力が発揮されるよう求心性収縮、速度 60 度 / 秒で、連続 5 回、10 分休憩をはさみ再び連続 5 回行い、最大トルク平均値を体重で除した。さらに、実験前後での筋力変化をより明確に表すため、実験後の測定値を実験前の測定値で除した筋力変化率も求めた。

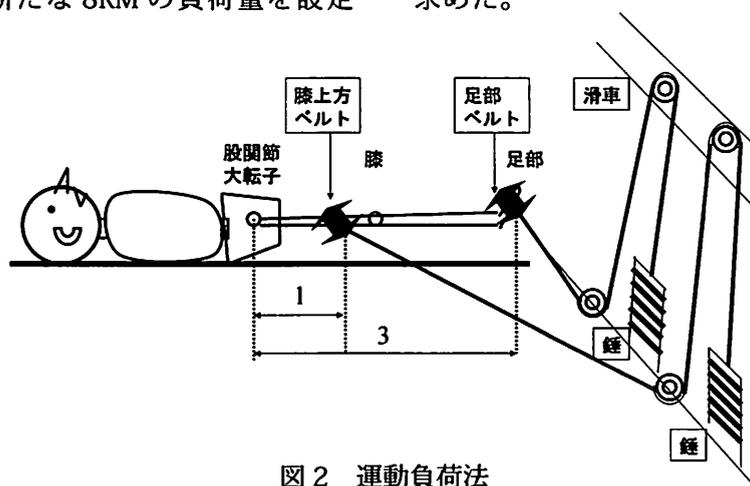


図 2 運動負荷法

対象者は背臥位にて、大腿骨大転子から膝蓋骨上方部までの距離を 1 とし膝上方ベルトを装着、その 3 倍の距離に足部ベルトを装着した。壁に固定設置された 2 機の滑車（直径 7cm）とベルトをワイヤー（直径 0.2mm）でつなぎ、対象者が下肢を動かすと一定の運動負荷量がかかる。

## 6) 股関節屈曲筋力および伸展筋力測定

対象者は滑り止めマットを敷いた治療台に背臥位となり、測定肢の股関節が測定機器ダイナモメーターの軸と整列するように大腿骨大転子より 2cm 頭内側に軸を合わせ、胸部、骨盤、対側下肢を 3 本のベルトおよびタオルで固定し、更に体幹側部を金属性仕切りで固定した。アダプターカフは膝蓋骨よりやや上方の大腿遠位部にベルクロベルトで固定し、同じ対象者のダイナモメーター軸からアダプターカフまでの距離は毎測定に同距離を使用した。測定は股関節屈曲角度 0～45 度、膝は運動時と同様伸転位を保持するよう対象者に指示した。

## 7) 股関節外転筋力および内転筋力測定

対象者は側臥位で、測定肢股関節をダイナモメーター軸に合わせ、体幹、対側下肢を固定した。アダプターカフは膝蓋骨よりやや上方に固定した。測定角度は股関節外転 45 度～内転 15 度とし、膝伸転位を保持するよう指示した。

## 8) 股関節外旋筋力および内旋筋力測定

足関節による代償動作を除外するため腹臥位で<sup>16)</sup>行った。測定肢膝関節を 90 度屈曲し、膝蓋骨中央をダイナモメーター軸に合わせ、体幹、対側下肢を固定した。アダプター

カフは脛骨内果上方部にベルクロベルトで固定した。測定角度は股関節外旋 45 度～内旋 45 度とした。

## 9) データ分析

上記 6～8) の方法による Cybex6000 筋力測定の信頼性を確認するため、同一検者(著者)が同日内での測定(日内測定)および 7 日間隔をおいての測定(7 日隔測定)を行い、級内相関係数(Intraclass Correlation Coefficiency、以下 ICC)を求めた。両運動群における最大負荷量の比較、および筋力測定から得られた最大トルク・体重比の運動前後差の比較は対応のある t 検定を用いた。また、各筋群における実験前後の筋力変化を複合面群、一面群、非運動群の 3 群間で比較するため、反復測定による 2 元配置分散分析及び Tukey-KramerHSD 多重比較検定を用いた。なお、全ての統計分析は SPSS 13.0J for windows を使用して行い、有意水準を 5%とした。

## 4. 結果

## 1) 対象者の身体特性

本実験における全対象者の身体特性を表 1 に示した。非運動群、複合面群、一面群の 3 群間には年齢、身長、体重、体脂肪率において統計的な差はなかった ( $p < 0.05$ )。

表 1 対象者の身体特性

	人数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)
全体	32	22.0±2.3	172.3±5.7	67.5±11.5	19.4±5.7
非運動群	10	22.8±2.0	174.2±5.2	68.6±12.3	18.5±7.3
複合面運動群	11	22.1±2.5	170.3±7.3	64.0±12.0	19.4±4.3
一面運動群	11	21.2±2.2	172.5±4.0	70.1±10.2	20.3±5.6

表示は平均値±SD

## 2) 級内相関係数

### (Intraclass Correlation Coefficient, ICC)

本実験のCybex6000による筋力測定方法の信頼性を検証するために、同一検者（筆者）による同日内での測定（日内測定）および7日間隔をおいての測定（7日隔測定）を行い、ICCを求め、その結果を表2に示した。日内測定におけるICCの値は0.873～0.926、7日隔の測定におけるICCは0.611～0.881であり、十分な信頼性が得られた（ $p < 0.05$ ）。

## 3) 複合面群と一面群における最大負荷量の増加

6週間の実験終了時の平均最大負荷量は、複合面群で膝上部  $11.52 \pm 2.52\text{kg}$ 、足部  $4.25 \pm 0.99 \text{ kg}$ 、一面群で膝上部  $13.41 \pm 1.71\text{kg}$ 、

足部  $4.75 \pm 0.65 \text{ kg}$ であった。図3より明らかな様に、一面群は全実験期間を通して複合面群より重い負荷量を使用して運動を実行していた。

## 4) 等速性筋力測定による股周囲筋力変化

3群における実験前後の股関節周囲筋の平均筋力値変化（Nm/kg）を筋群別に表3に示した。非運動群はどの筋群にも実験前後に有意な筋力変化は見られなかった。複合面群では屈曲筋群、伸展筋群、外転筋群、内転筋群、外旋筋群、内旋筋群と6筋群全てにおいて実験前と比べ実験後に有意な筋力増加を示し（ $p < 0.05$ ）、一面群では内転筋群、外旋筋群、内旋筋群の3筋群が有意な筋力増加を示した（ $p < 0.05$ ）。

表2 同一検者によるCybex6000筋力測定の信頼性

ICC (被験者数)	屈曲筋	伸展筋	外転筋	内転筋	外旋筋	内旋筋
日内測定 (n=10)	0.926 †	0.911 †	0.888 †	0.891 †	0.873 †	0.916 †
7日隔測定 (n=10)	0.833 †	0.842 †	0.844 †	0.881 †	0.611 *	0.615 *

† :  $p < 0.01$       \* :  $p < 0.05$

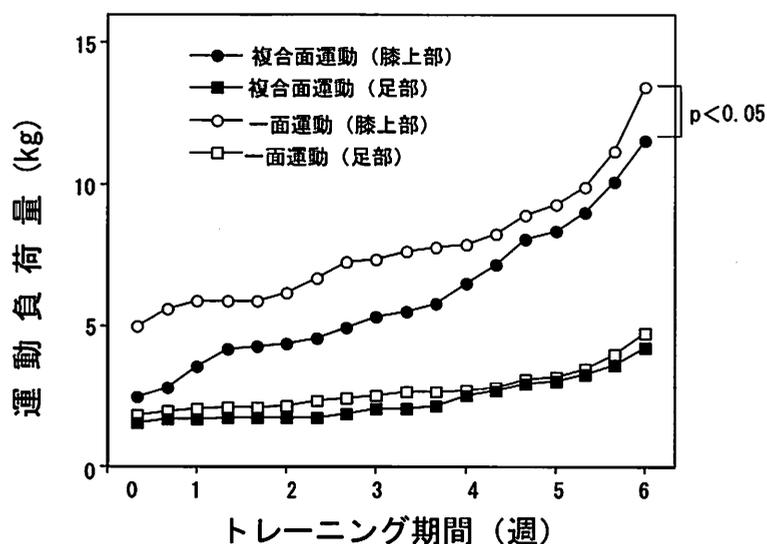


図3 複合面運動群と一面運動群における運動負荷量の変化  
対象者が運動で使用した滑車の重錘量を運動負荷量として示した。

PNF を応用した股関節複合面運動と SLR を用いた一面運動が股関節周囲筋力に与える影響  
 The effects of PNF modified multiplane exercise and SLR single plane exercise on the strength of hip muscles

表 3 実験前後における股関節周囲筋力の変化

最大トルク・体重比 (Nm/kg)	非運動群		複合面運動群		一面運動群	
	前	後	前	後	前	後
屈曲筋	225.2±32	216.2±38	234±31	253.7±40 *	234±25	248.9±30
伸展筋	257.9±46	252.3±43	246.1±36	299.9±52 *	256.8±48	286.7±59
外転筋	197.7±29	207.1±32	214.4±28	252±42 *	217.4±287	236.5±31
内転筋	173.7±40	178.9±37	197±31	257.3±35 *	188.5±45	225.6±49 *
外旋筋	71.1±11	77.6±22	84.9±16	93.8±13 *	73.7±12	92.6±24 *
内旋筋	66.5±9.8	75.5±23	80.8±22	97±22 *	70.9±12	84±19 *

\*: p<0.05で実験前後で有意差あり

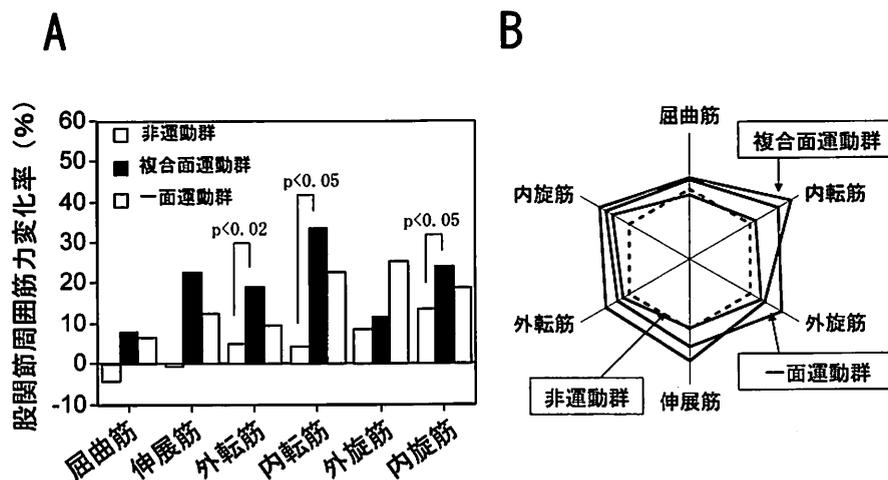


図 4 実験前後での股周囲筋力変化率

非運動群、複合面群、一面群の3群間における実験前後の筋力変化を比較した。  
 A: 各筋群における筋力変化率を3群間で比較。  
 B: 6筋群での変化率のまとめ。点線は変化なしを示す。

さらに、各筋群における実験前後の筋力変化率を図4に示した。非運動群、複合面群、一面群の3群間で比較したところ、複合面群は、外転筋群、内転筋群、内旋筋群の3筋群において、非運動群に比べ有意な筋力増加を示した(外転筋;  $p < 0.02$ 、内転筋と内旋筋;  $p < 0.05$ )。しかし、一面群は非運動群との間に有意差は認められなかった。Tukey-KramerHSD 多重比較検定により非運動群、複合面群、一面群を総合的に比較(実験前後、6筋群、3群)したところ、複合面群と非運動群の間のみ統計的な有意差が認められた( $p < 0.05$ )。以上より、複合面運動は股関節周囲筋全体に筋力増強効果があることが示された。

### 5. 考察

若年健常男性32人を対象に、6週間の複合面運動と一面運動が、股関節周囲6筋群の筋力に与える影響を検討した。非運動群は実験期間の前後で筋力変化は見られなかったが、複合面群は実験後に股関節周囲6筋群全てにおいて有意な筋力増加を認めた。一面群では実験後に有意な筋力増加を示したのは内転筋群、外旋筋群、内旋筋群の3筋群においてのみであったが、残りの3筋群でも増加傾向が見られた。この結果より、本実験の運動による筋力増強効果が示された。Nelsonら<sup>10)</sup>は徒手抵抗によるPNFを使った運動とトレーニング機器を使ったウエイト運動(ベンチプレスとレッグプレス)を8週間実施し、

両運動群共に膝伸展筋と肘伸展筋の2筋群において有意な筋力増加を得たと報告している。また、Kofotolisら<sup>11)</sup>は8週間のPNF運動とisokinetic等速性運動を比較し、どちらの運動も筋線維のタイプ占有率や横断面積が変化したと報告している。本研究で施行した複合面運動も、これら報告同様、筋力増強に有効な方法であることが示された。

次に、複合面運動による股関節周囲の筋力増強効果の特徴について、一面運動と比較しながら述べる。複合面運動は一面運動と異なり、同時に3方向に動く運動であるため、より多くの筋が積極的に動員され活性化されて、筋力増加につながったと考える。羽崎ら<sup>17, 18)</sup>はPNF下肢パターン(股関節屈曲—内転—外旋, 膝伸展保持)の運動を行った際に、大腿直筋、外側広筋、内側広筋斜頭、内転筋の筋活動が活発化され、さらに他の筋でも低いながら筋活性化が認められたことを表面筋電図によって確かめている。本実験では筋電図等による筋活動を測定していないが、複合面運動の主働筋となる股関節屈曲筋群、内転筋群、外旋筋群の筋活動は活発化され、その結果筋力増強が観察されたと考える。また、複合面運動では主働筋だけでなく、伸展筋、外転筋、内旋筋も筋力が増加した。この理由としては、これらの筋が複合面運動において拮抗筋として働き、6週間のトレーニングの結果主働筋同様に筋力増強効果を得たのではないかと推察する。さらに、刺激に対する反応が身体他部にも拡大するというPNFの発散効果(irradiation)<sup>19, 20)</sup>により、主働筋以外にも多くの筋が同時に働く集合運動が生じ、効率的な筋力発揮に貢献した可能性も考えられる。また、複合面運動では3方向に負荷が分散されるため、各筋群にかかる負荷量は異なりそれに対応する筋の活動にも違いがあったと考える。一方、屈曲という一方向のみの動きである一面運動では、比較的単純な動作を相当量の負荷下で実行したために、主働筋以外の筋が骨盤や下肢の安定

