ISSN 1346−4795

PNF リサーチ

—PNF Research—

日本PNF研究会会誌

Vol.4 No.1 2004

目 次

□研究と報告

スロー・リバーサル及びホールド・リラックスが
肩関節自動屈曲角度に及ぼす継時的影響の比較
—両手技の有効性と効果出現速度の比較— 田中良美.他 ・・・ 1

上肢PNFパターンが投球動作の肩関節外転角度に与える影響 名塚健史.他 ・・・ 7

脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動が肩関節可動域改善に
及ぼす継時的効果 名井幸恵.他 ・・・ 12

肩甲骨と骨盤の抵抗運動が患側肩関節可動域に及ぼす影響 平下聡子.他 ・・・ 19

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 上広晃子.他 ・・・ 24

骨盤後方挙上へのHOLD·RELAXが柔軟性におよぼす効果 佐藤 仁 ・・・ 28

ハムストリングスへの異なる負荷での抵抗運動による静止性収縮を
生じさせた時の大腿直筋表面筋電図振幅値への影響 桝本一枝.他 ・・・ 32

掛け声が体幹の固定に及ぼす影響について 高間 則昭.他 ・・・ 39

聴力障害を伴う頭部外傷性の失調症に対する
PNFアプローチの治療効果 弓場裕之.他 ・・・ 43

JPNFA

スロー・リバーサル及びホールド・リラックスが肩関節自動屈曲角度に及ぼす継時的影響の比較

—両手技の有効性と効果出現速度の比較—

Comparison of Hold-Relax Procedure with Slow-Reversal Procedure on Increasing Active Shoulder Flexion Range in Patients with Orthopedic Shoulder Joint Disabilities

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

柳澤　健[4)] Ken Yanagisawa

要旨:固有受容性神経筋促通法のスロー・リバーサル(SR)とホールド・リラックス(HR)が関節可動域(ROM)改善に及ぼす継時的影響を比較検討した．肩関節 ROM 制限を有し運動時痛を伴わない整形外科患者 14 名(平均年齢 62.8 歳)を，無作為に HR と SR の 2 群に分類した．治療は 4 週にわたり，1 回 20 分を週 3 回実施した．各週の肩関節自動屈曲角度(ASFA)を用いて両手技の継時的効果を比較した．開始前の ASFA 値は HR で 98.6°SR で 103.6°を示し，4 週後 HR で 116.4°SR で 138.4°を示した．重複測定一分散分析の結果，HR と比較し，SR で有意な ASFA の増加を認めた．HR は他動 ROM の即時的及び継時的改善，運動時痛を伴う患者の自動ROMの即時的改善に有効であり，SRは運動時痛を伴わない患者の自動ROMの改善に即時的，継時的に有効であることが示唆された．

キーワード： PNF，スロー・リバーサル，ホールド・リラックス，関節可動域

Abstract : The hold-relax procedure (HRP) of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) technique has been reported in the literature as being more effective than stretching for the improvement of joint range of motion. On the other hand, the slow reversal procedure (SRP), also part of the PNF technique, is one of the techniques used for strengthening muscles. However, we were able to use the SRP clinically for improving joint range of motion. The purpose of this study was to compare the cumulative effects of the SRP with the HRP for improving range of motion of the upper extremities in patients with orthopedic shoulder joint disabilities.

The active shoulder flexion angle (ASFA) in the sitting position was measured as the parameter of the effect of each procedure. Fourteen subjects with orthopedic shoulder joint disabilities were randomly assigned to the HRP group or the SRP group. Both HRP and SRP were performed regularly three days per week for four weeks. Measurement of the ASFA was taken prior to the experiment and the third session of each week.

The results of repeated measure ANOVA of this investigation indicated that the ASFA measured after four weeks for each procedure showed more significant increases in the SRP group than in the HRP group ($p < 0.05$). Post hoc tests were done to compare the results of the initial pre-experment value of the ASFA with every weekly measurement of ASFA for each procedure. Consequently, we found that the measured ASFA in both the SRP group and HRP group began to indicate significant increases after the third week. A significant difference in the ASFA between the SRP group and the HRP group was also found to begin after three weeks. The cumulative effect of the SRP for improving ASFA showed superiority over the HRP on patients with no complaints of pain.

Keywords : PNF, Slow-Reversal, Hold-Relax, Range of Motion

1) 広島逓信病院　理学療法室
Department of Physical Therapy, Hiroshima Posts and Telecommunications Hospital
2) 広島大学医学部保健学科
Division of Occupational Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University
3) 広島県立保健福祉大学
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural College of Health Sciences
4) 東京都立保健科学大学
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University of Health Sciences

スロー・リバーサル及びホールド・リラックスが肩関節自動屈曲角度に及ぼす継時的影響の比較
―両手技の有効性と効果出現速度の比較―
Comparison of Hold-Relax Procedure with Slow-Reversal Procedure on Increasing Active Shoulder Flexion Range in Patients with Orthopedic Shoulder Joint Disabilities

はじめに

我々理学療法士が関節可動域(以下，ROM)制限に対しアプローチする機会は非常に多い．その方法は多岐にわたり，選択もセラピストによって様々である．固有受容性神経筋促通法(以下，PNF)の ROM 制限に対するアプローチとしては，ホールド・リラックス(以下，HR)及びコントラクト・リラックスが臨床上よく使用されている事は周知の通りである[1-5]．特にリラクセーションさせたい筋を最大に伸張した肢位で，最大静止性収縮を行わせる HR の有効性についての報告は数多く見受けられる[6-13]．

HR を用いた健常者を対象とした ROM 改善の報告として，Tanigawa は健常者を対象に，ハムストリングスの伸張度を持続伸張(以下，SS)と HR の各治療前後で比較検討した結果，HR で膝関節伸展位での股関節他動屈曲角度が有意に増加したことを報告している[6]．また武富らも，肩関節内旋筋に対する HR 実施前後の肩関節外旋可動域を比較し，実施後に有意な増加が認められたことを報告している[8]．

時間経過とともに治療の繰り返しによって得られる累積効果(継時的効果)について，Tanigawa は，週に 2 回 HR を行うと，治療開始 1 週間で SS と比較し有意に可動域が増加することを示唆している[6]．また，患者群を対象とした和気らは，脊椎疾患患者の膝 ROM 制限に対し 6 週間 HR と SS を実施し比較している．その結果，4 週までの経過で治療前の HR 群に有意な膝 ROM の増加を認めたことを報告している[9]．

以上のように，ROM 制限に対する HR の即時的，継時的効果は他の治療法と比較検討され，HR の有効性が示されている．

我々は，PNF パターンを拮抗パターンから数回繰り返すスロー・リバーサル(以下，SR) で ROM が改善するという臨床的経験から，SR の自動 ROM に対する即時効果について検証し報告した[14,15]．滑車運動との比較では SR で有意な改善を示したが，HR との比較では，両手技間で有意差は認められなかった[14]．しかし，対象の運動時痛の有無で両手技の効果を比較すると，運動時痛を伴う対象では HR で，また運動時痛を伴わない対象では SR で改善傾向が認められた[15]．

これらの先行研究では，HR は他動 ROM の即時的および継時的改善に有効で，SS と比較し治療開始から 4 週までの経過で改善度が高いことが示され，運動時痛を伴う対象の自動 ROM の即時的改善についても有効であることが示されている．SR については，HR との比較から自動 ROM の即時的改善に有効であるが，特に運動時痛を伴わない対象で高い改善傾向を示したことが報告されている．これらのことから，運動時痛を伴わない患者においては，SR が自動 ROM の改善に継時的に有効である可能性が考えられた．しかし，SR の自動 ROM の継時的な有効性や，改善速度については未だ示されていない．

そこで，PNF テクニックの選択において，運動時痛の有無により使用するテクニックの適応を明らかにするために，対象を運動時痛を伴わない患者群に限定し，両手技の違いが自動 ROM 改善に及ぼす効果について，①運動時痛を伴わない肩関節自動 ROM 制限に対し，HR よりも SR が有効であるか．②SR の方が，HR よりも治療開始からの経過期間において早期に治療効果が出現するか．の研究疑問について調べた．

また，操作定義として，運動時痛を伴わない自動 ROM 制限とは，著明な筋力低下による自動 ROM の制限を除き，肩関節自動屈曲運動の開始から最終域を通して疼痛が出現しない ROM 制限とした．使用する手技について，HR は PNF パターンの中で，

リラクセーションさせたい筋を最大に伸張した肢位で，最大等尺性収縮をさせ，その後，力を抜かせリラクセーションを得る手技とした．SR は促通したい PNF パターンの拮抗パターンから開始し，促通パターンで終了する．この往復運動を片道 2〜3 秒のゆっくりとした速さで数回繰り返す手技とした．各手技の効果は，肩関節自動屈曲角度(以下，ASFA)の平均値の増加量とした．