性を保つことに働き、その結果として複合面群より少ないながらも股周囲6筋群全ての筋力が増加した可能性が考えられる。

また、PNFの効果については、PNF運動パターン肢位、特に回旋筋の関与による脊髄運動ニューロンの興奮性の増大<sup>2)</sup>、固有受容器を通しての中樞神経の覚醒<sup>4, 5)</sup>、PNF特有の対角・螺旋運動による筋の反応時間の短縮<sup>6)</sup>、発生張力の増大など行動覚醒の効果<sup>21)</sup>が報告されている。これらPNFの神経筋機構への促進効果により、筋力を増強させる主な2つのメカニズムである神経要因と筋肥大要因の中の神経要因が刺激され、筋力増強が得られたと推測する。すなわち、複合面運動は一面運動に比べて複雑な動きを実行する運動であるため、脳や神経筋機構の活性化が必要となり高い集中力が要求され、それが複合面群の筋力増強により高い効果をもたらした可能性も考えられる。

一方、複合面及び一面の両運動の主働筋である股関節屈曲筋群に注目すると、筋力増加率は複合面群8%、一面群7%であり、他の筋群の増加に比べ顕著に低い値であった。本実験の対象者は健常若年男性であり、実験期間中は激しい運動や定期的な運動を避けるように全対象者に指示したが、健常若年男性の場合、日頃から様々な日常動作によって股関節屈曲筋群は活発に活動し、実験段階ですでに高い筋力を保有していた可能性が考えられる。それに対して、股関節回旋筋群は日常動作において積極的に活動することが少ない筋群である。本実験の運動群対象者は高負荷下での運動を定期的に行ったことで回旋筋群が活性化され、その結果として回旋筋群が大きな筋力増加を示したのではないかと考える。Nelsonら<sup>10)</sup>は前述の報告でPNFを使った運動群は、投球距離やジャンプ高において著しい向上を示したことを報告している。本研究のPNFを応用した複合面運動でも今後は筋力変化のみならず、日常機能的な評価も必要であろう。

臨床リハビリテーションの場面では、廃用性筋力低下を呈する高齢者や整形外科疾患により筋力が低下した患者がADLの低下、異常歩行、関節の不安定性等を訴え、それに対して筋力増強を目的とした運動療法が処方されている<sup>12)</sup>。このような患者に対して、従来の量的な負荷を与える筋力増強トレーニングを行うことが困難な場合や、訓練中の事故を回避するために、少ない負荷量で股関節周囲筋全体に筋力増強をもたらすことができるPNFを応用した複合面運動を取り入れていくことが重要であると考えられる。

## 6. まとめ

本研究は、PNFを応用した股関節複合面運動が股関節周囲筋力に与える影響を検討するために、PNF複合面運動とSLRを使った一面運動を6週間トレーニングし、Cybex6000を使って股関節周囲6筋群の筋力変化を測定した。両運動群は共に実験前と比較して筋力が増強したが、複合面運動は一面運動よりも低負荷量にもかかわらず高い筋力増加を示した。本研究結果より、筋力増強を目的とした運動プログラムを立案する際、従来行われてきた一面運動に加え、低負荷で高い筋力増強効果をもつ複合面運動を取り入れていくことを提案する。また、複合面運動は、特に高負荷で運動することが困難な患者や高齢者の筋力トレーニングに適しており、日常生活動作の改善や運動機能向上につながる運動療法の1つとなる可能性が示唆された。

## 文献

- 1) 柳澤健, 乾公美編: PNFマニュアル. 改訂第2版. p1-2. 南江堂. 東京. 2005.
- 2) Yanagisawa K, Nakamura R: Effects of facilitating position on H-reflex. 11<sup>th</sup> International Congress of the WCPT, Proceedings, 1025-1027, 1991.
- 3) 中丸宏二, 柳澤健: 上肢PNF肢位と頸部回旋位との組み合わせ肢位変化がヒラメ筋H波に及ぼす影響. 日本保健科学学会誌. 8 (1): 46-50, 2005.
- 4) Chida T, Nakamura R: EEG changes induced by passive postural changes. J Human Ergol, 12:217-218, 1983.
- 5) Nakamura R, Kosaka K: Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation on EEG activation induced by facilitating position in patients with spinocerebellar degeneration. Tohoku J Experimental Medicine, 148 (2): 159-161, 1986.
- 6) Nakamura R, Viel E: The influence of position changes in the proximal joint on EMG-recorded reaction time on key muscles in the human extremity. 7<sup>th</sup> International Congress of the WCPT, Proceedings, 119-123, 1974.
- 7) Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML, et al: Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characteristics of the ankle in active women. J Strength & Conditioning Research, 21 (2): 572-577, 2007.
- 8) Olivo SA, Magee DJ: Electromyographic assessment of the activity of the masticatory using the agonist contract-antagonist relax technique and contract-relax technique. Manual Therapy. 11 (2): 136-145, 2006.
- 9) Davis DS, Ashby PE, McCale KL, et al: The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. J Strength & Conditioning Research, 19 (1): 27-32, 2005.
- 10) Nelson AG, Chambers RS, McGown CM, et al: Proprioceptive neuromuscular facilitation versus weight training for enhancement of muscular strength and athletic performance. J Orthop Sports Phys Ther, 7 (5): 250-253, 1986.

- 11) Kofotolis N, Vrabas IS, Vamvakoudis E, et al: Proprioceptive neuromuscular facilitation training induced alterations in muscle fibre type and cross sectional area. *Br J Sports Med*, Mar 39 (3) : e11, 2005.
- 12) 加藤浩, 奥村晃司, 木藤伸宏: 股関節周囲筋の廃用性筋力低下に起因した歩行障害に対する筋の質的トレーニングの有効性. *健康医科学研究助成論文集*, 3 : 47-55, 2005.
- 13) Adler SS, Beckers D, Buck M: PNF in practice. 2<sup>nd</sup> revised edition. p180-186. Springer-Verlag. Berlin. 2000.
- 14) Kisner C, Colby LA: Therapeutic exercise: foundations and techniques. 4<sup>th</sup> edition. p550. F.A.Davis. Philadelphia. 2002.
- 15) Baechle TR, Earle RW: ストレングストレーニング&コンディショニング. 石井直方監修. 2<sup>nd</sup> edition. p431-463. ブックハウス・エイチディ. 東京. 2002.
- 16) Simoneau GG, Hoening KJ, Lepley JE, et al: Influence of hip position and gender on active hip internal and external rotation. *J Orthop Sports Phys Ther*. 28:158-164, 1998.
- 17) 羽崎完, 市橋則明, 森本勝則, 他: 下肢 PNF パターンの筋電図学的分析—中間域における検討—. *理学療法学*. 23 (4) : 211-217, 1996.
- 18) 羽崎完, 池添冬芽, 浅川康吉, 他: 下肢 PNF 施行中の股関節周囲筋筋活動. *体力科学*. 45 (6) : 811, 1996.
- 19) 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及ぼす影響. *理学療法科学*. 21 (3) : 233-237, 2006.
- 20) Pink M: Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. *Phys Ther*. 61:1158-1162, 1981.
- 21) Fujita M., Nakamura R: The effect of PNF positions of the upper extremity on rapid knee extension. *Tohoku J Exp Med*. 150:31-35, 1986.

## 関節圧縮時間の違いが片脚立位重心動揺に及ぼす影響

The effects of the difference of joint approximation time on sway of gravity center  
at single-legged standing after joint approximation

竹内 絵美  
Emi Takeuchi

鳥居 直美  
Naomi Torii

白井 正樹  
Masaki Shirai

**要旨：**本研究の目的は、関節圧縮時間の違いが圧縮解放後の片脚立位重心動揺に及ぼす影響について検証することである。対象は健康成人 12 名（平均年齢 30.5 歳）とし、関節圧縮は被検者の肩甲帯上面に徒手筋力測定器をあて、同側の足底に向かって約 100N の力で徒手により実施した。関節圧縮時間は 0 秒（非圧縮）、5 秒間、15 秒間、30 秒間、60 秒間とし、各関節圧縮終了後、被検者は開眼にて 30 秒間の片脚立位重心動揺を計測した。パラメータには総軌跡長、単位時間軌跡長、外周面積を用いた。また、各パラメータの圧縮時の値を非圧縮時の値で除し、減少率を算出した。結果は、いずれのパラメータも減少率に差は認められず、圧縮時間の違いによる重心動揺に差はなかった。一方で、非圧縮時との比較では、15 秒以上の関節圧縮で総軌跡長、単位時間軌跡長が有意に減少しており、この変化が関節圧縮後の静的姿勢安定に寄与している可能性が考えられた。

**キーワード：**関節圧縮時間、重心動揺、静的姿勢安定

**Abstract :** The joint approximation (JA), one of the facilitation technique of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) is used for enhancing postural stability. Although the effects of the JA has been reported in previous studies, it has not been discussed about the effective duration to apply JA for postural stabilization.

The purpose of this study was to investigate the influence of the difference in duration to apply JA on sway of gravity center at single-legged standing after approximation. Twelve healthy adults (6 males and 6 females,  $30.5 \pm 14.4$  years of age) participated in this study. Subjects stood by their double-legs and were loaded pressure of about 100N on their shoulder girdle inferiorly by examiner using manual muscle tester, for five different durations, 0 second (non-approximation, 0s), 5 seconds (5s), 15 seconds (15s), 30 seconds (30s) and 60 seconds (60s) randomly (5 trials). After JA of each duration, postural sway was evaluated at single-legged standing on a stabilimeter with eye open for 30 seconds and LNG, LNG/TIME and ENV AREA were recorded. The subjects took five minutes rest between each trial. The ratios of these parameters to those of 0s were calculated and compared with each other. The ENV AREA and its ratios were similar between each durations. The LNG and LNG/time of 15s, 30s and 60s were significantly lower than those of 0s. The results showed that JA applied on the subject's shoulder girdle at double-legged standing for duration over 15 seconds decreased the velocity of center of gravity (COG). The low COG velocity maintains the COG within the same base of support at static postural control readily.

This findings suggest that JA of duration over 15 seconds are effective for static postural stabilization.

**Key Word :** joint approximation / sway of gravity center / static postural stability

## はじめに

関節圧縮は固有受容性神経筋促進法 (proprioceptive neuromuscular facilitation ;PNF)

の促進要素の1つであり、圧縮によって引き起こされる姿勢反射が筋収縮力を高め、姿勢の安定と保持を向上させるといわれている<sup>1)~4)</sup>。

東芝林間病院 リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Toshibainkan Hospital

関節圧縮は2つの関節面が近づくように四肢または体幹から関節に対し圧迫を行う。その際、セラピストは筋群に期待する反応が得られるまで、圧縮と抵抗を加える<sup>2)</sup>。

先行研究では関節圧縮により一過性に脊髄運動細胞の興奮性を高めた<sup>5)</sup>、あるいは圧縮刺激中の静的・動的バランスが改善した<sup>12)</sup>との報告がなされている。しかし、関節圧縮に関する報告は少なく、特に圧縮時間に関する研究はみられない。そこで本研究では関節圧縮時間の違いが圧縮解放後の片脚立位重心動揺に及ぼす影響について検証した。

### 方法

本研究の目的を説明し、同意の得られた健康成人12名(男性6名、女性6名)を対象とした。身体特性(平均±標準偏差)は身長165.0±22.9 cm、体重58.1±15.3 kg、年齢30.5±14.4歳であった。

被検側(圧縮側、片脚立位時の支持脚)の決定は予め片脚立位を指示した際に自然と支持脚となった側とし、右下肢6名、左下肢6名であった。

関節圧縮施行時の被検者の姿勢は自然立位とした。関節圧縮の方法は、被検者の後方に設置した台上から検者が徒手筋力測定器(日本メディックス、パワートラックII)を被検者の被検側肩甲帯上面にあて、約100Nの力で同側の足底に向かって徒手により実施した(図1)。関節圧縮時間は0秒(非圧縮)、5秒間、15秒間、30秒間、60秒間の5実験とし、実験毎に5分間の休憩を入れた(表1)。また、実験の順番は無作為とした。

関節圧縮終了後、被検者は両腕を胸の前で組み、視線を前方1.5mの位置に設置した目標点に固定させた状態で、関節圧縮側と同側を支持脚とした片脚立位を膝関節軽度屈曲位で30秒間、開眼にて保持した。重心動揺の計測は、片脚立位時の30秒間とし、アニマ社製グラビコーダーG30を用いて、サンプ

リング周期50ミリ秒で施行した。パラメータには総軌跡長、単位時間軌跡長、外周面積を用いた。



図1 関節圧縮施行中

表1 実験のプロトコル

実験1	実験2	実験3	実験4	実験5
休憩5分	休憩5分	休憩5分	休憩5分	休憩5分
静立位 60秒	静立位 55秒	静立位 45秒	静立位 30秒	圧縮 60秒
	圧縮 5秒	圧縮 15秒	圧縮 30秒	
片脚立位 30秒	片脚立位 30秒	片脚立位 30秒	片脚立位 30秒	片脚立位 30秒

### (統計処理)

非圧縮時と比較した場合、圧縮時の重心動揺に差が認められるかを反復測定分散分析にて検定した。その結果、有意差が認められたパラメータに関して対照群との比較を行うDunnettの多重比較を行った。次に5秒間から

関節圧縮時間の違いが片脚立位重心動揺に及ぼす影響  
The effects of the difference of joint approximation time on sway of gravity center  
at single-legged standing after joint approximation

60 秒間までの圧縮時間の違いによる重心動揺の差異を検定するため、以下の式を用いて非圧縮時の値を基準とした減少率を算出し、その結果を一元配置分散分析にて検定した。

有意水準は全て 5% 未満を有意とした。

減少率 = (1 - 各圧縮時間の実測値 / 非圧縮時の実測値) × 100

なお、統計解析は統計解析用ソフトウェア SPSS 10.0 for windows を用いて行った。

## 結果

非圧縮時と各圧縮時の比較では、15 秒、30 秒、60 秒間の総軌跡長、単位時間軌跡長で有意な実測値の減少が認められた。一方、外周面積では非圧縮時と比較すると圧縮時では実測値が減少する傾向にあるが、検定では有意差は得られなかった (表 2)。

一方、各圧縮時の減少率の比較では、いずれのパラメータにおいても有意差は認められなかった。

## 考察

5 秒間から 60 秒間までの関節圧縮による各パラメータの減少率に差は認められず、関節圧縮時間の違いが片脚立位重心動揺に及ぼす影響は低いことが示唆された。一方で、非圧縮時と比較した場合、15 秒間、30 秒間、60 秒間の圧縮時に総軌跡長と単位時間軌跡長の

有意な減少が認められた。関節圧縮に関する研究として柳澤<sup>5)</sup>は 5 分間の持続的関節圧縮により圧縮解放後の脊髄前角細胞の興奮増大を確認しており、関節圧縮の残効について証明している。本研究の結果より、関節圧縮の残効を期待する場合、少なくとも 15 秒以上の持続した関節圧縮が必要と考えられた。

また、関節圧縮による姿勢安定の機序を重心動揺の変化から力学的に検証した結果、15 秒以上の関節圧縮では外周面積に変化はなかったが、総軌跡長と単位時間軌跡長には有意な減少が認められた。一定時間内において、身体動揺範囲を示す外周面積が変わらず、軌跡長が減少したことは動揺速度が減少したと考えられる。International Society of Posturography<sup>9)</sup>は床反力計による重心動揺計の基準を定めており、姿勢安定性を評価する指標として動揺の平均速度と実効値の計測を推奨している。この場合、動揺速度は身体重心を安定させるための姿勢制御系が行っている活動量を反映していると述べており<sup>10, 11)</sup>、動揺速度が姿勢安定性に寄与していると解釈できる。Wollacott<sup>7)</sup>は静的バランスは支持基底面が維持され、質量中心のみが動いている状態であり、安定性限界もしくは支持基底面内に重心を維持することと述べている。Pai<sup>8)</sup>は安定性限界は質量中心の位置と速度の相互作用に依存していると示しており、安定性を

表 2 各圧縮時間の重心動揺実測値

		0sec	5sec	15sec	30sec	60sec
総軌跡長 (cm)	最小値	88	74.92	74.14	71.5	77.03
	最大値	213.89	202.53	167.46	162.06	149.87
	平均値±標準偏差	135.40±34.50	124.27±34.70	118.37±29.61*	117.48±26.18*	114.76±24.83**
単位時間軌跡長 (cm/sec)	最小値	2.93	2.5	2.47	2.38	2.57
	最大値	7.13	6.75	5.58	5.4	5
	平均値±標準偏差	4.52±1.15	4.14±1.16	3.95±0.99*	3.91±0.87*	3.83±0.83**
外周面積 (cm <sup>2</sup> )	最小値	3.05	2.24	1.58	2.86	2.26
	最大値	16.13	11.34	7.91	8.44	9.19
	平均値±標準偏差	5.63±3.58	4.50±2.45	4.19±1.75	4.55±1.46	4.40±2.14

非圧縮時との比較 \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$

関節圧縮時間の違いが片脚立位重心動揺に及ぼす影響  
The effects of the difference of joint approximation time on sway of gravity center  
at single-legged standing after joint approximation

取り戻すには、質量中心が基底面の周辺に近くて速度が大きい場合は、質量中心が基底面の中心に近くて同程度の速度である場合より困難であると述べている。今回の実験では、非圧縮時と圧縮時とで外周面積に差が認められないため、質量中心の移動位置に差がないと考えられる。その場合、質量中心の速度が遅い方が安定性を保ちやすいと考えられ、その効果が関節圧縮施行後の静的姿勢安定性の向上に寄与していると考えられた。

以上のことから関節圧縮は圧縮解放後の重心動揺速度を減少させる可能性があるとして示唆された。理学療法場面において、静的姿勢保持の改善を目的として関節圧縮を行う場合、15秒以上の持続した時間が必要であると考えられる。

#### 文献

- 1) 柳澤健, 乾 公美: PNF マニュアル改訂第2版. 南光堂, 東京, 2005.
- 2) Adler SS, Becker D, Buck M, (柳澤健, 中島榮一郎, 高橋護訳): PNF ハンドブック第2版. クインテセンス出版, 東京, 2005.
- 3) Sullivan PE, Markos PD, Minor MA, (石川友衛・吉松俊一監訳): 臨床PNF. p162-164, メディカル葵出版. 東京. 1988.
- 4) Dorothy E. Voss, Majorie K. Ionta, Berverly J. Myers, (福屋藍子 監訳): 神経筋促通手技 第3版. p325, 協同医書出版, 東京, 1989.
- 5) 柳澤健, 高木昭輝, 藤原孝之・他: JOINT APPROXIMATION によるH波の変動. 理学療法学 11, 100, 1984.
- 6) Anne Shumway-cook, Marjorie H. Woollacott, (田中繁・高橋明 監訳): モーターコントロール原著第2版. p173-203, 医歯薬出版株式会社, 東京, 2006.
- 7) Woollacott MH, Tang P: Balance control during walking in order adult. research and its implications. Phys Ther 77: 646-660, 1997.
- 8) Pai YC, Patton J: Centre of mass velocity-position predictions for balance control. J Biomech 30. 347-357. 1997.
- 9) Kapteyn TS, Bles W, Njiokiktjien CJ, et al: Standardization in platform stabilometry being a part of posturography. Agressologie 24, 321-326. 1983.
- 10) Hufschmidt A, Dichgans J, Mauritz KH, et al: Some methods and parameters of body sway quantification and their neurological applications. Arch Psychiatr Nervenkr, 228: 135-150, 1980.
- 11) Maki BE, Holliday PJ, Fernie GR: Aging and postural control. A comparison of spontaneous-and induced-sway balance tests. J Am Geriatr Soc 38, 1-9. 1990.
- 12) 原洋也: 固有受容器刺激によるバランス能力の客観的効果検証 圧縮刺激を用いて, 柳川リハビリテーション学院・福岡国際医療福祉学院紀要 4, 2008.

PNF が荷重量の再現性に与える影響について  
The influence of the PNF upon reproducibility of weight

高芝 潤 <sup>1)</sup>	橋川 恵子 <sup>2)</sup>	村上 野志夫 <sup>2)</sup>
Jun Takashiba	Keiko Hashikawa	Yashio Murakami
岩崎 史明 <sup>1)</sup>	塩田 直隆 <sup>1)</sup>	前田 秀博 <sup>1)</sup>
Fumiaki Iwasaki	Naotaka Shiota	Hidehiro Maeda

**要旨**：部分荷重訓練における荷重量の再現性において、PNF が固有感覚に与える影響の検討を目的に、運動介入効果の違いを比較した。方法は健常成人 45 名から、コントロール群、自動運動群、PNF 群の 3 群を無作為に分類し各群に対し 3 セットの荷重訓練を行った。各荷重訓練は 20kg 荷重を目標に 10 回反復し、直後に再現試験で荷重量の測定を行なった。2 回目の荷重訓練の前に自動運動群は 5kg 重錘負荷でのペダリング運動を仰臥位で 5 回行い、PNF 群では下肢伸展外転内旋パターンでのリプリケーションを仰臥位で 5 回実施した。検討は 20kg の基準値と 3 回実施後の各測定値との誤差を各群間で比較するために 1 元配置分散分析を行った。誤差は PNF 群がもっとも少なく、誤差の改善も PNF 群で最も大きかったが統計的には有意差はなく今回の研究では PNF の固有感覚に対する影響は明確に出来なかった。

**キーワード**：荷重訓練、荷重量の再現性、固有感覚、PNF

**Abstract** : We compared the reproducibility of weight in weight bearing exercise for the sake of investigating the influence on peculiar sense by the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques. We added other exercise at interval of weight bearing exercise and we examined whether the difference of effect appeared or not. The method is following. Forty five able-bodied adults were randomly assigned to the control group, the active movement group, and the PNF group. Each group performed weight bearing exercise three times. Each weight bearing exercise consisted of ten repeating exercises with the weight of twenty kilogram. Immediately after the first weight bearing exercise, we performed measurement the weight by productive test. Before the second weight bearing exercise, the active movement group performed pedaling exercise with the weight of 5kg in lying on their back five times, and PNF group performed replication techniques at PNF patterns of extension-abduction-internal rotation in lying on their back five times. After third weight bearing exercise, we made unified analysis of variance for the sake of comparing the error between criterion value of twenty kilogram and the measurement value by video shooting in each group. The error was the smallest in the PNF group and the improvement of the error was the biggest in the PNF group too. But no significant difference existed among each group. In other words, we couldn't make the influence of the PNF upon peculiar sense clear.

**Key Words** : weight bearing exercise, reproducibility of weight, peculiar sense, PNF

**はじめに**

日々の臨床場面において下肢の荷重感覚は歩行などの動作を規定する因子として影響し、訓練場面では感覚障害により悩むことが

しばしばある。また、骨折などの整形疾患における部分荷重訓練や脳血管障害による片麻痺患者の立位動作や歩行場面では、動作における荷重量の調整が重要となってくる。特に

- 1) 近森病院  
Departmento of Rehabilitation,Chikamori Hospital  
2) 近森リハビリテーション病院  
Departmento of Rehabilitation,Chikamori Rehabilitation Hospital

脳血管障害患者については片脚荷重量が歩行能力に影響することも明確となっており、感覚障害が生じた状態で如何に適正な荷重量を得ることができるかが課題となってくる<sup>1,2)</sup>。しかし、荷重量の調整には体性感覚と運動の統合が必要であるが難易度は高く、部分荷重訓練に於いては体性感覚と運動の反応性にずれが生じるとの報告もありその統合には高い学習能力が求められる<sup>3)</sup>。

これに対し、固有受容性神経筋促通 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF) 手技は固有受容器の刺激により神経筋機構の反応を促し早める方法であり、その効果は筋の収縮力や反応性の向上のみならず、感覚器の反応性向上にもつながる<sup>4,5)</sup>。その特殊テクニックであるリプリケーションの効果として運動方向を理解させる目的がある<sup>4)</sup>。実際の臨床場面ではリプリケーションを適用し固有感覚の向上による適正荷重量を保持することを期待するが、その治療効果についての報告は見られない。そこで、今回我々は荷重訓練に加え、固有感覚に対するアプローチとしてリプリケーションを適用した PNF 訓練を施行し、荷重量の再現性に与える影響をみることでその効果を明らかにすることとした。

## 方法

対象者は本研究に同意した運動機能に障害のない健常成人 45 名 (男性 26 名、女性 19 名) とした。全対象者の平均年齢は  $25.5 \pm 3.6$  歳、平均体重  $63.6 \pm 11.6$  kg で、利き足は、右足 43 名、左足 2 名であった。尚、利き足は普段ボールを蹴るほうの足を利き足とした。

実施手順はまず対象者をランダムにコントロール群 (男性 10 名、女性 5 名、平均年齢  $25.1 \pm 4.1$  歳、平均体重  $64.9 \pm 10.6$  kg)、自動運動群 (男性 8 名、女性 7 名、平均年齢  $25.3 \pm 3.6$  歳、平均体重  $61.2 \pm 11.9$  kg)、PNF 群 (男性 8 名、女性 7 名、平均年齢  $26.0 \pm$

$3.1$  歳、平均体重  $65.2 \pm 12.6$  kg) の 3 群に無作為に分類した。

研究手順として、荷重訓練は開眼下の立位姿勢で両足底を接地した状態で開始、荷重目標を 20kg とし視覚的フィードバックをさせながら自動的な荷重を市販の TANITA 製デジタル体重計を用いて 10 回反復を 1 セットとした (図 1)。

荷重再現試験は荷重訓練直後にアイマスクで視覚を遮断した立位姿勢で、被験者に 20kg の荷重を固定できた段階で声による合図をしてもらった。再現試験の一連の行程は CANON 製 DV カメラで撮影し、測定値は録画画像より読み取り、記録をおこなった (図 1)。

まず、コントロール群では前述した荷重訓練と荷重再現試験の手順を 1 分の休息を挟み 3set 実施した。全荷重訓練・再現試験の実施後、訓練中に意識していた足は左右どちらか質問を行った。

次に自動運動群は 1 回目の試験終了、休息後にベッド上仰臥位をとり、重錘負荷でペダリング様の下肢屈伸運動を行い、反復回数は 5 回とした (図 2)。重錘による負荷量は 5、10、15kg 重錘の予備試験により、男女とも疲労を感じなかった 5kg とした。実施後はコントロール群と同様に 2 回目、3 回目の荷重訓練と再現試験を施行した。

次に PNF 群は 1 回目の試験終了、休息後にベッド上仰臥位をとり、下肢伸展外転内旋パターンで伸展最終域を終了肢位としたリプリケーションを 5 回施行した。実施後はコントロール群と同様に 2 回目、3 回目の荷重訓練と再現試験を実施した。

測定値と荷重目標 20kg との差の絶対値を誤差量 (1, 2, 3 回目の誤差量) とした。また、一回目の誤差量から 2 回目、3 回目の誤差量の変動値を改善量とした。これらの値について各群間及び各測定値間で差があるか一元配置分散分析を用いて調べた。

PNF が荷重量の再現性に与える影響について  
The influence of the PNF upon reproducibility of weight

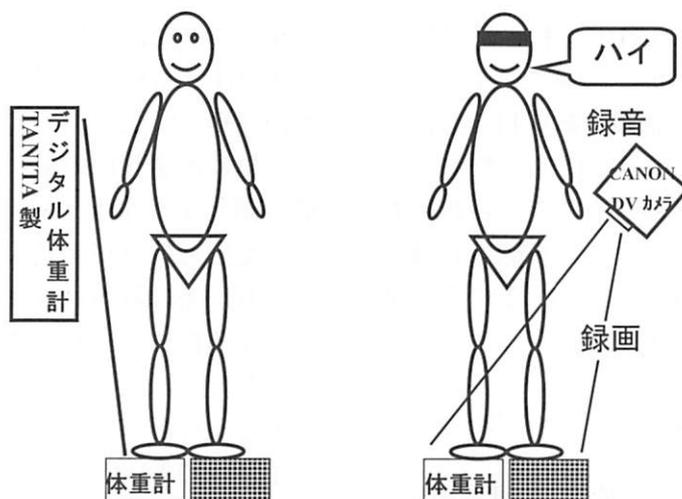


図1 荷重訓練（左図）と荷重再現試験（右図）

ともに姿勢、環境とも同条件で荷重訓練は開眼、荷重再現試験は閉眼下で実施した。再現試験の測定値は録画撮影にて体重計の数値を読み取った。

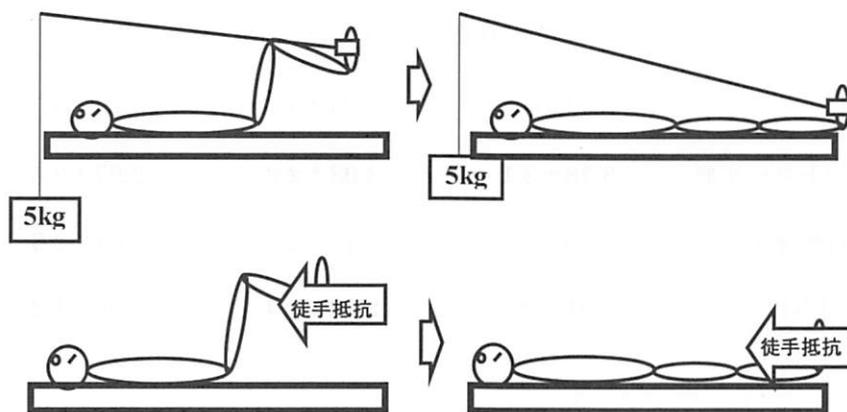


図2 自動運動（上図）とリプリケーション（下図）

自動運動は 5kg の重錘負荷で自転車を漕ぐ様に下肢の屈伸を行った。リプリケーションは屈曲最終域を開始肢位、伸展最終域を終了肢位とし下肢伸展外転内旋パターンで運動を実施した。

## 結果

訓練中に意識が向いている足はどちらかという質問に対し、全45名中で利き足と答えた者は32名、非利き足と答えた者は13名であり、訓練課題の実施側である利き足から反対側へ移行した者は29%に上った。加えて、非利き足に意識が移行した者は各群とも存在しているが、PNF群は非荷重側へ意識が移行した者が2名で荷重側を意識できた被験者が最も多かった(表1)。