方法

(対象)

対象は，研究の目的に同意した整形外科肩関節疾患患者 14 名(男性 4 名，女性 10 名）で，平均年齢 62.8 (43〜83 歳）歳であった．対象疾患の種類は，肩関節周囲炎 13 名、上腕骨外科頚骨折後 1 名で，運動時痛を伴わない肩関節自動 ROM 制限を有する者のみとした．

(研究デザイン)

対象 14 名を無作為に HR 群と SR 群に分類した(表 1)．治療は，患肢に対し 1 日 20 分，週 3 回実施し，4 週間継続し，独立変数を手技の違いと治療開始からの経過週(4 週)とした．なお治療場面以外での ROM 改善運動は行わなかった．

改善の指標として，端座位での ASFA を従属変数とし，第 1 週の治療開始前と各週の 3 回目の治療前に角度計にて計測した．

表1 各群の対象疾患

	HR群	SR群
右肩関節周囲炎	5名	3名
左肩関節周囲炎	2名	3名
右上腕骨頚部骨折	0名	1名

(治療手技の実施方法)

両手技の実施肢位は端座位とした．

両手技の 1 回の治療は筋収縮時間が同程度となるように実施した．

HR は，他動的に痛みを伴わない最大の，肩関節屈曲－外転－外旋位に置き，手掌，および上腕後内側面に用手接触を行い，伸展－内転－内旋パターンに抵抗を加え，5 秒間最大静止性収縮を行わせ 20 秒間リラックスさせた．その後，自動的に肩関節最大屈曲位を 5 秒間保持させた．以上を 6 回繰り返し，1 セットとした．1 セット毎に 2 分間の休息を与え 4 セット実施した．

SR は、自動介助にて痛みを伴わない最大の肩関節屈曲－外転－外旋位に置き、手掌および上腕後内側に用手接触を行い，伸展－内転－内旋パターンから開始し、次に手背および前腕橈側背面に用手接触を切り替えて屈曲－外転－外旋パターンを 5 往復行わせ，1 セットとした。1 セット毎に 2 分間の休息を与え 8 セット実施した。

(データ解析)

統計学的分析は有意水準 5%とし，1 週目から 4 週目の ASFA を用いて，手技と期間を要因とした重複測定－分散分析を行った．研究の結果，経過週による効果の現れ方が，ある傾向を示す場合は，両手技について説明変数を経過週，目的変数を ASFA とした整次多項式によって，経過週と ASFA の関係を回帰分析で調べることとした．

結果

(HR と SR の効果比較)

治療前の各群の平均 ASFA±標準誤差は HR が 98.6±5.9°，SR が 103.6±5.7° であった．治療前の両群間の ASFA には，マン・ホイットニ検定の結果，有意差はなかった．第 4 週後の平均 ASFA±標準誤差は HR が 116.4±3.2°，SR が 138.4±4.0° であった．各週の平均 ASFA 値±標準誤差は両手技と

表2 重複測定-分散分析表

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
手技	2484.45	1	2484.45	5.39	p<.05
期間	3222.05	3	1074.02	16.12	p<.05
手技×期間	508.48	3	169.49	2.54	NS
誤差	7928.00	48	527.43		
全変動	14142.98	55			

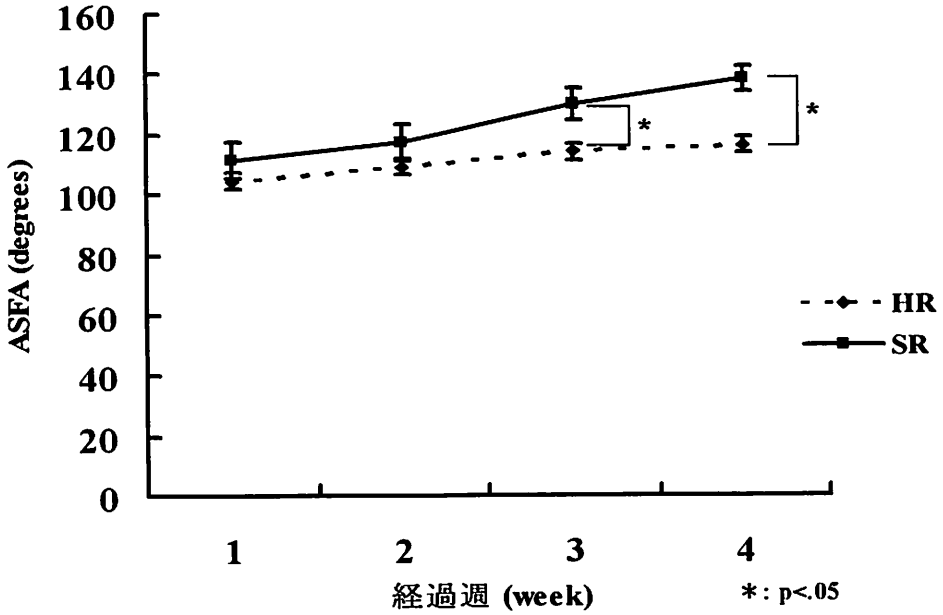

図1 平均ASFA±標準誤差の治療経過に伴う推移

も継時的な改善を示した(図 1). また 4 週後の平均改善角度±標準誤差は HR で 17.9±6.6°, SR で 34.9±6.0° を示した.

1 週後から 4 週後の ASFA を使用した重複測定ー分散分析の結果, SR で経過週と手技間の両方で有意な改善が認められた. しかし手技と経過週に交互作用は認められなかった(表 2).

(経過週と効果の出現について)

有意差が見出された経過週についてより詳しく知るために, 各週毎の ASFA 間について Fisher の多重比較検定を行った. その結果, SR 群では治療前と 3 週後間, 治療前と 4 週後間, 1 週後と 3 週後間, 1 週後と 4 週後間, 2 週後と 4 週後間に有意差を認めた. HR 群では治療前と 3 週後間, 治療前と 4 週後間に有意差を認めた(表 3, 表 4). また 3 週後と 4 週後の両手技間の効果に有意差を認めた.

表3 多重比較表 (SR群)

	1W	2W	3W	4W
Pre	NS	NS	p<.05	p<.05
1W		NS	p<.05	p<.05
2W			NS	p<.05
3W				NS

表4 多重比較表 (HR群)

	1W	2W	3W	4W
Pre	NS	NS	p<.05	p<.05
1W		NS	NS	NS
2W			NS	NS
3W				NS

この結果から，両手技における経過週と治療効果の関係について，整次多項式による回帰分析を用いて次のように解析した．経過週を説明変数とし，ASFA を目的変数とした整次多項式回帰関数を算出した．HR では y=4.6x＋99.4，SR では y=8.8x＋102.5 を示し，一次多項式で経過週と ASFA の関係が最もよく示された．両手技の回帰関数と回帰係数は有意であった(HR: $p < 0.003$, SR: $p < 0.00001$)．手技間の回帰係数は片側検定で有意差を認め，SR の回帰係数は HR の約 2 倍を示し，HR と比較し SR では約 2 倍程度の速さで ASFA に変化が生じることが示された．

考察

(HR と SR の効果比較)

図 1 に示す通り，両手技とも経過週とともに継時的な改善が示された．特に今回の結果からは，運動時痛を伴わない対象における自動 ROM の継時的改善には，HR と比較し SR が有効であることが示唆された．

HR の継時的効果の理由は、過去の報告にあるように拮抗筋への抑制作用として考えられる [1-6,8,9]．SR においては様々な見解があり，相反抑制の機序による拮抗筋の抑制も考えられるが，自動 ROM の増加という点から，主として継時誘導による主動筋の促通と筋力増強作用の累積として説明できる可能性がある [2-5]．

(治療効果出現の速度について)

治療期間と治療効果の出現の関係については，多重比較において，両手技とも治療開始前と 3 週後間に有意差が認められたことから，両手技とも治療開始 3 週目から治療開始時と比較し有意な改善が生じることが示唆された．しかし，両手技間の効果に有意差が認められたのも 3 週後であったことから，SR では HR と比較し，3 週後の時点でより大きな効果が生じている事が示唆された．これは SR についての多重比較から，治療開始 1 週後と 3 週後間においても有意差を認め，また回帰係数が HR の約 2 倍を示したことから，3 週以上継続して行うことで約 2 倍の速度で改善度が高まることを示唆している．

今回の我々の結果からは，HR は自動 ROM の改善にも継時的効果が生じ，また我々の過去の研究からも，運動時痛を伴う対象の自動 ROM においては，関節運動を伴わないため安全に増大させることが可能と言える [15]．SR は運動時痛を伴わない患者を対象とした場合，自動 ROM の増大について，即時的，継時的に有効であり，特に継時的効果については HR よりも高いことが示された．