表1 荷重訓練で意識した下肢

	利き足	非利き足
全体	32	13
コントロール群	10	5
自動運動群	9	6
PNF群	13	2

誤差量の平均値(1回目・2回目・3回目)はコントロール群が $3.78 \pm 3.1 \cdot 3.03 \pm 2.2 \cdot 2.97 \pm 2.5$ 、自動運動群が $3.79 \pm 2.4 \cdot 3.12 \pm 2.3 \cdot 2.61 \pm 2.0$ 、PNF群が $3.01 \pm 2.4 \cdot 2.32 \pm 2.4 \cdot 1.66 \pm 1.2$ であった(表2)。各群とも試行毎に減少傾向であり、3回目のPNF群が最も誤差量が少ない結果であった。しかし、一元配置分散分析の結果、実施回数毎で各群間に有意差はみられなかった。また、実施回数による群内の比較でも有意差は認められなかった。

また、各群の1回目からの改善量の平均値(2回目・3回目)はコントロール群が $0.75 \pm 3.0 \cdot 0.81 \pm 4.1$ 、自動運動群が $0.67 \pm 2.8 \cdot 1.18 \pm 2.6$ 、PNF群が $0.69 \pm 1.7 \cdot 1.35 \pm 2.0$ であった。3群の2回目までの改善量をみるとコントロール群が最も高値であるが3回目までではPNF群の改善量が最も高値となっていた。しかし、一元配置分散分析の結果は各群間に有意差がみられなかった(表3)。

表2 各群の誤差量の比較

	1回目	2回目	3回目
コントロール群	$3.78 \pm 3.1$	$3.03 \pm 2.2$	$2.97 \pm 2.5$
自動運動群	$3.79 \pm 2.4$	$3.12 \pm 2.3$	$2.61 \pm 2.0$
PNF群	$3.01 \pm 2.4$	$2.32 \pm 2.4$	$1.66 \pm 1.2$

表3 各群における2回目、3回目までの改善量の比較

	1回目→2回目	1回目→3回目
コントロール群	$0.75 \pm 3.0$	$0.81 \pm 4.1$
自動運動群	$0.67 \pm 2.8$	$1.18 \pm 2.6$
PNF群	$0.69 \pm 1.7$	$1.35 \pm 2.0$

## 考察

本研究は荷重訓練課題を用いリプリケーションが固有感覚の向上をもたらすという仮説を検証するため、荷重量の再現性を評価して、PNF 施行による固有感覚への促通効果をみたものである。結果、PNF 群が最も誤差量が少なく、改善量も高い結果であったが、有意差はなかった。

誤差量が減少した要因は PNF による固有受容器の刺激で筋や感覚系の反応性が向上し、荷重訓練における下肢の各関節の受容器や筋収縮の反応が上昇、学習効率が高まったためと考えられる。伊藤ら<sup>6)</sup>の研究からもリプリケーションが即時的に膝関節の運動覚を向上させることが示されており、荷重による関節への重量変化を捉えやすい状態がリプリケーションを実施することで生じたと考えられる。加えて、PNF 群に於いて課題実施中に利き足を意識できた被験者が多かったことは、抵抗により固有感覚が高まるだけでなく荷重側の体性感覚への意識付けにつながったためと考えられる。また、改善量はリプリケーションの実施直後ではなく3回目までが最大となったことから、リプリケーション効果に持続性があることが考えられる。加えて、実施直後に改善が望めなかったことは感覚の変化により1回目の課題実施との格差が生じ、荷重感覚の入力に混乱が生じたことが要因と推察される。

前述したように荷重側への影響を中心とした改善要因が考えられるが、実際は課題実施中に荷重側である利き足への意識付けがなされていない被験者が存在しており、荷重側に限定した治療効果では十分な効果が望めない可能性が考えられる。このように非利き足を意識した被験者は利き足を中心とした課題実施においても独自の課題学習を行っている可能性がある。つまり、渡邉ら<sup>7)</sup>の部分荷重訓練の研究でも験者が呈示する教示を除外し、-自分自身で有効と思われる学習戦略に

変更している可能性を示している。加えて、渡邉ら<sup>7)</sup>によると部分荷重課題には荷重量よりも体重移動の力の向きを認識することが重要としており、荷重側の荷重量が認識向上するだけでは学習の効率化は不十分であると考えられる。

また、荷重訓練の課題が開始から終了まで両側下肢を接地した立位で実施していることから、荷重側の下肢だけでなく対側下肢や全身の関節・筋の受容器による影響が考えられる。島谷ら<sup>8)</sup>は部分荷重訓練で足底の受容器から情報を得るためには下肢の自由度の確保が重要と述べている。このことから、今回の研究で良好な結果を得られた被験者は PNF の発散効果により対側を含めた全身的な発散効果が影響し、安定した立位環境が得られ荷重などの感覚変化を受け取りやすい状況であったことが予想される<sup>4,10)</sup>。

以上のことから、PNF の導入は荷重訓練における学習効率化の可能性があるが、その導入方法には検討が必要と考えられる。加えて、固有感覚に対する効果判定は研究方法を含め更なる検証が必要であり、今後の課題としたい。

## 文献

- 1) 高橋知佐,長谷川志乃,加納宏美,他:片麻痺患者における患側下肢荷重率・健側膝伸展筋力と歩行能力の関連.理学療法学,31,p189,2004.
- 2) 明崎禎輝,山崎裕司,野村卓生,他:脳血管障害患者における歩行自立のための麻痺側下肢荷重率,高知リハビリテーション学院紀要,8,p27-31,2007.
- 3) 渡邉観世子,谷浩明:部分荷重課題において必要な試行数と学習者の荷重感覚の違いについて,理学療法科学,22,特別号 No1,p75-76,2007.
- 4) 柳澤健,乾公美:PNF マニュアル 改訂版第2版,1-3.103 南江堂,2005.

PNFが荷重量の再現性に与える影響について  
The influence of the PNF upon reproducibility of weight

- 5) Susan S. Adler, Dominiek Beckers, Math Back : PNF ハンドブック 第2版, 柳澤健, 中島榮一郎, 高橋護訳, 1-2, シュプリングージャパン, 2006.
- 6) 伊藤貴史, 斎藤敏明, 佐藤仁, 他 : リブレーションが膝関節運動覚に及ぼす影響, PNFリサーチ, 7, No1, p39, 2007.
- 7) 渡邊観世子, 谷浩明 : 部分荷重課題に対する教示の効果, 理学療法科学, 22, No1, p77-81, 2007.
- 8) 島谷康司, 後藤真希子, 金井秀作, 他 : 部分荷重と重量識別条件における足底圧の相違, 理学療法科学, 22, No4, p527-532, 2007.
- 9) 松田浩昭 : 一側下肢へのPNFが片脚立位時間に及ぼす影響, 理学療法学, 31, p53, 2004.
- 10) 渡邊裕之, 白井正樹, 池田憲昭 : 荷重刺激が足関節位置覚再現性に与える影響, PNFリサーチ, 2, No1, p1-6, 2002.

PNFの要素を取り入れたセルフストレッチの効果の検討  
Examination of effect of self stretch using PNF technique

森谷 伸樹<sup>1)</sup>  
Nobuki Moriya

乾 公美<sup>1)</sup>  
Kimi haru Inui

廣島 玲子<sup>1)</sup>  
Reiko Hiroshima

**要旨：**ホールドリラックス法（以下、HR）の要素を取り込んだハムストリングスの自主ストレッチング法（以下考案法）のROM拡大効果を、対象者がひとりで実施する一般的なセルフストレッチ（以下、ストレッチ）およびセラピストによるHRと比較・検討した。下肢に既往のない健常男性15名（平均年齢21.7歳）を対象とし、介入前、安静後、ストレッチ実施後、考案法実施後、HR実施後に膝窩角を測定した。結果として、考案法はストレッチより有意に効果が高く、HRより有意に効果が低かった（ $p<0.01$ ）。よって考案法は、ホームエクササイズなどセラピストが不在でHRが実施できない状況では有効なストレッチ方法であることが示唆された。

**キーワード：**セルフストレッチ、ホールドリラックス、ハムストリングス、膝窩角

**Abstract :** The purpose of this study was to determine the effect of self stretch that takes PNF technique by compared and inquired with normal self stretch and HR. The subjects were healthy male volunteers (average age 21.7). Popliteal angle was measured 5 times, 1) the initial measurement, 2) is after rest, 3) is after self stretch, 4) is after self HR, 5) is after HR. The result of a Wilcoxon signed rank test with Bonferroni correction showed significant differences between group 2 and 3, group 2 and 4, group 2 and 5, group 3 and 4, group 4 and 5 ( $p<0.01$ ). The results revealed that self HR is the useful method when the therapist is not available.

**Key Words :** Self Stretching, Hold Relax, Hamstrings, Popliteal Angle

### はじめに

ストレッチは筋や腱などを長軸方向に引き伸ばすことを意味し、関節可動域（以下、ROM）拡大、筋萎縮抑制、疼痛緩和など様々な効果を持つ<sup>1,4)</sup>。現在では、スポーツフィールドにおけるコンディショニングや臨床におけるROM維持・拡大の手段として幅広く利用されている。

固有受容性神経筋促通法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; 以下、PNF）を応用したストレッチであるホールドリラックス（Hold Relax; 以下、HR）は、リラクゼーションさせたい筋をPNFパターンの中で最大に伸張し、その肢位で数秒間の最大静止性収縮をした後、力を抜かせることで筋のリラックスを得るものである<sup>5-7)</sup>。

ストレッチを実施すると、対象筋が伸張することでIb抑制が起こる<sup>1,8)</sup>。HRは対象筋の起始・停止を固定したまま筋を静止性収縮させることで、筋の両端部分である腱により強い張力をかけ、より大きなIb抑制を得ることができる。また、筋を収縮させることによって反回抑制も起こり<sup>9)</sup>、より大きなリラクゼーションを得る。そのためHRは通常のストレッチよりROM拡大効果が高いことが証明されている<sup>10-12)</sup>。

HRをはじめとするPNF手技は、施術者がいないと実施不可能という欠点がある。また、ホームエクササイズやスポーツの個人練習など、ストレッチを実施するにあたって施術者が不在となる場合がある。そこで、PNF手

1) 札幌医科大学大学院保健医療学研究科  
Sapporo Medical University Graduate School of Health Sciences

技を応用したハムストリングスのセルフストレッチ方法（以下、考案法）を考案し、その自動ROM拡大効果を検討したので報告する。

## 対象

研究の趣旨を説明した上で同意を得た下肢に整形外科的・神経学的な既往が無い健常男性15名とした。

被験者の平均年齢は  $21.7 \pm 1.2$  歳、平均身長は  $170.8 \pm 5.6$  cm、平均体重は  $64.0 \pm 5.6$  kgであった。

## 方法

全被験者に対し、一切の介入を実施しない状態、2分間背臥位で安静にした状態、対象者がひとりで実施する一般的なセルフストレッチ（以下、ストレッチ）をハムストリングスに対して実施した状態、考案法をハムストリングスに対して実施した状態、HRをハムストリングスに対して実施した状態でのハムストリングス柔軟性を測定した。便宜上、得られたデータは、順に対照群・安静群・ストレッチ群・考案法群・HR群と称する。それぞれの測定結果のデータを統計学的に分析し、比較検討した。

なお、それぞれの介入と測定は無作為な順で、1日以上の間をおき実施した。

ストレッチは長座位において、体幹前傾を伴う股関節屈曲によってハムストリングスを伸張した。HRは背臥位において、膝関節伸展・股関節最大屈曲位で施術者が下肢を徒手

的に固定し、ハムストリングスを最大に伸張した状態で静止性最大収縮と弛緩を繰り返した。考案法は背臥位において、膝関節伸展・股関節最大屈曲位で被験者本人が下肢を徒手的に固定し、ハムストリングスを最大に伸張した状態で静止性最大収縮と弛緩を繰り返した。これはSchubackの研究<sup>13)</sup>を参考に、セルフストレッチで擬似的にHRを再現するものである（図1）。

ストレッチ、考案法、HR法は全て右下肢を対象とした。股関節は外転・内旋位あるいは内転・外旋位とし、PNF下肢伸展—内転—外旋パターンおよび伸展—外転—内旋パターンに基づいて実施した。また、筋伸張10秒、弛緩時間10秒を1セットとし、これを各パターン2セット行うことで条件を統一した。

介入の効果測定は、膝窩角を指標とした。外果・腓骨頭・大腿骨外側上顆・大転子の骨性ランドマーク上にシールを貼り付け、被験者に検査台の上で背臥位をとらせ、右股関節を90°屈曲位で固定する。その状態で下腿後面に軽度の伸張痛が出るまで、右膝関節を自動伸張させる。その際における「外果と腓骨頭を結ぶ直線」と「大腿骨外側上顆と大転子を結ぶ直線」の成す角を膝窩角と定義した（図2）。右股関節屈曲角度はゴニオメーターで測定した。膝窩角は矢状面よりデジタルカメラで撮影し、分度器を用いて画像上で角度を1°単位で測定する。なお、数値は全て3回計測した平均値を採用した。

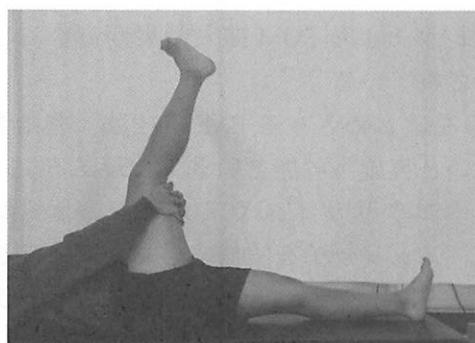


図1 考案法の様子  
(股関節伸展・外転・内旋パターン)

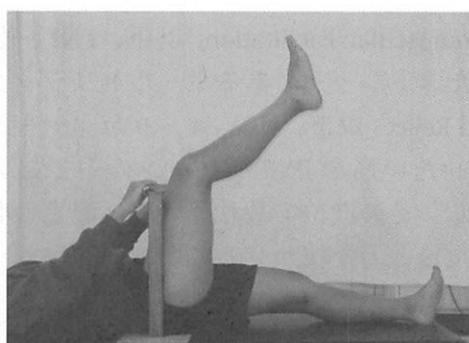


図2 骨性ランドマークと  
股関節固定器具使用方法

データ解析

1-5群のデータについて、対照群と安静群の組み合わせ、および安静群・ストレッチ群・考案法群・HR群の4群間における全ての組み合わせについて、ボンフェローニ法で補正したウィルコクソン符号付順位和検定によって対応のある多重比較を行った。統計処理ソフトはDr. SPSS II for Windowsを利用し、有意水準は1%とした。

結果

膝窩角の平均値と標準偏はそれぞれ、対照群では137.34 ± 11.79°、安静群で138.42 ± 11.96°、ストレッチ群で143.19 ± 12.79°、考案法群で147.13 ± 12.01°、HR群で151.17 ± 12.10°であった。

安静群は対照群と有意差を認めず、ストレッチ群・考案法群・HR群のいずれと比較しても優位に小さかった。ストレッチ群は安静群より有意に大きく、考案法群・HR群より有意に小さかった。考案法群は安静群・ストレッチ群より有意に大きく、HR群より有意に小さかった。HR群は安静群・ストレッチ群・考案法群のいずれと比較しても有意に大きかった(図3)。

考察

安静群と対照群では膝窩角に有意差を認めなかった。これは、ストレッチ群・考案法群・HR群の結果が介入によって起こった変化によるものであるという証明になる。

ストレッチ群は安静群より膝窩角が有意に大きく、HR群はストレッチ群よりもさらに膝窩角が大きかった。対象筋を伸張するとゴルジ腱器官が刺激され、Ib抑制が発生し対象筋のリラクセーションによってROMが拡大する。また、HRはIb抑制に加え、対象筋の静止性収縮によってIb抑制の強化及び反回抑制が発生し、ストレッチよりROM拡大の効果が大きいとされる。これらについては先述の通り生理学的機序が解明され、多くの文献や実験で確認されている。

考案法群はストレッチ群より膝窩角が有意に大きかった。考案法群は下肢の固定によって筋の静止性収縮を発生させている。これによってIb抑制の強化及び反回抑制が発生し、ストレッチ群より大きなROM拡大効果を得ていると推察される。また、考案法群はHR群より膝窩角が有意に小さかった。考案法群は大腿後面を押さえることによって下肢を固定しているため、膝関節の固定ができていない。

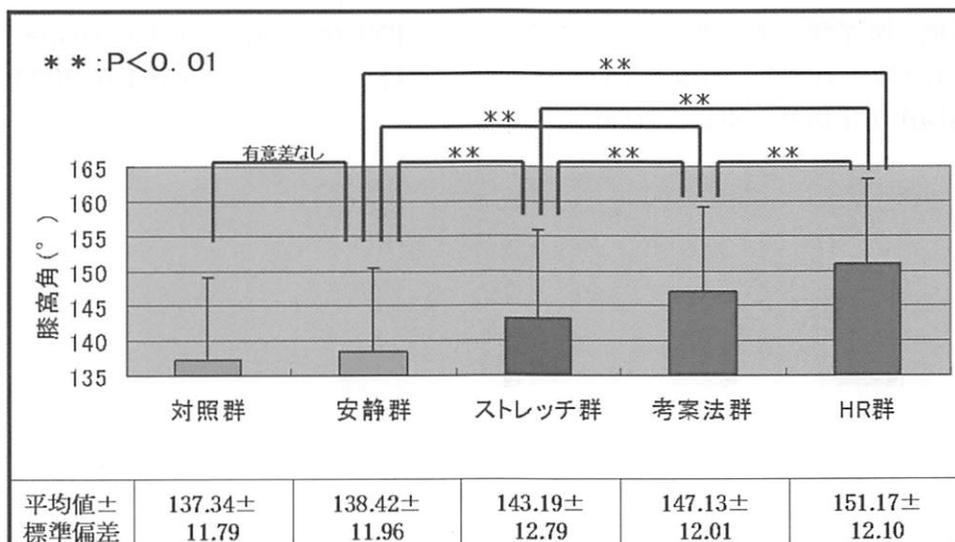


図3 統計処理結果

そのため、膝関節の伸展によるハムストリングスの伸張が不十分となっている。加えて、考案法群は用手接触や口頭指示による運動方向導出ができず、正しいPNF運動パターンの実施が困難である。よって、考案法は実際のHRほどの効果を得られないと推察される。

結果として、考案法は施術者によって実施されるHRほどのROM拡大効果を得られないものの、ストレッチよりもROM拡大効果は高い。よって考案法は施術者が不在の状況において有用なストレッチ手段であることが示唆された。

### 引用文献

- 1) 岡田真平, 木村貞治, 武藤芳照: ストレッチングの生理, 理学療法, 17 (4): 426-430, 2000.
- 2) 板場英行: ストレッチングをめぐる現状と課題, 理学療法, 21 (12): 1439-1447, 2004
- 3) 浅井友詞, 對馬明, Richard Coombs, 他: 関節可動域制限に対するストレッチングのエビデンス, 理学療法, 20 (6): 634-641, 2000
- 4) 覚張秀樹, 広瀬統一: 痛みに対する徒手療法—ストレッチング—, 理学療法, 23 (1): 178-184, 2006
- 5) 細田多穂, 柳澤健・編: 理学療法ハンドブック第3版 第2巻 治療アプローチ, 284, 協同医書出版社, 東京, 2000
- 6) 柳澤健, 乾公美: PNFマニュアル 改訂第2版, 109-110, 南江堂, 東京, 2005
- 7) 山中雅智, 乾公美: PNFによる腰痛症の治療, 理学療法, 4 (6): 451-456, 2004
- 8) 新井光男, 柳澤健: スポーツとファシリテーション, PTジャーナル, 36, 579-587, 2002
- 9) 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
- 10) Tanigawa MC: Comparison of the hold-relax procedure and passive mobilization techniques, Phys Ther, 52: 725-735, 1972
- 11) 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(5): 457-460, 1992
- 12) 和気英樹, 柳澤健, 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): 279-283, 1994
- 13) Birgit Schuback, Julie Hooper, Lisa Salisbury: A comparison of a self-stretch incorporating proprioceptive neuromuscular facilitation components and a therapist-applied PNF-technique on hamstring flexibility, Physiotherapy, 3, 151-157, 2004

骨盤の他動運動が座位側方移動時の前額面アライメント変化に及ぼす影響について  
The effect of passive pelvic exercise on lateral trunk flexibility in the sitting position

吉村 恵三<sup>1)</sup>                      福留 英明<sup>2)3)</sup>  
Keizo Yoshimura                  Hideaki Fukudome  
新井 光男<sup>4)</sup>                      柳澤 健<sup>5)</sup>  
Mitsuo Arai                        Ken Yanagisawa

**要旨：**骨盤の他動運動が側方重心移動動作時の姿勢アライメントに及ぼす影響を検証した。対象は健康成人男性 12 名であった。内訳は骨盤可動域治療群 (PM-PNF 群) 6 名と PNF 骨盤後方下制アプローチ群 (PD 群) 6 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を後方下制方向へ他動的に動かす運動 (passive movement with PNF pattern; PM-PNF) を行った。その結果、L3 角、骨盤傾斜角、肩甲骨 - 骨盤角に有意差を認め ( $p < 0.05$ )、PM-PNF 群は側方移動動作時に下部体幹 (腰椎、骨盤) の可動域が増大したことが示唆された。また PD 群について有意差は認められなかったが胸椎側屈が増大する傾向が認められ、両群間で側方移動動作時のアライメントに違いがあることが示唆された。

**キーワード：**PM-PNF、腰椎、側方移動

**Abstract :** The purpose of this study was to examine how passive movement of the pelvis using a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) pattern (PM-PNF) influences the flexibility of the trunk in a lateral reaching task in the sitting position. Twelve healthy subjects were divided into two groups at random. Group 1 ( $n=6$ ) received a PM-PNF with a passive pelvic posterior depression PNF technique by the therapist to stabilize the lumbar spines. Group 2 ( $n=6$ ) received a resistive pelvic posterior depression PNF pattern (PD).

The results of a Mann-Whitney's U test showed significant differences between the PM-PNF group and PD group at the L3 angle, pelvic angle, and scapula-pelvic angle ( $p < 0.05$ ). The flexibility of lateral lumbar flexion increased in the PM-PNF group. The PM-PNF technique may be effective for increasing the flexibility of the lumbar spine.

**Key Word :** PM-PNF, lumbar spine, lateral reaching

**はじめに**

日常生活活動における座位での活動場面は多く、静的姿勢保持のみならず物品の移動動作や把持動作では身体を下方に移動したり、前方や側方に移動したりなどの動的な活動を要求される場面も多い。このような運動課題

を適切に遂行するには、姿勢制御が必要である<sup>1)</sup>。姿勢制御には一定の重力の元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としたとき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おり<sup>1)</sup>、安定した姿勢制御が上

- 1) 公立学校共済組合九州中央病院 リハビリテーション科  
Department of Rehabilitation, Kyushu Central Hospital of the mutual aid association of public school teachers
- 2) 九州看護福祉大学 看護福祉学部 リハビリテーション学科 理学療法専攻  
Course of Physical Therapy, Department of Rehabilitation, Faculty of Nursing and Social Welfare, Kyushu University of Nursing and Social Welfare.
- 3) 人間総合科学大学大学院 人間総合科学研究科 心身健康科学専攻  
Master's Program of Health Sciences of Mind and Body, Graduate Division of Human Arts and Sciences, Graduate School of the University of Human Arts and Sciences.
- 4) つくば国際大学 医療保険学部 理学療法学科  
Department of Physical Therapy, Faculty of Medical and Health Sciences, Tsukuba International University
- 5) 首都大学東京 健康福祉学部 理学療法学科  
School of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Tokyo Metropolitan University

肢の自由な運動を保障しているという観点より体幹機能は重要な要素の一つと考えられる<sup>2)</sup>。座位での姿勢制御に必要な体幹機能とは重心を支持基底面内に収めるための姿勢反射が必要と考えられ、適切な筋活動や骨・関節の柔軟性が必要となる<sup>2)</sup>。また、坐位における動的姿勢制御中の脊柱と骨盤の関係では骨盤の角度は脊柱の約4倍の動きを要求されるとの報告<sup>3)</sup>から骨盤の可動性は重要な要素と考えられる。しかし、高齢者や片麻痺患者では脊柱の柔軟性低下により下部胸椎および腰椎レベルでの側屈角度が減少しており、側方リーチ動作時の骨盤傾斜角や重心移動の減少がされるとされている<sup>4)</sup>。実際の理学療法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<sup>5~7)</sup>。

筆者らは座位側方移動時の骨盤帯の動きが固有受容神経筋促通手技 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF アプローチ) における骨盤パターンの前方挙上パターンや後方下制パターンの動きと近似しているという観点から PNF アプローチを治療場面で用いている。しかし臨床において柔軟性が低下した症例が多く直接アプローチが困難な場合を多く経験する。そこで骨盤パターンを行う前に骨盤の可動性を改善することを目的に腰椎棘突起を固定しながら骨盤の後方下制方向へ他動運動を行う (passive movement with PNF pattern; PM-PNF) を考案した<sup>8)</sup>。また、これまでに PM-PNF は骨盤の可動性を改善しリーチ距離を向上させることや PM-PNF と骨盤後方下制パターン (Posterior Depression; PD) を組み合わせた方法は PM-PNF を単独で行う場合に比べ、骨盤の可動性をより改善しリーチ距離を増大させることを報告してきた<sup>8,9)</sup>。しかし、実際のリーチ場面で可動性の変化がどこにおこっているのか明確ではない。また PD と比較しどのような違いがあるのか不明である。そこで今回、PM-PNF および PD を行うことで側方移動時の体幹の動きがどのように変化する

かを明確にすることを目的とし、側方移動時の前額面上の体幹アライメントを分析した。

## 対象

研究に関しての十分な説明を行い、同意が得られた健常成人男性 12 名を対象とした。また本研究の内容は、九州看護福祉大学の倫理審査会での承認を得た。対象者の割付にはくじ引きにて行い、腰椎棘突起を固定しながら骨盤の後方下制方向へ他動運動を行う骨盤可動域治療群 (passive movement with PNF pattern; PM-PNF) 6 名と PNF 骨盤後方下制群 (PD 群) 6 名とし、無作為に 2 群に分類した。PM-PNF 群の平均年齢±標準偏差 (範囲) は男性 6 名、20.5 ± 0.5 歳 (20-21) であった。PD 群の内訳および平均年齢±標準偏差 (範囲) は男性 6 名、21.0 ± 0.6 歳 (20-22) であった。

## 方法

### 1. 手順

全対象の外後頭隆起中点、両肩峰、第 1 胸椎棘突起 (Th1)、第 7 胸椎棘突起 (Th7)、第 12 胸椎棘突起 (Th12)、第 3 腰椎棘突起 (L3)、第 5 腰椎棘突起 (L5)、両上後腸骨棘 (両 PSIS) に直径 2cm の円形白色マーカーを貼付した後、全対象に側方移動課題を行ってもらった。次に PM-PNF 群については PM-PNF を施行し、PD 群については PD を施行後、

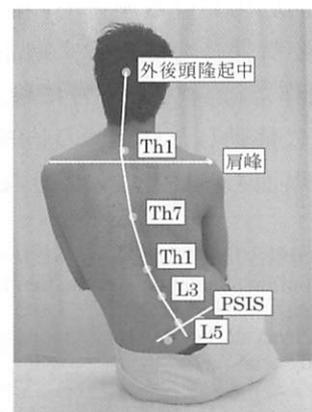


図1 マーカーの貼付位置

外後頭隆起中点、両肩峰、Th1、Th7、Th1、L3、L5、PSIS に直径 2cm の円形白色マーカーを貼付。

再度 PM-PNF 群・PD 群ともに側方移動課題を行ってもらった(図1)。

1) 手技施行方法

PM-PNF については、被検者に左側を上にした側臥位になってもらい、両膝を軽度屈曲し、両肩甲帯および骨盤は安定した姿勢になってもらった。検者は被検者の後方に立ち L1 から L5 の各棘突起それぞれに対し検者の右母指を上方より当てる。左側の腸骨稜を検者の左手で把持し、各腰椎棘突起を固定した状態のまま他動的に後方下制方向に動かした。L1 から開始し順に L5 まで行った。動きが特に少ない箇所は数回同じ操作を繰り返した(図2)。

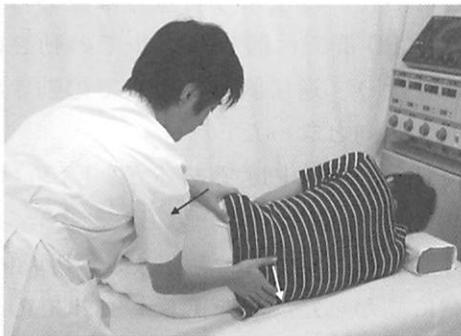


図2 passive movement with PNF pattern; PM-PNF 手技

右側臥位で L1 から L5 の各棘突起それぞれに対し右母指を上方より当て、対側の手で腸骨稜を把持する。各腰椎棘突起を固定したまま他動的に後方下制方向に動かした。動きが少ない箇所は数回同じ操作を繰り返した。固定方向および他動運動方向を矢印 → で示す。

また、PD については、PM-PNF 同様に左側を上にした側臥位をとってもらった。PD を行う際の抵抗は最大抵抗で行い、回数は5回とした(図3)。

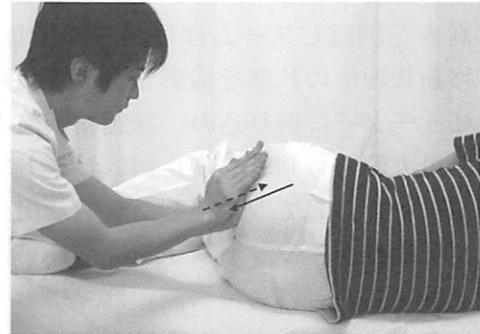


図3 posterior depression; PD 手技

右側臥位で左坐骨に用手接触し、最大抵抗で5回骨盤後方下制パターンを行った。

→ 被検者の運動方向 --> 検者の抵抗方向

2) 側方移動課題方法

両足底が床接地しないベッド上に端座位となり、両腕を組んでもらった。被検者の前方2mに水平ラインを引いたボードを設置した。課題施行中は前方のボードを見ながら、水平ラインを参考に可能な限り両肩が水平ラインと一致するようにしながら最大限側方移動するように指示した。課題施行中両下肢は閉脚し、両下腿を接触してもらうこと、また可能な限り骨盤が中間位になるように指示した。移動速度は特に規定せず自由とした。事前に数回の練習を行った後、1回行ってもらった(図4)。