これらのことから運動時痛を有さない対象には，拮抗筋の抑制よりも，主動筋の促通や筋力増強が自動 ROM 改善により有効であることが示唆された．

以上より，本研究からは PNF テクニックを適用する場合，運動時痛の有無によって両手技を使い分ける方が効率的であり，運動時痛のない対象には，主動筋・拮抗筋の求心性収縮を行う SR を 3 週以上の経過週で適用する方が HR よりも 2 倍の速度で効果が現れ，効率的に自動 ROM の改善，治療期間の短縮が図れることが示唆された．

今回の研究の限界として，対象を安静時

痛および運動時痛のない患者と限定したため，疼痛を有する患者への SR の適用が自動 ROM 増大に及ぼす効果についての詳細は不明であり，疼痛を有する患者への PNF テクニックの適応と効果出現についての検証が必要である．

今後は，症例数を増やし本研究で得られた事を確認すること，また両手技が自動及び他動 ROM に及ぼす影響についての比較検討を追加して研究を行う必要があると考える．

引用文献

1) Voss DE, Ionta MK, Myers BJ.Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ;Patterns and Techniques. Third ED.298-311. Harper & Row. New York. 1985.
2) Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in Practice. 71-31. Splinger-Verlag. Heidelberg. 1993.
3) Sullivan PE, Markos PD, Minor MA. 臨床 PNF. 石川友衛・吉松俊一監訳. 44-159. メディカル葵出版. 東京. 1988.
4) 今井基次, 柳澤　健. PNF アプローチ. 細田多穂・柳澤　健 編集. 理学療法ハンドブック. 改訂第 2 版. 293-350. 協同医書出版社. 東京. 1994.
5) 柳澤　健, 乾　公美. PNF マニュアル. 67-71. 南江堂. 東京. 2001.
6) Tanigawa MC. Comparison of the hold- relax procedure and passive mobilizat- ion on increasing muscle length. Phys Ther. 52: 725-735. 1972.
7) Osternig LR, Robertson RN, Troxel R-Ket al. Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. Med Sci Sports Exerc. 22 (1). 106-111. 1990.
8) 武富由雄, 村木敏明. 健常者における肩関節内旋筋に対する HOLD-RELAX 手技による外旋可動域拡大の効果. 理学療法学. 19: 457-460. 1992.
9) 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.
10) Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P et al. Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. Arch Phys Med Rehab. 77 (4): 373-378. 1996.
11) Handel M, Horstmann T, Dickhuth H.-H et al. Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 76 (5): 400-408. 1997.
12) McCarthy PW, Olsen JP, Smeby IH. Effects of contract-relax stretching procedures on active range of motion of the cervical spine in the transverse plane. Clin Biomech. 12: (2): 136-138. 1997.
13) Feber R, Osternig LR, Gravelle DC. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. J Electromyogr Kinesiol. 12 391-397. 2002.
14) 田中良美, 新井光男. スロー・リバーサル及び滑車運動が肩関節自動屈曲角度に及ぼす影響. PNF リサーチ. 1 (1):24-28. 2001.
15) 田中良美, 新井光男, 桝本一枝・他. スロー・リバーサル及びホールド・リラックスが肩関節自動屈曲角度に及ぼす影響. PNF リサーチ. 2 (1): 32-36. 2002.

上肢 PNF パターンが投球動作の肩関節外転角度に与える影響

The effect of upper-limbs PNF pattern on a shoulder outward swing angle of pitching

名塚　健史[1)]　　溝辺　夏子[1)]
Takeshi Nazuka　　Natsuko Mizobe
秋山　純和[2)]　　西田　裕介[3)]　　下井　俊典[3)]
Sumikazu Akiyama　　Yusuke Nishida　　Toshinori Shimoi

要旨：上肢に PNF（伸展･内転･内旋）を施行し，投球動作の肩関節外転角度に及ぼす影響を検討した．健常成人男性 5 名を対象として PNF 非施行（コントロール）と PNF 施行直後の投球動作を三次元解析装置を用いて比較した．PNF 施行は，上肢伸展･内転･内旋パターンの 2 種類（初期肩関節外転角度を 160 度に設定：PNF-A，130 度に設定：PNF-B）を施行した．被験者の身体に 25 個の赤外線反射マーカーを貼付し，座位にて計測した．結果は投球時の肩関節最大外転角度は PNF-A 施行後ではコントロール時より増加傾向を示し，PNF-B 施行後は減少傾向を示した．このことより PNF 施行時の肩関節外転角度は投球動作の外転角度に影響を及ぼすことが示唆された

キーワード：神経筋促通手技，投球動作，肩関節外転角度

Abstract：PNF (extension - adduction - internal rotation) was enforced to the upper limbs, and the influence on the shoulder joint outward swing angle of pitching was considered. Pitching immediately after the PNF non-enforcement (control) and enforcement of PNF was compared with a three-dimensional analytical device for five healthy adult men. The PNF enforcement enforced two kinds of pattern (The initial shoulder outward swing angle was set to 160 degrees: Set it to PNF-A and 130 degrees: PNF-B). When measuring it with a three-dimensional analytical device, 25 infrared reflection markers were affixed subject's body. The result showed the increase tendency when controlling after the shoulder joint large outward swing angle when a ball was thrown had enforced PNF-A, and showed the decrease tendency after having enforced PNF-B. It was suggested that the shoulder joint outward swing angle at the time PNF was enforced influence the shoulder joint angle of the pitching.

Key Word：PNF, pitching, shoulder joint outward swing angle

はじめに

固有受容性神経筋促通手技（Proprioceptive Neuromusculaar Facilitation；以下 PNF）は固有受容器を刺激することによって神経筋機構の反応を促通する方法である[1)]．近年スポーツ・トレーニングにおいて PNF が用いられることが多くなってきている[1,2)]．特に，PNF の効果による筋のリラクセーション，関節可動域の増大のためのいわゆるストレッチングは柔軟性の向上を目的とした 1 つの手技として用いられるようになった．さらにスポーツ障害の治療，スポーツ動作のパフォーマンスの向上では，神経―筋機構の促通効果を目的として，スポーツ場面特有の動作を分析しその動作に

1）国際医療福祉大学大学院　医療福祉学研究科　保健医療学専攻　理学療法分野
Physical Therapy Section, Health Sciences Program, Health and Welfare Science Course, Graduate School of International University of Health and Welfare
2）国際医療福祉大学保健学部理学療法学科
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, International University of Health and Welfare.
3）国際医療福祉大学大学院理学療法学分野
International University of Health and Welfare, Graduate school.

似たパターンを利用すること，動作そのもののパターンを用いてPNFが施行されている[2,3]．また，スポーツ領域で多く用いられるようになった理由として，PNF 効果の即効性にあるとも言われている．

例えば新井ら[1]によれば，野球の投球パターンで上肢には，PNF の肩伸展－内転－内旋パターンが観察され，PNFによりこのパターンを促通し強化することができると述べている．また，その他の競技特性により異なる機能パターンでも，PNF により効率的に強化できるとしている．この為，野球選手に対してコンディショニングや筋力強化としてPNFトレーニングの上肢伸展－内転－内旋パターンが用いられるようになった．

近年では，PNF 手技が野球のピッチングパフォーマンスに与える影響について検証し，PNF 施行後の肩外旋可動域の増加，ボールスピードの増大がみられるなど[4]，スポーツ領域におけるPNFテクニックの有用性を科学的に検証したものが見られ始めているが，PNF には①刺激の与え方が客観性にかける，②反応の確認ができにくい，③セラピストの技量に大きく影響される，④反応の出方及び継続時間には個人差が大きい，等の問題点も多く，スポーツ領域におけるPNFの科学的検証はまだ不十分である．

そのため，本研究ではPNFによる影響を客観的に示すために三次元動作解析装置(VICON612)を用いて検証する事にした．

本研究課題は野球の投球動作とした．実際の投球動作とPNF基本パターンでは肩関節外転角度が異なっている．また，経験的には PNF 施行後の投球動作で肩関節に違和感を覚えるということを耳にすることがある．このことは PNF 施行後は関節可動域の増大，柔軟性の向上による効果がおこり，従って投球動作の肩関節外転角度や軌跡に変化が起こると考えられる．本研究では，初期肩関節外転角度の異なる2種類の上肢 PNF パターンを施行し，直後の投球動作について三次元動作解析装置を用い，この2種類の上肢PNFパターンが投球動作の肩関節外転角度に及ぼす影響を検討した．