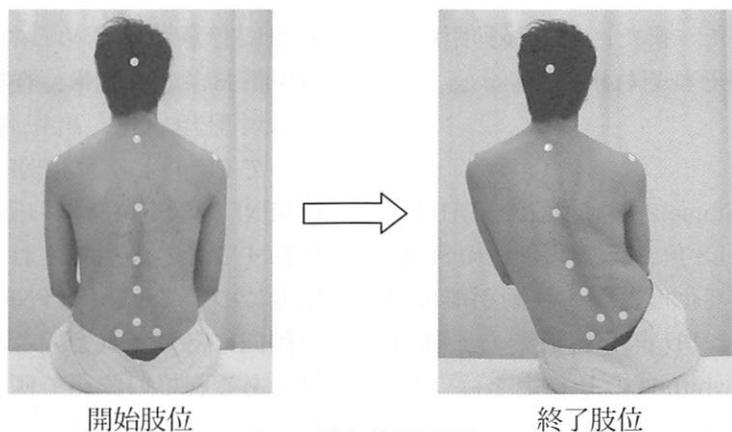


図4 側方移動課題

足底非接地の端座位から開始、口頭指示と共に最大限左側方に水平移動してもらう。この時両肩が可能な範囲で水平になるように調整してもらった。

### 3) 各角度の測定方法

被検者の背部より約2m後方にデジタルビデオカメラ (Victor GZ-MG40-S) を三脚で固定した。画面の中心が被検者のTh7となるように高さを調整しズームは最小で固定した。側方移動課題中の状態を撮影した後、動画をコンピューターに取り込み、課題開始前の静止画と最大側方移動時の静止画 (ビットマップイメージ) として取り出した。取り出した静止画を画像編集ソフト (scion image) にて角度を計測した。各角度の測定はマーカーの上下に存在するマーカーとを結んだ線との成す角とし、Th1角 (外後頭隆起中点とTh1、Th1とTh7を結んだ線の成す角) Th7角 (Th1とTh7、Th7とTh12の成す角) Th12角 (Th7とTh12、Th12とL3をの成す角) L3角 (L1とL3、L3とL5の成す角) L5角 (L3とL5、両PSISの成す角) とした。また両PSISと床面との角度を骨盤傾斜角とし、両PSISと両肩峰との成す角を肩甲骨 - 骨盤角とした。胸腰椎の角度については時計回りの角度変化を正とし、骨盤傾斜角、肩甲骨 - 骨盤角の角度変化については反時計回りを正とした。側方移動距離については課題開始前のTh1の位置から最大側方移動時のTh1の床面水平移動距離を側方移動距離とし計測した。

### 4) 評価指標について

PM-PNF群、PD群各々の治療後角度から治療前角度を減じた値を変化度とし、各々の角度について求めた。また、側方移動距離をPM-PNF群、PD群それぞれ求めた。

## 2. 検定

統計解析にはStatsel2を使用し、Th1角、Th7角、Th12角、L3角、L5角、骨盤傾斜角、肩甲骨 - 骨盤角の変化度と側方移動距離について、PM-PNF群とPD群で比較した。統計解析手法はMann-whitneyのU検定を行った。有意水準は5%未満とした。

## 結果

側方移動距離はPM-PNF群とPD群で有意差が認められなかったが、L3角 ( $p<0.05$ ) と肩甲骨 - 骨盤角 ( $p<0.05$ )、骨盤傾斜角 ( $p<0.01$ ) に有意差を認め、両群間で側方移動時の前額面上のアライメントに違いがあることが示唆された。

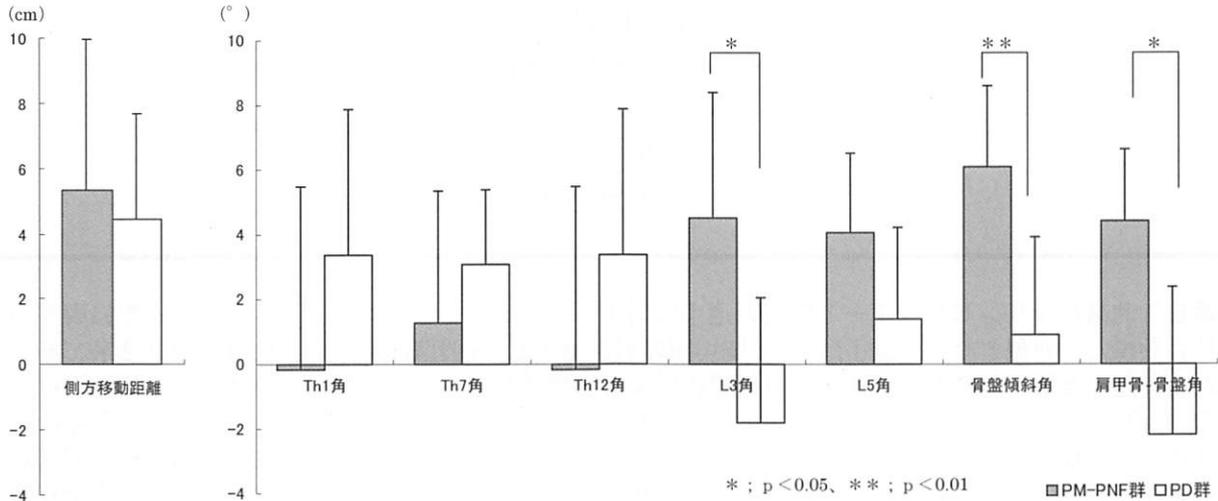
PD群の変化度であるが、骨盤傾斜角は  $0.9 \pm 3.0^\circ$  と殆ど変化みられなかった。L3角は  $-1.8 \pm 3.9^\circ$ 、肩甲骨 - 骨盤角は  $-2.2 \pm 4.6^\circ$  と腰椎の動きは移動側へ側屈する傾向がみられた。またTh1角は  $3.4 \pm 5.6^\circ$  であり、Th7角は  $3.1 \pm 4.1^\circ$  と胸椎レベルの動きは増加する傾向となった。以上より有意差は認められなかったがPD群では腰椎レベルでの動きは減少傾向となり、逆に胸椎レベルでの動きの変化は増大傾向となった。

PM-PNF群の変化度であるが、L3角は  $4.5 \pm 3.9^\circ$  であり、骨盤傾斜角は  $6.1 \pm 2.5^\circ$ 、肩甲骨 - 骨盤角は  $4.4 \pm 2.2^\circ$  と増大し、PD群よりも有意に高かった。また胸椎レベルでの変化度はそれぞれTh1:  $-0.2 \pm 4.5^\circ$ 、Th7:  $1.3 \pm 2.3^\circ$ 、Th12:  $1.1 \pm 3.1^\circ$  と低い値であった(表1)。

## 考察

今回、PM-PNFとPDが、座位側方移動時の前額面上での脊椎の動きに与える影響を検証した。その結果、側方移動距離についてPM-PNF群とPD群は共に施行前よりも増大し、両群間に有意差は認められなかった。しかし、肩甲骨帯および骨盤帯、脊椎の角度変化については骨盤傾斜角、肩甲骨 - 骨盤角、L3角においてPD群よりPM-PNF群は有意に増大し、PM-PNF後は下位脊椎の側屈を中心として側方移動することが示唆された。また、胸椎の変化度については、PM-PNF群よりPD群が大きい傾向にあり(有意差なし)、PD後は上位脊椎である胸椎の側屈で側方移動を行った可能性が示唆された(表1)。PM-PNFは各腰椎を固定し骨盤を後方下制方向に他動的に動かす。

骨盤の他動運動が座位側方移動時の前額面アライメント変化に及ぼす影響について  
The effect of passive pelvic exercise on lateral trunk flexibility in the sitting position



PM-PNF 群

	Th1 移動距離	th1 角	th7 角	th12 角	L3 角	L5 角	骨盤傾斜角	肩甲骨-骨盤角
施行前	24.6 ± 6.0	7.2 ± 12.6	11.7 ± 4.3	10.5 ± 3.4	3.2 ± 4.5	2.0 ± 3.3	25.3 ± 7.5	19.4 ± 8.0
施行後	29.2 ± 8.5	7.0 ± 10.4	12.9 ± 6.1	11.6 ± 2.2	7.7 ± 5.3	6.1 ± 3.6	31.4 ± 7.6	23.9 ± 7.7
前後差	4.6 ± 3.2	-0.2 ± 4.5	1.3 ± 2.3	1.1 ± 3.1	4.5 ± 3.9	4.1 ± 2.8	6.1 ± 3.0	4.4 ± 4.6

PD 群

施行前	23.2 ± 7.2	6.5 ± 15.0	12.4 ± 6.7	10.2 ± 6.3	3.8 ± 9.0	0.7 ± 4.0	25.0 ± 7.3	27.8 ± 11.2
施行後	27.6 ± 8.2	9.9 ± 15.1	15.5 ± 6.0	9.5 ± 6.6	2.0 ± 8.8	2.1 ± 5.8	25.9 ± 6.4	25.6 ± 13.5
前後差	4.5 ± 4.5	3.4 ± 5.6	3.1 ± 4.1	-0.8 ± 1.9	-1.8 ± 3.9	1.4 ± 2.5	0.9 ± 2.5	-2.2 ± 2.2

単位: (cm)

単位: (°)

表 1 各角度における施行前後の角度および変化度の平均値と標準偏差

このことで腰椎のモビライゼーションが生じた可能性があり、腰椎の可動性を増した要因となったと考えられる。一方、PD群においては、移動側骨盤の後方下制筋群の活動が促進されたことにより、坐骨で床面を押さえつける活動が促進された可能性がある。その為骨盤の変化度は少なく、上位脊椎である胸椎の側屈で側方移動を行った可能性が示唆された。

引用文献

- 1) 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). 1 - 7. 2003
- 2) 内山靖: 座位および立位における姿勢調節と軀幹協調機能. 理学療法学. 26(8). 337 - 338. 1999
- 3) 豊田慎一, 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 (1). 43. 1999

- 4) 森下元賀, 網本和, 麻生よしみ他: 高齢者における座面側方傾斜時の姿勢反応. 理学療法学. 21 (2). 175 - 180. 2006
- 5) 細田多穂, 柳澤健: 理学療法ハンドブック改定第2版. 協同医書出版社. 283, 497. 1986.
- 6) 奈良 勲, 濱出茂治, 他: Pelvic Boardによる片麻痺患者の骨盤運動に関する研究. 理学療法学. 13 (1). 11-15. 1986.
- 7) 中村隆一: 中枢神経疾患の理学療法. 医歯薬出版. 1981.
- 8) 吉村恵三, 新井光男, 渡辺寛他: 骨盤の可動性が座位側方リーチ動作に及ぼす影響. PNFリサーチ 7 (1) 73-78. 2007
- 9) 吉村恵三, 新井光男, 渡辺寛: 骨盤の後方下制の可動性が座位側方リーチ距離および反応時間に及ぼす影響. 日本PNF学会第8回学術集会抄録集. 2006

障害者ボート選手に対する PNF の応用  
The applicability of PNF to person with disabilities's oarsman

鳥居 昭久<sup>1)</sup>  
Akihisa Torii

要旨：北京パラリンピックボート競技の選手に対するコンディショニング、トレーニングを指導する機会を得た。対象となった選手は、右下腿切断の男性選手と、左股関節離断の女性選手の計2名であった。問題点として、これらの選手の身体障害による影響として、主に体幹のアライメント不整や筋力のアンバランスが見られた。また、この種目特有のローイング動作の影響から、腰背部の筋緊張の亢進による腰痛がみられた。加えて、ローイング動作時における上肢の引き動作において肩甲帯の異常な運動が行われており、ローイングフォームの不正確さと、それによるパフォーマンスへの悪影響が考えられた。そこで、PNFを応用したアプローチによってこれらの改善を試みた。結果として体幹のアライメントやフォームの改善がみられた。単に対症療法的な場面のみならず、スポーツにおけるトレーニングやコンディショニングの場面においてPNFを応用したアプローチはその指導上にも有効であることが再認識された。

キーワード：障害者ボート競技、アライメント、PNF

**Abstract** : Two rowers with disabilities who participated in the Beijing Paralympics were treated using a regimen of conditioning and physical training. The subjects receiving treatment were a male whose leg was amputated directly below the right knee and a female whose left leg had been amputated below the left hip joint. Both subjects were afflicted with a maligned thorax, muscle power imbalance and lower back pain due to repetitive rowing action. This was accompanied by the impaired movement of the pectoral girdle. Due to these symptoms, both athletes suffered from a greatly decreased level of performance when rowing. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) was applied with the goal of increasing athletic performance in the subjects. The PNF treatment resulted in an improvement in thoracic alignment and rowing form. As a result of the success of this treatment, PNF was reaffirmed as a valuable conditioning and physical therapy technique.

**Key Word** :

はじめに

ボート競技は一定水準の筋力発揮を維持しながらも1レースにおいて数百回に及ぶ連続動作を必要とする過酷な競技であり、無駄な動作は体力のロスにつながりパフォーマンスを低下させる。身体に何らかの障害を持った選手にとっては、なおさら無駄な動作による悪影響、特に体幹にかかる負担は大きい。今回、北京パラリンピックにおけるボート競技日本代表クルーに帯同し、上肢体幹機能向上を目的にPNFの応用を試みたので報告する。

障害者ボート競技のクラス分類および日本クルーの種目

障害者ボート競技は、2008年現在では3クラスに分類される。即ち、腕のみの引きで漕ぐAクラス、体幹のスイングと腕の引きを使って漕ぐTAクラス、下肢の伸展動作と体幹のスイングおよび腕の引きを使って漕ぐLTAクラスである。また、北京パラリンピックでは、Aクラスは男性および女性のシングルスカル（一人漕ぎ）、TAクラスは男女混合のダブルスカル（二人漕ぎ）、LTAクラスは

1) 愛知医療学院短期大学  
Aichi Medical College for Physical and Occupational Therapy

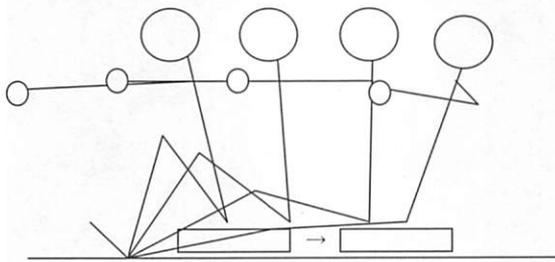
障害者ボート選手に対する PNF の応用  
The applicability of PNF to person with disabilities's oarsman

男女 2 名ずつ計 4 名の漕手と 1 名の舵手による舵手付きフォアの合計 4 種目が開催された。ちなみに、スカル種目とは一人の漕手が左右 2 本のオールを操作してボートを進めるものであり、それに対して、舵手付きフォアはスイープ種目といって、一人の漕手が 1 本のオールを操作し合計 4 人の漕手でクルーを組むものである。日本は、TA クラスの混合ダブルスカルに出場した。

ローイング動作の比較

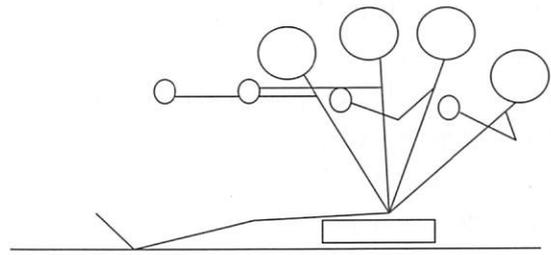
一般にボート競技におけるローイング動作は、LTA クラスで示されるところの、下肢の伸展、体幹の後方へのスイング、上肢の引き動作の複合運動で行われる。これに対して、今回担当した TA クラスの混合ダブルスカルは、下肢の伸展が制限されている為に、体幹の前後傾を大きく取り、体幹のスイングを大きくする漕法に特徴がある (図 1, 2, 3)。

一般選手のローイング動作



\*脚の伸展に伴い、シートがスライディングする

TA 選手のローイング動作



\*脚伸展運動は制限されている為、体幹のスイングが強調される

図 1 ローイング動作の違い

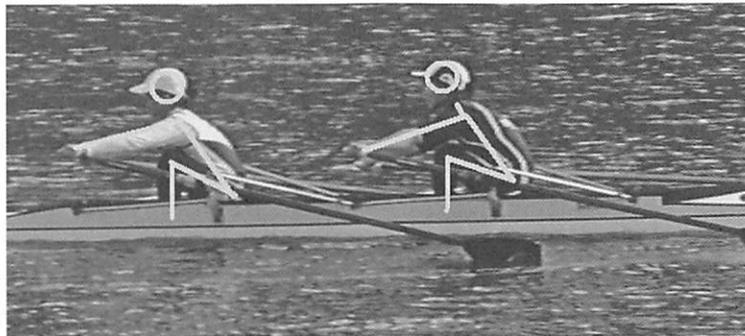


図 2 一般選手のキャッチ直前の姿勢



図 3 障害者クルーのキャッチ直前の姿勢 (体幹の前傾が大きい)

## 対象と問題点

担当の対象となった選手は、男性1名(39歳、右下腿切断、両下肢筋力低下、術後約20年)と女性1名(23歳、左股関節離断、術後約5年)の2名であった。両選手とも、日常は義足を使用しており、ADLは自立している。また、両選手ともに、上肢の機能は正常である。

男性選手は、切断肢側の股関節周囲筋群は概ねMMT4レベルであり筋力低下がみられた。女性選手は、左股関節周囲筋は全く機能していなかった。また、両選手ともに体幹が健側凸の側屈傾向にあり、立位、座位ともに体幹のアライメント不整がみられた。特にローイング動作の行われる座位姿勢では下肢による骨盤固定の左右差から、左右の体幹筋のアンバランスにつながり、これにより体幹や肩甲帯のアライメント不整につながっていると推察された(図4)。このアライメント不整による肩甲帯の高さがローイング動作にも影響し、左右のオールを引く位置が一定ではないために、ボートの左右の傾きが起りやすくなり横方向のrolling現象が出現する為艇速の低下につながると思われた。

TAのローイング動作の特徴である体幹スイングの大きさにより、腰部に対するストレスはより大きく、両選手ともにトレーニングやレースの後に腰背部の筋緊張亢進からくる腰痛を訴えた。同時に、体幹の前後傾が大きくなることは、オールのグリップの高さがキャッチ姿勢で低くなる傾向につながり、水中を引く際に肩の引き上げ動作を誘発することになる。この結果として、過度な肩甲帯後方挙上を来すことから肩甲骨周囲筋の負荷が大きくなり、その疲労が促進される傾向が推察された。一般には、グリップの高さは水面に対して平行に引くことによって、オールのブレードが水中で上下動することなく一定の深さで水を押すことになり、これがボートの推進力につながる。しかし、肩の引き上げ動作が強くなると、水中でのブレードの深さが不定になりボートの水平方向への推進力につながりに

くくなるため、結果としてボートの推進力が出ない割に選手の負担が大きくなる。理想的なローイング動作時の肩甲帯および上肢の運動は、肘関節屈曲を伴って肩関節伸展・内転後の外転・内旋、肩甲帯後方下制の複合運動であるが、今回の対象選手は肩甲帯後方挙上になっている点が問題になると考えられた。

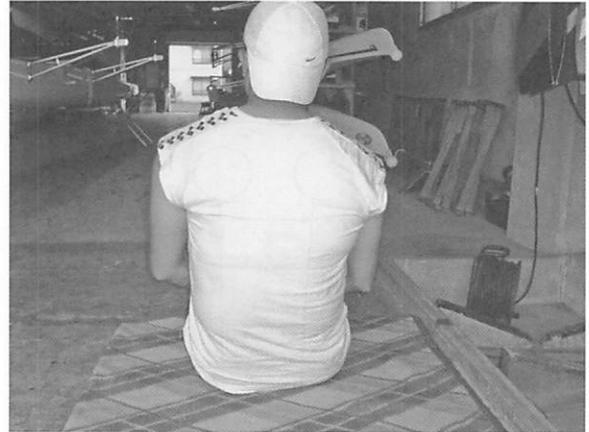


図4 右下肢切断選手の背面  
(左凸の側屈があり、右肩甲帯が下制している)

## PNF アプローチ

体幹のアライメント不整に対して、側臥位におけるMass Movementを行い、側屈した体幹の伸張側の短縮、短縮側の伸張を促し、姿勢矯正を試みた。特に、短縮側に対するMass extensionと、伸張側のMass flexionを強調して行った。この際、体幹アライメントが正中位に矯正された位置でHoldし、そこをスタート位置にしてからMass flexionもしくは、Extensionを行った。(図5)

腰背部筋群の緊張緩和には、同様のMass MovementにHold Relaxを加えた。また、骨盤の後方挙上パターン-前方下制パターン、前方挙上パターン-後方下制パターンの組合せでSlow Reversalを行った後に、肩甲帯の運動を加えてReciprocal Movementsを行い、腰背部筋群の緊張緩和と可動性の向上を図った。

肩甲帯と上肢の複合運動の理想的な動きを促通するために、側臥位での肩甲帯後方下制パターンを行った後に、Reciprocal

障害者ボート選手に対する PNF の応用  
The applicability of PNF to person with disabilities's oarsman

Movements を特に骨盤を固定した状態で、肩甲帯の後方下制を強調して行った。(図6) その後、座位にて両側性対称性の肩甲帯後方下制と肩関節伸展パターンを行った。(図7)

結果

座位における姿勢アライメントの不整は改善し側屈程度は小さくなった。また、それによる肩甲帯の高さの左右差は改善され、ローイング動作の改善には即時性があった。(図8, 9)

また、選手の主観的な感想としても、理想とするローイング動作をイメージしやすくなり、ローイング動作時の体幹や上肢の使い方に改善が見られたことや、筋緊張の低下により腰痛を主症状とする腰背部の違和感が改善された。一方で、絶対的な筋力の左右アンバランスは今回の介入だけでは改善することは出来なかった。

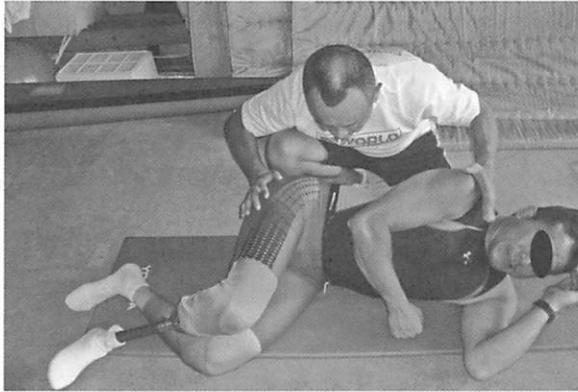


図5 短縮側への Mass Movement (Mass extension)

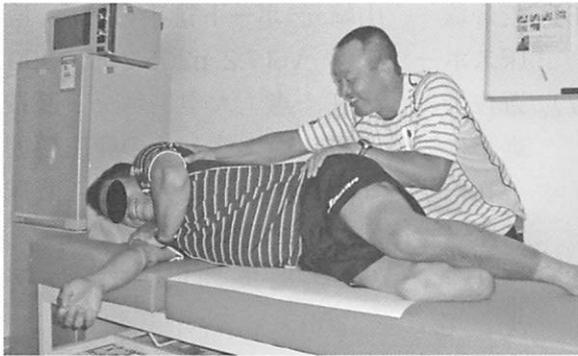


図6 Reciprocal Movements による肩甲帯後方下制の促通

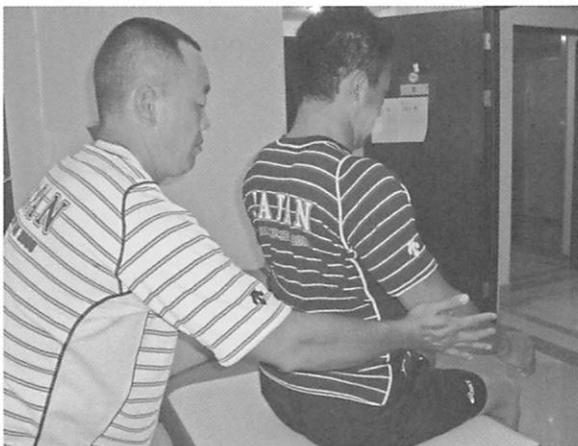


図7 座位にての両側性対称性肩甲帯後方下制、肩関節伸展パターン



図8 PNF 介入前のローイング動作 (背面)



図9 PNF 介入後のローイング動作 (背面)

## 考察

今回、PNF を応用したアプローチがローイング動作の改善につながったことは、覚張ら<sup>1) 2) 3)</sup>、新井ら<sup>4)</sup>が紹介しているようにスポーツトレーニングやコンディショニングに対して PNF を用いた介入がそのフォームの改善やパフォーマンスに有効であることを示している。今回介入したボート競技は、用具の調整などによってパフォーマンスに影響が大きくでる競技であり、一概にレースタイムなどの結果に与える影響としては直接的な影響を考察することは困難である。しかし、フォーム改善がレースタイムに与える影響を考えると、PNF を応用したアプローチによって結果的に競技力向上に少なからず影響を与えたと考えられる。特に、障害者スポーツでは、身体障害からの影響により日常的にアライメント不整となっている選手が、理想的な身体運動をイメージし実践することが困難である場合が多いと思われる。したがって、PNF の応用により、理想的な運動を促進し、フォームのイメージを作ることが、スポーツ動作の改善により有効に作用すると言える。

ボート競技は、非接触スポーツの一つであり、その障害は多くは練習量が多くなることによる overuse や、間違ったフォームによる misuse による慢性障害が中心である。特に千足ら<sup>5)</sup>、若野ら<sup>6)</sup>、遊佐ら<sup>7)</sup>が報告しているように、ボート競技では腰痛を呈することが多く、その予防や改善には、体幹筋力の増強、練習量の調整、フォームの改善が重要である。今回の TA 選手では、そのフォームや身体的な特徴から、腰痛のリスクが高く、その予防や改善が競技パフォーマンスを向上させるための重要な要素となる。その点で、PNF の応用は、単に対症療法的なアプローチに留まらず、フォーム改善には身体運動を直接的に改善する方法として、他の様々なアプローチ手法と比較しても効果が高いと言える。従って、今回の介入においてトレーニングの中で PNF を積極的に取り入れることの有効性を再認識することができた。

## 参考文献

- 1) 覚張秀樹：スポーツと PNF- スポーツ外傷・スポーツ障害の運動療法とスポーツコンディショニングへの可能性－. PNF リサーチ 8.1. p61-74, 2008
- 2) 覚張秀樹：「スポーツ PNF マニュアル」南江堂, 1993
- 3) 覚張秀樹、矢野雅知：「実践スポーツ PNF コンディショニング」大修館書店, 2006
- 4) 新井光男、柳沢健：PNF を利用したトレーニング. 福林徹編集「アスレティックリハビリテーションガイド」p91-98, 2008
- 5) 千足耕一、中村夏実：高等学校ボート競技における障害の発生状況と選手・指導者の故障に対する意識. 体力科学. Vol.53.6. p866, 2004
- 6) 若野紘一、山崎元：ボート選手の腰痛. 臨床スポーツ医学. Vol.7.2. p205-209, 1990
- 7) 遊佐公美、入江一憲：大学生ボート競技選手における腰痛の実態とその発生要因 - 身体的要因と練習要因について -. 臨床スポーツ医学. Vol.23.1 p81-87, 2006
- 8) 柳沢健、乾公美編集：「PNF マニュアル」. 南江堂, 2005
- 9) 金子公有・福永哲夫編集：「バイオメカニクス - 身体運動の科学的基礎」. 杏林書院, 2006
- 10) Volker Nolte et.al：「Rowing Faster」Human Kinetics, Inc., 2005

ヨルダン王国高等教育における神経筋促通手技（PNF 法）指導  
PNF teaching at higher education in Kingdom of Jordan

秋山 純和  
Sumikazu Akiyama

**Abstract :** I had a chance to teach PNF at University of Jordan, as a part of activities organized by JICA (Japan International Cooperation Association). I had five times class at the department of PT in University of Jordan. For each class is two hours long. Approximately fifty students were in the class. In detail, there were two lecture classes for sophomore and three practicum classes for junior. A lecture room was used for the classes. There were only three treatment tables for fifty students. The practicum training was given to one student by a professionals at first, then two students tried demonstrating PNF while the professional were correcting some of them. Female students were asked use two tables while male used one. There was a notice given by the local faculty for us not to touch female students. Even though the class started female students kept sitting and male students used all the three tables. After 20 minutes later, all the male students left the classroom, and then all the female students started their practicum. Because I was told beforehand not to touch female students. Some distance was kept between the professional and the female students. I was asked to give the hands-on-training by two female students suddenly. It seemed the students had little experience of practicum on campus. It was first time for me to teach PNF only by oral presentation which was given difficulty. This activity found the importance of on-campus-practicum. It is hoped that there will be more of this kind of practicum classes on campus in the future at the University of Jordan.