対象

実験に同意の得られた，健常成人男性5名（平均年齢：22.2±1.79歳，平均身長：170.9±6.46cm，平均体重：66.6±11.99kg）を対象とした．対象者はいずれも野球経験が有り，右利きで，投球動作はオーバースローである．

方法

被験者はスパッツを着用し，体表には両面テープを用いて右上肢は橈骨茎状突起・尺骨茎状突起・内側上果・外側上果・肩峰，左上肢は橈骨茎状突起・外側上果・肩峰，体幹は第7頚椎棘突起・第10胸椎棘突起・胸骨切痕・剣状突起，下肢は左右ともに上前腸骨棘・上後腸骨棘・大転子と上前腸骨棘を結んだ線の大転子側1/3・膝蓋骨の中央の高さで膝蓋骨を除いた前後径の中央・外果・第5中足骨指節関節，左右識別用マーカーの計25個の赤外線マーカーを貼付した．測定姿位は背もたれのない椅子座位にて足底を接地させ，下腿と大腿をベルトにて固定した．(図1)

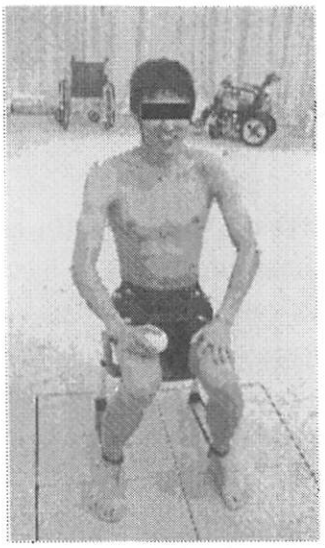

図1．測定肢位

課題はPNFの上肢伸展－内転－内旋パター

ンを，肩関節外転 160° を開始肢位として行った PNF-A と，野球の投球動作時の肩外転角度 130°（ゼロポジション)を開始肢位として行った PNF-B と，PNF を行わなかったコントロール群で投球動作をそれぞれ施行した．

ＰＮＦは背臥位にてそれぞれ規定の肩関節外転角度で上肢伸展―内転―内旋パターンを施行した．肩関節外転角度はゴニオメーターで角度を計測し，ベッドにテープで印をつけた．また，最終肢位の角度が変わらないように対角線上にもテープで印をつけた．用手接触としては，近位は上腕二頭筋部に，遠位は手掌部とした．抵抗は，下肢のオーバーフローが出ない程度の抵抗として各 7 回を施行した．PNF は，全ての被験者に対して同一検者が施行した．検者は，前期 PNF 授業を受け，さらに後期セミナーの計約 30 時間，また 2003 年 3 月の PNF 研究会の初級 A, B コースの講習を受講したものである．なお，研究に使用したパターンに関してはさらに習熟してから施行した．

投球動作は数回練習した後，2 m先の目標に向かって軟式ボール（A 号）を可能な限り全力で 3 回投球を行い，三次元動作解析装置（VICON612）にて撮影した．各課題は同一日には施行しなかった．また施行順は被験者ごとにランダムに設定した(図 2)．

三次元動作解析装置にて撮影した各課題 3 回ずつの投球動作の内 1 回ずつの投球動作を，バイコン専用のソフト Polygon Viewer にて示し，アーリーコッキングからフォロースルーまでの期間を取り出した．この期間のデータを解析ソフト Body builder にて解析し，それぞれの肩関節外転角度の経時的変化，最大外転角度について比較・検討を行った．

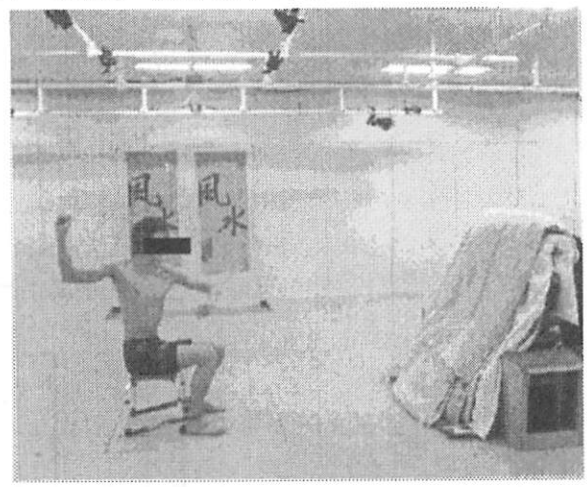

図 2 .測定風景

結果

計測は，アーリーコッキングからフォロースルーまでとし，肩関節外転角度の経時的変化をグラフに示したところ，レイトコッキングからアクセラレイションの移行期で肩関節最大外転位を示した．この傾向は全ての対象者において見られた．

さらに，各課題ごとの肩関節最大外転角度を比較したところ，5 名中 4 名はコントロール群より PNF-A 施行後で肩関節最大外転角度は大きくなり，PNF-B 施行後で小さくなった．また 1 名においては，コントロール群より PNF-A 施行後で肩関節最大外転角度は大きくなり，PNF-B 施行後でさらに肩関節最大外転角度は大きくなった．

(表 1, 図 4)

表 1．最大肩関節外転角度

被験者	コントロール	PNF-A	PNF-B
A	100.181	101.277	96.782
B	97.161	102.434	105.066
C	93.786	99.929	89.546
D	97.834	98.605	96.949
E	118.351	119.267	107.016

コントロール：PNF 非施行で投球動作を行う

PNF-A：初期肩関節外転角度１６０°で上肢 PNF パターン試行後投球動作を行う

PNF-B：初期肩関節外転角度１３０°で上肢 PNF パターン試行後投球動作を行う

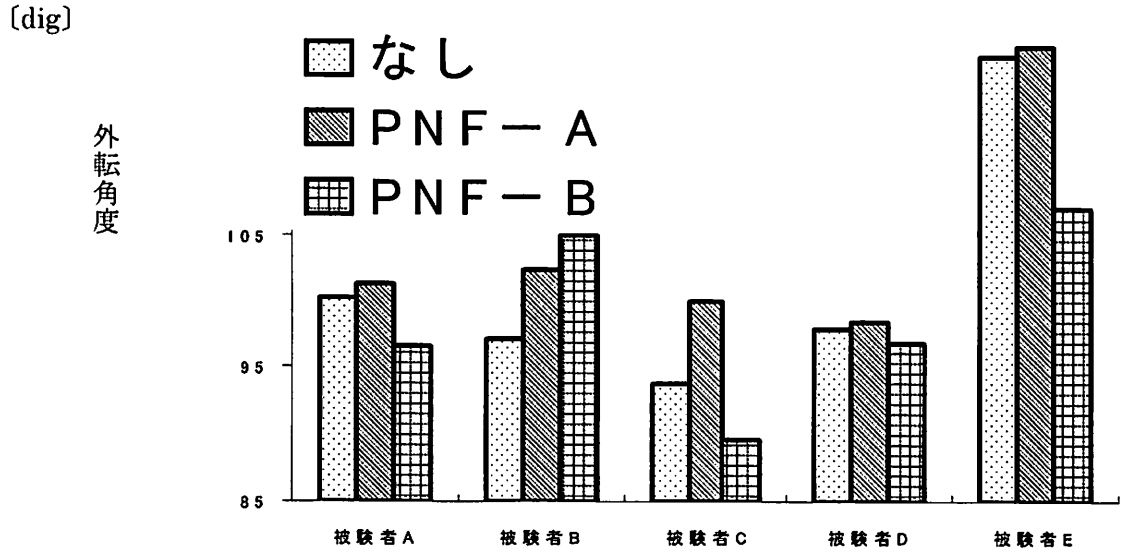

図 4 最大肩関節外転角度

考察

本研究では，上肢 PNF パターンが投球動作の肩関節外転角度に与える影響について検討を行った．その結果，最大肩関節外転角度はコントロール群より PNF-A 施行後で大きくなり，PNF-B 施行後ではコントロール群より小さくなった．PNF-A 施行後，全ての対象者において肩関節最大外転角度がコントロール群よりも増加傾向を示したのは，実際の投球動作より極端に外転角度の大きな位置で行ったことにより，肩関節・肩甲骨の可動域の増加が生じたためである．また，外転に作用する筋群が促通されたことにより外転角度が増加したことが示唆される．PNF-B 施行後に肩関節最大外転角度が減少傾向を示したのは，大胸筋腹部が背臥位，肩関節約 120° 外転，約 60° 外旋位において最も伸張されるため[5]，外転 130° 位のゼロポジションでは大胸筋腹部が優位に促通され，投球動作時に内転作用が強く出現したためと考えられる．

投球動作は一連の流れを５相に分けて考えられる[6, 7]．右投げを例にとり以下に簡単に述べる．①Wind-up(ワインドアップ期)：投手は大きく振りかぶった両腕を身体の中心まで降ろしボールを握った右手はバックスイングに向かい，グラブから離れるまでの期間を指す．②Early cocking（初期コッキング期）：グラブから離れた右手はバックスイングに入る．肩関節は 90° 外転位まで移動し，最大伸展位を示す．③Late cocking（後期コッキング期）：体幹は左回旋を開始し，体重移動と共に前方に乗り出し，右肩関節は最大外旋位を示す．この一連の運動中，右肩外旋角度は 90° から一気に 160° まで強制される．④Acceleration（加速期）：肩関節最大外旋位から急激に内転・内旋されボールリリースまでの期間を指す．⑤follow-through（フォロースルー期）：ボールリリース後，肩後面では遠心性収縮により右上肢の動きに急速なブレーキをかけ，投球による右肩関節伸展－内転－内旋の動きと，左股関節屈曲－内転－外旋の動きをぶつける（カウンタ

ームーブメント）ことにより，加速された動作はさらに減速され，上肢が前面に戻ってくる期間，とされている．

また，投球動作は一般的に，どのような投げ方（オーバースロー，スリークウォーター，サイドスロー，アンダースロー）をしても肩関節はゼロポジション付近（肩関節水平内転 30°，外転130~150°）でボールリリースが行われ，これが最もよいフォームとされている．このように，ゼロポジションが最も良いとされている理由は，ゼロポジションではローテーターカフの働きが肩関節の回旋ではなく固定の作用が主となる為[8]である．つまり，肩関節はもともと骨性接触が乏しく，他動性固定要素である，骨性，関節唇，関節包靭帯構成体および関節内陰圧等と，自動性固定要素である腱板および上腕二頭筋長頭腱等の軟部組織に関節の安定性を頼るところが大きい肩関節にとって[9]，関節の安定性という点で有利に働くと考えられるからである[6]．これによって，上腕骨がしっかりと固定されるためローテーターカフの過剰な活動が減り，腱板の傷害予防となる為である．また，投球時に肘が下がると肘関節に障害が起こり易い[10]ことから，肩関節外転角度がゼロポジションより下がる事は障害発生の面から考えると良くないことであり，悪いフォームであるとされている．本研究において肩関節外転角度の減少は肘下がりのフォームとなり，肘の障害を引き起こしやすくなると考えられ PNF-B はあまり好ましくないと考えられる．

PNF 上肢パターン施行の際に初期肩関節外転角度を変えることは，投球動作の肩関節外転角度に影響を与えることが示唆された．投球動作に影響を与えるということは少なからず動作中に違和感を感じることとなり，投球腕のみならず他の部位に間接的な作用が働き，フォームを崩す可能性があると考えられる．このことにより臨床で上肢 PNF パターンを用いる際には，個人のフォーム特性を見極め，施行していくことが必要と考えられる．

最後に，今後の課題として肩関節外転と外旋は関係が深いと言われているため外旋の可動域変化についても検討をする．また PNF パターン施行時の筋活動を調べ，本研究において肩関節外転角度が変化した原因を追求していきたい．

参考文献

1）新井　光男，柳澤　健：スポーツとファシリテーション—PNF とスポーツ—，PT ジャーナル 36（8），2002
2）柳澤　健，乾　公美編：PNF マニュアル．南江堂，2001
3）市川　繁之：PNF テクニックの最近の動向とスポーツへの応用．理学療法学，第 24 巻 8 号，p440-443，1997
4）福林　徹，前田　健：投球障害肩への PNF テクニックの応用—PNF 手技の投球に対する影響—，臨床スポーツ医学．13（2），1996
5）鈴木　重行：ID ストレッチング．三輪書店，東京，p58，1999
6）米田　進：V.現場でのトレーニング法(復帰直前における）　ー野球(肩障害後のピッチングを中心に)ー，臨床スポーツ医学．Vol. 18，p416－423，2001
7）細田　多穂，柳沢　健編集：理学療法ハンドブック　改訂第 3 版　第 3 巻　疾患別・理学療法プログラム，第 59 章スポーツ傷害（外傷・障害）　協同医書出版社，2000
8）信原　克哉：肩　その機能と臨床　第 3 版．医学書院，2001
9）新井　光男，柳澤　健：上肢帯機能障害の評価と理学療法－PNF を中心に－．PT ジャーナル，第 33 巻 3 号，p165－171，1999
10）林　宗寛，高橋　和久ら：野球肘の投球動作解析とバイオメカニクス的検討，日本整形外科スポーツ医学会誌，vol.11，p301-304，1992

脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動が肩関節可動域改善に及ぼす継時的効果

The cumulative effects of resistive exercises on the improvement of the range of motion of hemiplegic shoulders

名井幸恵[1)] Sachie Myoi　村上恒二[2)] Tsuneji Murakami　新井光男[3)] Mitsuo Arai　上広晃子[1)] Akiko Uehiro

田中良美[3)] Yoshimi Tanaka　清水ミシェル・アイズマン[4)] Michele Eisemann Shimizu　柳澤健[5)] Ken Yanagisawa

要旨：脳卒中後片麻痺患者の患側の肩甲骨への抵抗運動により静止性収縮の促通を行い，継時的に肩関節屈曲の関節可動域の変化を検証した．脳卒中後片麻痺患者5名，平均年齢76.2歳（58～91歳），発症後平均年数3.5（1.6～5年）年であった（ブルンストロームステージⅢ（4名）～Ⅳ（1名））．前方挙上（SCAE）と後方下制（SCPD）の中間域で，各々15秒間静止性収縮させ，その後15秒間リラクセーションさせた．コントロールは重錘を負荷し肩関節自動屈曲を行った．各手技ともに週5回，4週間継続し，1週間毎のROMを測定した．初回ROMを基準値とし，各セッション終了時の改善率を求めた．SCAEとSCPD及びコントロールによる抵抗運動を継続して行った結果，両者共に痙縮が増強することなく，継時的なROMの改善がみられ，SCAEとSCPDが，コントールと比較し，改善率が高い傾向にあった．

キーワード：肩甲骨抵抗運動，関節可動域，痙縮，固有受容性神経筋促通法(PNF)

Abstract: The purpose of this study was to determine the cumulative effects of xercise on the improvement of the range in motion (ROM) of the shoulder flexion after each exercise. Five subjects, who had hemiparesis secondary to a stroke, with a Brunnström recovery stage ranging from Ⅲ to Ⅳ (mean age=76.2 years, SE=2.6), were assigned to a PNF or control group. The exercises included resistive sustained contractions of scapular posterior depression (SCPD) and anterior elevation (SCAE) and resistive exercise of shoulder flexion with a weight band (RSF). Each exercise was performed 5 days a week for four weeks. The exericses did not increase spasticity, and a cumulative improvement in ROM was obtained at the end of the for four weeks. SCAE and SCPD had move of a tendency to improve ROM than did the RSF.

Key Words: scapular resistive exercise, range of motion (ROM), spasticity, proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF)

1) 本永病院
Department of Physical Therapy, Motonaga Hospital
2) 広島大学医学部保健学科
Division of Occupational Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University
3) 広島逓信病院　理学療法室
Department of Physical Therapy, Hiroshima Teishin Hospital
4) 広島県立保健福祉大学
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural College of Health Sciences
5) 東京都立保健科学大学
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University of Health Sciences

はじめに

Kabat は，固有受容性神経筋促通法（Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF）に用いられる静止性収縮を「筋収縮と同じ強さの抵抗に対する静的保持」と定義している[1]．このような静止性収縮を用い，アプローチを行う部位のみでなく，他関節の他動関節可動域（PROM）が改善したと報告されている[2,3,4,5]．新井ら[2]は，整形外科疾患患者に対して骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮（Sustained Contraction of Posterior Depression；SCPD）が上肢障害関節に及ぼす即時効果を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 PROM が有意に改善したと間接的アプローチによる効果を初めて報告している．また，9 名の脳卒中後片麻痺患者に対して，骨盤の SCPD と直接肩関節屈曲方向に行った持続伸張手技の比較でも，骨盤の SCPD の方が，即時的に有意に肩関節屈曲の PROM が改善したと報告している[3]．以上のような，運動肢からの他関節への影響は骨盤へのアプローチに限られたものではない．立石ら[4]は，中枢神経疾患 4 名を含む在宅高齢者 14 名に対して，3 種類の上肢運動（肩甲骨の後方下制への求心性収縮の抵抗運動，肩甲骨の SCPD，手を肩から挙上を繰り返す自動運動）を行い，同側足関節 PROM に及ぼす効果の検証を行った結果，各運動後の比較により，肩甲骨の抵抗運動の方が，同側足関節の背屈・底屈の PROM が有意に改善したと報告している．また，脳卒中後片麻痺患者 6 名の患側の肩甲骨へ 15 秒間の SCAE，SCPD と肩自動屈曲運動を比較した結果，肩甲骨の SCAE と SCPD が肩関節の自動運動よりも即時的に肩関節屈曲 PROM，肩関節屈曲の自動関節可動域（AROM）が改善した[5]．