## はじめに

国際協力機構（JICA）を通じ、ヨルダン大学リハビリテーション学部理学療法学科で神経筋促通手技（PNF 法）を教授する機会を得た。ヨルダン大学は、中東の地にある文字通り高等教育機関である。しかし、中東というやや特殊な環境にある場で PNF 法指導の経験が出来たことは、ある意味貴重かも知れない。我々 PNF 法を志す者、また、本邦理学療法士、また、将来に青年海外協力隊など、国際協力の希望者に対して多少なりとも情報提供となればと考え、その経験を報告する。

## I 任国ヨルダン王国の基礎情報

ヨルダン王国は中東にあり、上方にシリア、右にイラク、右下にサウジアラビア、左にイスラエルと行った国に囲まれた王国である。人口は 2005 年に 535 万であり、国全土の面積は 8.9 万平方キロメートルである。公用語

はアラビア語であるが、英語もかなり通用するとされている。宗教はイスラム教 93%、キリスト教等 7% とされている。全人口の約 7 割がパレスチナ系国民であり、もともとのヨルダン人が 3 割とされている。パレスチナ系の人達は、中東戦争によりパレスチナから移ってきた人達である。ヨルダン王国は、中東では少ない非産油国であり、めぼしい外貨獲得手段のない脆弱な経済構造である。このため、恒常的な国際収支の赤字が続いている状況にある。しかし、現在湾岸戦争とイラク戦争のため、外国からの資金が流入しており援助バブルとも言われている。

## II ODA と国際協力機構（JICA）

ODA の形態と分類は、経済協力として政府開発援助（ODA）、その他政府資金の流れ（OCF）、民間資金の流れ（PF）、NGO による贈与に分けられる。政府開発援助は、二国間贈与、

二国間政府貸与、国際機関への出資、拠出に分けられる。二国間贈与には、無償資金協力と技術協力に分けられ、無償資金協力は、一般無償、水産無償、食料増産援助、技術協力は、研究員受入、専門家派遣、調査団派遣、機材供与、ボランティア派遣がある。

ボランティア事業の目的は、1. 相手国の社会・経済発展および復興への協力、2. 相手国との親善と相互理解の深化、3. ボランティア経験の日本社会への還元である。ボランティア事業の特性は、現地の人々とともに現地語で活動し、配属先と一緒に活動計画を作成する。個人の活動なので、プロジェクト活動と比べるとODAとしてはわずかな費用であることが特徴とも言える。なお、ボランティアには、青年海外協力隊、日系社会青年ボランティア、シニア海外ボランティア、日系社会シニアボランティアの4区分がある。本報告者は、シニア海外ボランティアという立場でその機会を得た。

### Ⅲ JICAの援助重点分野とボランティア活動

国際協力機構（JICA）における援助重点分野として、教員養成大学強化プログラム（高等教育）がある。JICAの高等教育に関する一般的な国際協力の内容として技術協力プロジェクトでは、カウンターパートに対して模範授業を行い指導者へ支援をすること、カリキュラムの開発、教材と指導書の作成、指導者への研修がある。報告者は、高等教育に関するプロジェクトに専門家として中国とカンボジアでの経験を持つが、本報告での経験はシニア海外ボランティアの理学療法士として応募し、経験したものである。

ヨルダン大学における活動は、理学療法のうち神経筋促通手技（PNF法）を教授するものである。もともとヨルダン大学では臨床指導できる理学療法士をJICAに依頼していた経緯があった。JICAにおける募集はヨルダン大学附属病院で2年間の指導、協力であるが応募がなく経過していた。報告者と同じ

く勤務する国際医療福祉大学より石井博之教員がヨルダンでCBR活動の専門家として赴任にしており、このJICAへの要請を知り、石井教員から連絡があり、大学より教員を派遣する方向で話しが進んだのが切っ掛けであった。現地ヨルダンJICA事務所とヨルダン大学で折衝が行われ、JICA本部で正式の募集となった。内容はヨルダン大学でのPNF法の講義と実技指導であった。当初2名の計画であり、報告者と他大学に勤務する他1名がボランティアの派遣に応募し、2人とも合格した。他の要請は脳血管障害に対する運動療法であったが、他大学教員は諸事情によりボランティア参加を断念した。報告者は勤務する上司、大学から許可を得て正式参加となった。

### Ⅳ ヨルダン王国における理学療法士養成の状況

ヨルダンの理学療法士養成の状況は、1988年に開設された高等教育機関として短期大学が3校で開始されたとのことであった。1999年より4年制大学が3校同時に開校されたとのことであった。大学教育に伴い3年制は廃止される予定である。PT数は統計がないため定かではないが600名前後との情報であった。報告者は、国立大学であるヨルダン大学での活動であった。ヨルダン大学は、20の学部、学生数約3万5000人が在籍している。リハビリテーション学部は1学年100名で2年次にPT、OT、STに専攻が分けられる。毎年、約半数がPTを専攻し約半数がOTとSTに別れる。PT学科の男女比3:7で女性が多いとされている。理学療法学科の男女比については、1年生から4年生までほぼ同じとのことであった。

### Ⅴ 指導・教授活動の実際

実際の授業回数は、2年生に対する講義2回、3年生に対する講義2回と実技5回の要請を受けた。実技については雪のために休校、

学校に行ったが授業のなかった日の計2回がキャンセルとなった。当地で活動した専門家と青年海外協力隊からの情報では、突然のキャンセル等は普通にあるとのことであった。実習用の教室はあるが、実際のところは実習室は椅子固定式の事実上、普通の教室に治療台3台のみであり、学生が十分実習できる環境ではなかった（図1）。実際の実技では、授業開始前のカウンターパートである理学療法学科長により、女性には触れないように注意を受けた。これを受けて実技では、デモンストレーションの際には、男性をモデルに実技を示し紹介した。その後、男性同士で実技をさせて、手技の修正する場面を見せた（図2）。その後、男性同士で実技をやらせて、口頭を中心に修正するところを見せた。その後に治療台が3台であるので男性1台、女性2台を使用しての実習を指示した。しかし、女性は座ったままであり男性が3台の治療台を使用して実技を始めた。報告者にとっては何が起こったかわからず、女性は実習をしないのだろうと思った。20分弱経過すると突然男性が全員教室が出ていき始め

たので、尋ねると今から女性が実習をするとのことであった。報告者は男であるので同じように教室から出て行こうとすると男子学生が先生は残って指導するとのことであった。その後に女性が実技を開始した。女性は男性の前で臥位姿勢を見せてはいけないとのことであった。不確実ではあるが、教授、博士などの男性教員は条件によって許されることもあるようであった。

女性に対する実技では、はじめ約1メートルの距離で口頭指示にて実技指導を行った。指示棒を使用して指導していたら、女性から指示棒を使用しないように注意を受けたので、人差し指に変更した。

しばらくすると2名の女学生が直接実技指導を申し出たので、触れて指導してよいか確認後に直接指導してみせた。その後イスラムの女性はその2名の学生に直接実技を行った。そのモデルの学生が間接的に指導する場面が見られた。女性2名はキリスト教徒と推察された。口頭だけで運動方向、抵抗の掛け方を修正することに限界を感じた。



図1 教室での授業の様子

女性が全員前、男性が全員後ろに着席していた。イスラムの女性はほぼ全員ヒジャブで頭を被い襟のあるロングコートを着用している。

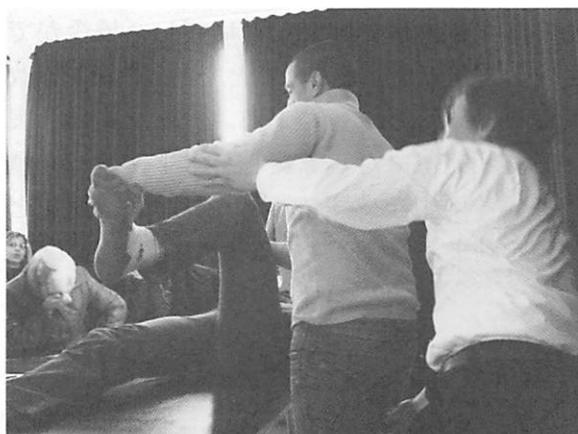


図2 男子学生2名に対する実習指導の様子

## VI 考察

伝統と宗教を踏まえて、国際協力を行う必要があることを痛感した。実習前に事前にカウンターパートであるヨルダン大学理学療法学科教員よりPNFの実習では女性には触れないように注意を受けた。口頭のみでPNFを指導することは初めての経験であり、困難さを感じた。何よりも学生自身がほとんど身体を動かした経験のない様子が窺えた。またボディメカニクス上、足下をもっと広げるように指示したが女性はロングコートを着ており、広げること自体が困難であった。中東周辺諸国では、アラビア文化とイスラム文化を理解して行動する必要があると考えるが、国と民族によっても少しずつ異なる面があるように感じた。イスラムの女性が全員ベール（ヒジャブ）を被っているかというところではなくあくまで信仰の問題とのことであった。イスラムヨルダンにもともと住んでいたヨルダン人と中東戦争によりヨルダンに住むようになったヨルダンのパレスチナ人、先祖が十字軍でヨルダンに住むようになったキリスト教徒の子孫、エジプトから働きに来ている人達とさまざまな暮らしの形勢があり、一様ではないと感じた。

ヨルダン大学では来年度に新しい校舎ができ実習室が充実するとのことであったので、改善を期待するところである。PNFを講義、実習して、実習に対して熱心な学生、実技を欲している学生を感じることができた。歴史と文化を踏まえつつ変化することが期待される。

CBR活動を行った石井教員、ヨルダン大学での講義、実習を通じて、また講習会、青年海外協力隊の様子から運動療法における実技と理学療法評価が十分ではないことが確認できたと考える。

## VII おわりに

ヨルダン王国におけるさらなる理学療法の発展を願うと同時にヨルダンで疾病や障害を持っておられる方達が理学療法を十分利用できることを心から願う次第である。図3は、報告者とヨルダン大学理学療法学科の教員の一人 Dr. Hamada（理学療法士）、学生諸子、現在ヨルダンで活躍中の青年海外協力隊小野寺隊員（理学療法士）である。



図3 右端上が報告者であり、ヨルダン大学理学療法学科の教員 Dr. Hamada（理学療法士）、青年海外協力隊小野寺隊員（理学療法士）、理学療法学科学生達。

## 日本PNF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、本文の合計が概ね7枚（11,200字相当）以内とする。1,600字用紙で概ね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版横書き概ね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、合計概ね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（日本語／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、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、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あつた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  
〒350-0435 埼玉県入間郡毛呂山町下川原1276 TEL 049-295-3211 (代)  
日本医療科学大学 保健医療学部 リハビリテーション科 富田 浩 宛
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●

日本PNF学会の活動も多方面にわたり年々活発となり、それに伴い「PNFリサーチ」の内容もレベルアップし、さらにバラエティに富んだ内容となってまいりました。今回は「原著論文」、「研究と報告」、「ケーススタディ」、「報告」と様々な形でPNFが実践され研究されている様子が紹介される内容となりました。

PNFに関する学術研究と臨床に活用できる技術講習と本学会の目的にもあるように基礎研究と共に様々な場面で活用され、実証されていくことが何よりも大切なことと思われまます。それら知見を蓄積し、共有することが学会の発展にもつながりますし、社会的にも認知されることになるでしょう。何よりも「日々の実践」と「理論的背景の確立」の両輪が一つの力になってこそ、真の成果に結ぶつくことと思います。

最後に、「PNFリサーチ Vol-9.」を無事刊行することができました。投稿者および査読をお願いしました方々御協力ありがとうございました。

(H.G.)

[日本PNF学会役員]

役職	氏名	所属
理事長	柳澤 健	首都大学東京 健康福祉学部 理学療法学科 学科長
副理事長	乾 公美	札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学科 教授
副理事長	今井基次	八千代リハビリテーション学院 学院長
事務局長	新井光男	つくば国際大学 医療保健学部 理学療法学科 教授
学術局長	富田 浩	群馬パース大学 保健科学部 理学療法学科 准教授
渉外局長	山元総勝	熊本保健科学大学 リハビリテーション学科 学科長
理事	秋山純和	国際医療福祉大学 保健医療学部 理学療法学科 教授
理事	覚張秀樹	東京女子体育大学 体育学部 教授
理事	田村陽子	東京都リハビリテーション病院 主任
理事	清水ミシェル・アイズマン	広島県立保健福祉大学 理学療法学科 教授
理事	萩原利昌	川崎市百合丘障害者センター 所長
理事	原田恭宏	八千代リハビリテーション学院 理学療法学科 教務主任
顧問	奈良 勲	神戸学院大学 総合リハビリテーション学部 教授
監事	田口孝行	埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科 講師
監事	太田 誠	日本福祉リハビリテーション学院 理学療法学科 学院長

[PNFリサーチ査読委員 (順不同)]

- ・柳澤 健    ・乾 公美    ・今井 基次    ・秋山 純和    ・新井 光男    ・覚張 秀樹
- ・田村 陽子    ・富田 浩    ・萩原 利昌    ・原田 恭宏    ・山元 総勝

以上

日本PNF学会 (PNFSJ)

第9巻 第1号

2009年3月25日発行

編集・発行 日本PNF学会

〒734-0022 広島市南区東雲2丁目10番10号

グレース東雲406号

TEL 090-7970-6661

Mail pnfoffice@pnfsj.com

URL http://www.pnfsj.com

### 複写される方へ

本誌に記載された著作物を複写したい方は、(社)日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の方でない限り、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル (中法) 学術著作権協会  
電話 (03) 3475-5618 FAX (03) 3475-5619 E-mail : jaacc@mtd.biglobe.ne.jp

著作物の転載・翻訳のような、複写以外の許諾は、直接本会へご連絡下さい。

CCCに登録した著作物には、次の表示を追加する。

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc.  
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA  
Phone : 1-978-750-8400 FAX : 1-978-646-8600

CCCに登録した著作物の場合

#### Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright clearance by the copyright owner of this publication.

< Except in the USA >

Japan Academic Association for Copyright Clearance, Inc. (JAACC)  
6-41 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan  
Phone : 81-3-3475-5618 FAX : 81-3-3475-5619 E-mail : jaacc@mtd.biglobe.ne.jp

< In the USA >

Copyright Clearance Center, Inc.  
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA  
Phone : 1-978-750-8400 FAX : 1-978-646-8600

### 日本PNF学会研究倫理規定

日本PNF学会は、PNF（固有受容性神経筋促通法）に関する学術研究の充実及び発展を図り、国民の健康及び福祉に貢献することを目的としているが、その研究により被験者が不利益を受けること、対象動物を虐待することになってはならない。そのため、以下の指針にそっておこなわれていない論文については、掲載を認めないことがある。

1. 人を対象とした研究では「臨床研究に関する倫理指針（厚生労働省、平成16年12月28日全部改正、<http://www.mhlw.go.jp/general/seido/kousei/i-kenkyu/rinri/0504sisin.html>）に従っておこなわれていること。
2. 動物を対象とした研究では「動物実験に関する指針（日本実験動物学会、1987、[http://www.soc.nii.ac.jp/jalas/law-guide/law\\_04.html](http://www.soc.nii.ac.jp/jalas/law-guide/law_04.html)）に従っておこなわれていること。  
また、これらの研究は各研究者の所属施設に定められた倫理委員会の承認または倫理規定に基づいておこなわれ、論文中にそれが記載されていることが望ましい。倫理規定が定められていない施設からの投稿論文については、編集委員会で審議する。