以上のように，抵抗運動を行うことで，痙縮は増強を伴わず，筋力の増強や機能向上及び遠隔部位の関節可動域改善の即時的効果が報告されている．しかし，臨床的には継時的な改善も経験しているが，抵抗運動による PROM，AROM 改善が，即時的な改善のみでなく，継時的に関係するか未だ明らかではない．そこで，PROM をリラクセーションの指標，AROM を随意運動に与える影響の指標とし，脳卒中後片麻痺患者の患側の肩甲骨へ継続して抵抗運動を行った場合，継時的に与える影響について検証するため研究を行った．

対象

研究に同意した脳卒中後片麻痺患者 6 名を対象としたが，PNF の 1 名については継時的に施行できなかったため，継時的に施行可能だった 5 名を対象とした．平均年齢±標準誤差は，76.20±2.64（58～91 歳）歳，発症後平均年数±標準誤差は，3.46±0.28（1.6～5 年）年で，ブルンストロームステージⅢが 4 名，Ⅳが 1 名だった．

方法

被験者に対して，2 種類の PNF 手技と重錘による抵抗運動を無作為に行った．PNF 手技は，患側上の側臥位で肩甲骨の前方挙上の中間域での静止性収縮（Sustained Contraction of Anterior Elevation; SCAE）と後方下制の中間域での静止性収縮（Sustained Contraction of Posterior Depression；SCPD）を行った．SCAE と SCPD の両手技とも中間域で 15 秒間静止性収縮を行わせ，その後 15 秒間リラクセーションさせた．コインの表裏で SCAE と SCPD を無作為に施行した．SCAE の用手接触は肩峰に，SCPD の用手接触は肩甲棘と肩甲骨下角に行った．

コントロール手技は，背もたれのある椅座位で，1kg の重錘を前腕遠位に負荷し，肩関節自動屈曲運動を行った．

各手技ともに原則として週 5 回，1 週間を 1 セッションとし，4 週間，4 セッション行った．各セッション終了後の肩関節屈曲 PROM，AROM を背臥位にて同一セラピストが測定した．PROM，AROM の測定については，コインの表裏で無作為に行った．初回の PROM，

AROMを基準値とし，各セッション終了時の改善率を次式により求めた．

改善率＝（各セッション終了後 ROM－基準値）／基準値×100

なお，研究期間中は，SCAE・SCPD 以外のPNFを用いた訓練は行わなかった．

結果

各手技の継時的な PROM の変化を表 1 に示す．

症例 1 は，基準値 60° で SCAE 後，SCPD 後ともに，1 週間後に 85° と大きく改善し，その後もわずかに改善傾向を示し，SCPD 後については，4 週間後 100° となった．

症例 2 は，基準値 25° で SCAE 後，SCPD 後で各々，週間後に 45°，35° となり，その後も改善を示し，4 週間後には両手技ともに 60° となった．

症例 3 の重錘による抵抗運動では，基準値 80°，1 週間後に 75° とわずかに低下したものの，2 週間後には 110° と大きく改善し，その後も改善を維持した．

症例 4 の重錘による抵抗運動では，基準値 90°，3 週間後に 110° と最も大きく改善を示した．

症例 5 の重錘による抵抗運動では，基準値 60°，1 週間後 70° に変化し，その後 75° となった．

各手技の継時的な PROM の改善率の変化を図 1，図 2 に示す．

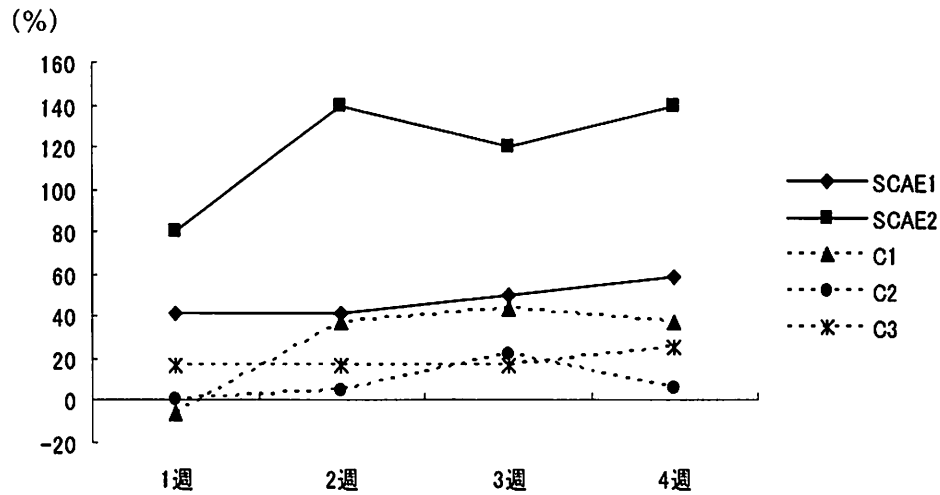

図 1．SCAE とコントロールの改善率（PROM）

SCAE：前方挙上の静止性収縮，　C：コントロール

初回の PROM を基準値とし，各セッション終了時の次式によって算出した改善率の各症例の推移を示す．

改善率＝（各セッション終了後 ROM－基準値）／基準値×100

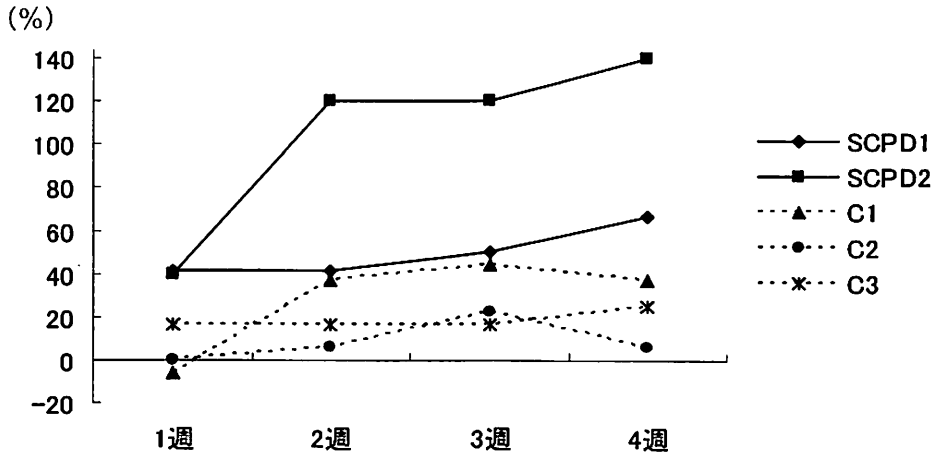

図2. SCPD とコントロールの改善率（PROM）

SCPD：後方下制の静止性収縮，　C：コントロール

初回の PROM を基準値とし，各セッション終了時の次式によって算出した改善率の各症例の推移を示す．

改善率＝（各セッション終了後 ROM－基準値）／基準値×100

SCAE での PROM の改善率は，症例 1 で 1 週間後に約 40%，その後わずかな改善の後に 4 週間後に約 60%の改善を示し，症例 2 で 1 週間後に 80%，その後も改善傾向を示し，4 週間後に 140%となった．

SCPD での PROM の改善率は，症例 1 で 1 週間後に約 40%，その後も改善傾向を示し，4 週間後には約 65%を示し，症例 2 で 1 週間後の約 40%から 2 週間後約 120%と大きく改善し，4 週間後に 140%となった．

コントロールでの PROM の改善率は，症例 3 の重錘による抵抗運動では，1 週間後にわずかに低下したが，2 週間後約 40%と改善し，その後変化がなかった．症例 4 の重錘による抵抗運動では，1, 2 週間後に変化はなく，3 週間後の約 20%がピークであった．症例 5 の重錘による抵抗運動では，1〜3 週間後は，15%で，4 週間後に 25%となった．

各手技の継時的な AROM の変化を表 2 に示す．

表 1. 各手技の PROM 改善角度

手技	基準値	1 週	2 週	3 週	4 週
SCAE1	60	85	85	90	95
SCAE2	25	45	60	55	60
SCPD1	60	85	85	90	100
SCPD2	25	35	55	55	60
C1	80	75	110	115	110
C2	90	90	95	110	95
C3	60	70	70	70	75

単位：（°）

表 2. 各手技の AROM 改善角度

手技	基準値	1 週	2 週	3 週	4 週
SCAE:1	5	10	10	10	15
SCAE:2	0	0	0	0	0
SCPD:1	5	10	10	10	15
SCPD:2	0	0	0	0	0
C1	5	5	10	10	20
C2	80	85	70	90	85
C3	0	0	0	0	0

単位：（°）

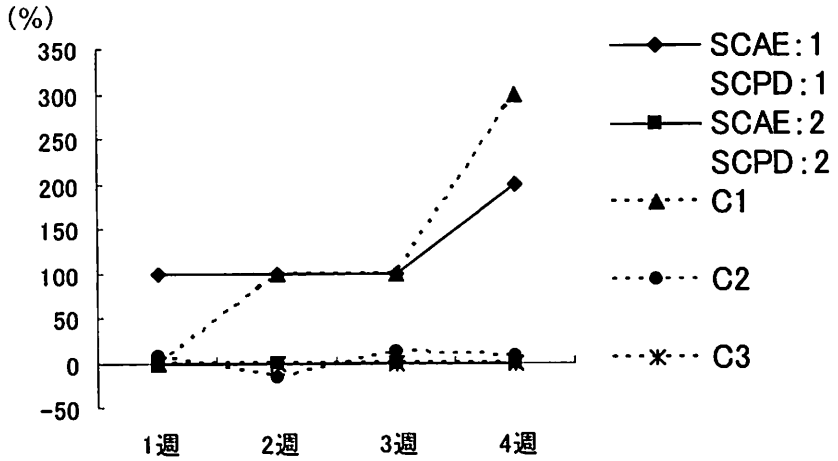

図 3. SCAE, SCPD とコントロールの改善率（AROM）
SCAE：前方挙上の静止性収縮　SCPD：後方下制の静止性収縮　C：コントロール
初回の AROM を基準値とし，各セッション終了時の次式によって算出した改善率の各症例の推移を示す．
改善率＝（各セッション終了後 ROM－基準値）／基準値×100

症例 1 は，基準値 5° で SCAE 後，SCPD 後ともに，1 週間後に 10° となり，両手技ともに 4 週間後 15° となった．

症例 2 は，基準値 0° で SCAE 後，SCPD 後に AROM の改善はみられなかった．

症例 3 の重錘による抵抗運動では，基準値 5°，2 週間後に 10° と改善し，4 間後には 20° となった．

症例 4 の重錘による抵抗運動では，基準値 80°，2 週間後に 70° と低下したものの，4 週間後には 85° とわずかに改善した．

症例 5 の重錘による抵抗運動では，基準値 0°，抵抗運動後に AROM の改善はみられなかった．

各手技の継時的な AROM の改善率の変化を図 3 に示す．

SCAE，での AROM の改善率は，症例 1 で 1 週間後に 100%，その後さらなる改善傾向は見られなかったものの 4 週間後に 200% の改善を示した．症例 2 には，改善はみられなかった．

SCPD での AROM の改善率は，SCAE と

同様の傾向を示した.

コントロールでの AROM の改善率は，症例 3 の重錘による抵抗運動では，2 週間後に 100%の改善を示し，4 週間後には 300%と大きく改善した．症例 4 の重錘による抵抗運動では，2 週間後に約－20%と低下し，3 週間後に約 10%，4 週間後も約 5%の改善率にとどまった．症例 5 の重錘による抵抗運動では，改善はみられなかった．

抵抗運動後に行った他動的運動時の抵抗感は，全症例で軽減した．特に症例 1，症例 2 については痛みの訴えが顕著に減少した．自動運動時の患者の努力は減少し，運動の開始が容易になっていた．また，症例 1 については，患者自身も「運動が楽になった」と述べていた．

考察

近年の文献では，痙縮筋の強化を行っても痙縮は強化されないと報告されている [6]．PNF のみでなく，重錘を用いたコントロールも，痙縮は増強されず，PROM，AROM がともに改善し，抵抗運動の有効性が示唆された．

中枢神経疾患に対する理学療法手技の一つである Bobath 法では，過剰な努力により，過度の同時収縮，痙縮，連合反応が増加すると考えられているために抵抗運動は，避けられてきた [7,8]．また，Bobath 手技では，患者の主な問題は，随意運動の障害は主動作筋の弱化ではなく，拮抗筋の過度な収縮による抵抗である [7]と考えられ，強い抵抗運動は，上位運動ニューロン障害の病変では，痙縮を増加させるため抵抗運動は避けるべきとしている [9]．しかし，Gowland ら [7]は，44 名の片麻痺患者と 10 名の健常者を対象に 6 種類の明確に規定した課題を遂行している時の上肢の主動作筋と拮抗筋の筋電図値を記録した結果，課題を遂行できなかった患者群では，課題を遂行できた患者群よりも常に有意に拮抗筋の筋活動が低かった．これらの結果から，拮抗筋の過剰な活動ではなく，主動作筋の運動単位の発射頻度の変調と活動する運動単位数の不十分な参加により課題を遂行できなかったと明らかにした．以上より，痙縮筋の問題点は，拮抗筋にあるのではなく，主動作筋の弱化が問題である [10,11]といえる．

今回，アプローチを行った肩甲骨のパターンの SCAE は，上肢の屈曲－内転－外旋パターンと，SCPD は上肢の伸展－外転－内旋パターンと組み合わせる方法があるように，肩関節の運動と肩甲骨の運動は，密接な関係にある．PNF では，最大抵抗を使用することで弱化した筋への発散効果を最大にさせる [12]と考えられ，静止性収縮に適用する場合の最大抵抗は，「患者の肢位保持を打ち破ることのない範囲内で与えうる最大量の抵抗」[1] としている．また，抵抗運動は筋収縮力を促通し，運動単位の動員も増加させる [12]．一般的に，脳卒中後の麻痺の回復は，近位筋より始まり，遠位筋へと及ぶとされており [13]，肩甲骨への SCAE・SCPD による抵抗運動を行うことで，肩関節の自動運動よりも，より強い収縮が起こり，発散が生じたと考えられる．そのため，肩甲骨への抵抗運動のほうが，PROM の改善率が高い傾向がみられ，継時的に改善傾向にあり，肩甲骨の抵抗運動である SCAE と SCPD の方が単なる肩関節の抵抗運動よりもよりリラクセーションが得られると示唆された．

また，SCAE と SCPD による抵抗運動，コントロールの重錘を用いた求心性収縮の抵抗運動を継続して行うことで，両手技ともに，抵抗運動による運動単位の動員の増加が得られ，AROM が改善したと推測される．

以上より，ブルンストロームステージは変化しなかったものの，両手技共にステージⅢ，Ⅳの患者にもかかわらず，コントロールの重錘による求心性収縮の抵抗運動と徒手での抵抗による静止性収縮の促通でも，痙縮が増強することなく，両手技ともに継時的な PROM，AROM の改善傾向がみられた．

引用文献

1) Voss DE, Inota MK, Myers BJ(福屋靖子監訳):神経筋促通手技 第3版. pp. 6,p326 協同医書出版社, 東京, 1989.

2) 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.

3) 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(1)27-31, 2002.

4) 立石和子, 清水一, 新井光男, 他:肩甲骨の抵抗運動が足関節の関節可動域に及ぼす影響. PNFリサーチ. 3(1)43-47, 2003.

5) 名井幸恵, 清水一, 新井光男, 他:肩甲骨の抵抗運動が両肩関節の関節可動域におよぼす効果. PNF リサーチ. 3(1)38-42, 2003.

6) 新井光男: 痙縮・固縮. 細田多穂, 柳澤健・編: 理学療法ハンドブック第一巻理学療法の基礎と評価. 協同医書出版社, pp 295-332, 2000.

7) Gowland C, deBruin H, Basmajian JV, et al. : Agonist and antagonist activity during voluntary upper-limb movement in patien- ts patients with stroke. Phys Ther 72: 624- 33, 1992.

8) Fowler E G, Ho T W, Nwigwe A I, et al.: The Effect of Quadriceps Femoris Muscle Strengthening Exercises on Spasticity in Children With Cerebral Palsy. Phys Ther, 81(6): 1215-1223, 2001.

9) Bobath B, Adult hemiplegia: Evaluation and Treatment.3rd ed. pp 60-61, Heinemann, 1990.

10) Davies JM, Mayston MJ, Newham DJ. : Electrical and mechanical output of the knee muscles during isometric and isokinetic activity in stroke and healthy adults : Disabil Rehabil, 18(2): pp 83-90, 1996.

11) Jakobsson F, Grimby L, Edstrom L.:Motoneuron activity and muscle fiber type composition in hemiparesis. Scand J Rehabil Med, 24(3): 115-119, 1992.

12) 柳澤健, 乾公美 : PNF マニュアル, 南江堂, pp14-15. 東京, 2001.

13) 福井圀彦, 藤田勉, 宮坂元磨編 : 脳卒中最前線ー急性期の診断からリハビリテーションまでー, 医歯薬出版株式会社, pp159-161. 東京, 1994.

肩甲骨と骨盤の抵抗運動が患側肩関節可動域に及ぼす影響

The effects of scapular and pelvic resistive exercises on the improvement of the range of motion of hemiplegic shoulders

平下聡子[1)] Satoko Hirashita　新井光男[2)] Mitsuo Arai　清水一[3)] Hajime Shimizu　渕上敬二[1)] Keiji Futigami

清水ミシェル・アイズマン[4)] Michele Eisemann Shimizu　柳澤　健[5)] Ken Yanagisawa

要旨：脳卒中後片麻痺患者の肩甲骨または骨盤への抵抗運動した後の患側肩関節の自動屈曲関節可動域(AROM)に及ぼす影響を検証した．脳卒中後片麻痺患者 9 名，平均年齢 69.8 歳，発症後 8.9 年，ブルンストロームステージはⅢ3 名，Ⅳ4 名，Ⅴ2 名であった．患側上の側臥位で中間域での肩甲骨の後方挙上の静止性収縮(SCPE)と骨盤の後方下制の静止性収縮(SCPD)の促通と，肩関節へ直接持続伸張(SS)を行った．繰り返しのない二元配置分散分析を行った結果，各手技間で有意差を認めた($p<.05$)．各手技間の改善率の多重比較検定を行った結果，SCPE と SCPD は SS と比較し有意な AROM の改善が認められた($p<.05$)．SCPE の方が発散量は大きいと思われるが，SCPE と SCPD 間では有意差は認められなかった．発散量の大小が患側肩関節 AROM の改善には影響を与えないことが推測された．

キーワード：肩甲骨抵抗運動，骨盤抵抗運動，関節可動域，発散，固有受容性神経筋促通法 (PNF)

Abstract : The purpose of this study was to determine the immediate effects of resistive exercise on the improvement of the range of motion (ROM) of the affected shoulder flexion after each exercise. The exercises included resistive sustained contractions of scapular posterior elevation (SCPE) and pelvic posterior depression (SCPD) and sustained stretching (SS). Nine subjects, who had a hemiparesis secondary to a stroke, with a Brunnstrom recovery stage ranging from Ⅲ to Ⅴ(mean age 69.8, SE=2.2), received 3 random sessions of each exercise. The results of a two-way ANOVA showed a significant difference between the exercise in improving active ROM on the affected side ($p <. 05$). The Fisher's post hoc revealed that, when compared to ss,SCPE and SCPD showed significant improvements the active ROM of the affected side. SCPE may cause a great amount of overflow as compared to SCPD. However, the results of the statistical analysis showed no significant differences between SCPE and SCPD. The amount Amount of overflow may have no effect on improving the active range of motion af affected shoulder joint.

Key Word : resistive sustained contraction, range of motion (ROM), overflow , Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF)

1) 太田川病院
Department of Physical Therapy, Ohtagawa Hospital
2) 広島逓信病院　理学療法室
Department of Physical Therapy, Hiroshima Postsed Telecommunications Hospital
3) 広島大学医学部保健学科
Division of Occupational Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University
4) 広島県立保健福祉大学
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural College of Health Sciences
5)0020 東京都立保健科学大学
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University of Health Sciences

はじめに

固有受容性神経筋促通法(PNF：Proprioceptive Neuromuscular Facilitationの中に肩甲骨の後方挙上と骨盤の後方下制のパターンがある[1]．これまでに整形外科疾患，及び脳卒中後片麻痺患者を対象に抵抗運動による静止性収縮が上肢の関節に及ぼす効果は報告されている．新井ら[2]は骨盤の後方下制の抵抗運動による静止性収縮(Sustained Contraction of Posterior Depression; SCPD)が整形外科疾患患者の上肢障害関節に及ぼす効果を直接に障害関節に持続伸張と比較検討した結果，抵抗運動の方が有意に障害関節の関節可動域(Range of Motion; ROM)を改善し，初めて遠隔部位の静止性収縮による障害関節への間接アプローチの有効性を示唆した．名井ら[3]は脳卒中後片麻痺患者でも患側の骨盤のSCPDの促通を行った際の，患側肩関節ROMに及ぼす即時効果を直接持続伸張と比較検討した結果，整形外科疾患と同様に骨盤の抵抗運動の方が有意に改善したと報告した．また名井ら[4]は脳卒中後片麻痺患者に肩甲骨の前方挙上の抵抗運動による静止性収縮SCAEと肩甲骨の後方下制の抵抗運動による静止性収縮(SCPD：Sustained Contraction of Posterior Depression)と患側肩関節屈曲運動が肩関節ROMに与える即時的影響を比較した結果，静止性収縮による手技が患側自動ROM，他動ROMが有意に改善したと報告している．

以上のように肩甲骨の前方挙上，後方下制または骨盤の後方下制の抵抗運動による静止性収縮の促通により，上肢ROMの改善の有効性はそれぞれ報告されている．しかし，肩甲骨の後方挙上の抵抗運動による静止性収縮SCPEが上肢ROMに及ぼす影響についてはまだ報告されていない．また，肩甲骨の後方挙上および骨盤の後方下制の抵抗運動した際の肩関節ROMへ及ぼす効果の比較も報告されておらず，その効果の差も明確ではない．

そこで今回，脳卒中後片麻痺患者の直接的アプローチである肩甲骨の後方挙上と間接的アプローチである骨盤の後方下制の抵抗運動による静止性収縮を促通した後の患側肩関節自動ROMに及ぼす影響から発散現象の効果の差について検証した．

対象

脳卒中後片麻痺患者で研究に同意した9名（男性5名，女性4名）を研究の対象とした．平均年齢は69.8±2.2（60~77歳）歳，発症後平均年数は8.9±2.5（0.3~19年）年であった．右片麻痺が7名，左片麻痺2名でブルンストロームステージはstageⅢが3名，stageⅣが4名，stageⅤが2名であった．

方法（各手技の実施方法）

被験者の患側に肩甲骨のSCPEと骨盤のSCPDと，コントロールとして肩関節の直接持続伸張(SS)の3種類を無作為に実施した．

実施肢位はSCPE, SCPDを患側上側臥位，肩関節の直接持続伸張は体幹を固定した背臥位とした．

肩甲骨の後方挙上の用手接触は肩峰の後面，骨盤の後方下制の用手接触は坐骨結節に行った．両手技とも中間域で10秒間静止性収縮を行い，その後10秒間リラクセーションさせた．

持続伸張は肩関節屈曲方向に痛みが生じない程度に直接10秒間持続伸張させた．

各手技実施前後に背臥位での肩関節自動屈曲角度(Active Range of Motion: AROM)を同一セラピストが測定した．

得られたデータは，次式を用いて改善率を算出した．

$$改善率＝\frac{（各手技実施後のAROM）}{（各手技実施前のAROM）}\times 100$$

算出された改善率を繰り返しのない二元配置分散分析を行った．また，各手技間の改善

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
患者間	118.06	8	14.76	1.33	0.30
手技間	83.42	2	41.71	3.76	0.046
誤差変動	177.40	16	11.09		
全変動	378.88	26			

表 1. 二元配置分散分析表

率の差について Fisher の多重比較検定を用い分析した.

結果

1) AROM 測定値の平均

各手技の平均値±標準誤差を示す. 肩甲骨の後方挙上の静止性収縮は実施前で 140.0±7.4°(105°～175°), 実施後は 146.7±6.8°(110°～180°)であった. 骨盤の後方下制の静止性収縮は実施前で 143.3±6.6°(105°～165°), 実施後は 150.0±6.5°(115°～175°)であった. 持続伸張は実施前で 143.3±7.6°(95°～175°), 実施後は 144.4±6.5°(105°～170°)であった.

2) 平均改善率

各手技の平均改善率±標準誤差は肩甲骨の後方挙上の静止性収縮で 105.1±1.3%, 骨盤の後方下制の静止性収縮で 104.8±0.9%, 持続伸張で 101.2±1.3%を示した.

3) 繰り返しのない二元配置分散分析

算出された改善率について繰り返しのない二元配置分散分析を行った結果, 各手技間に危険率 5%で有意差を認めた (表 1).

4)多重比較検定

各手技間の改善率の差について Fisher による多重比較検定を行った結果, 肩甲骨の後方挙上の静止性収縮と骨盤の後方下制の静止性収縮実施後が持続伸張と比較し, 危険率 5%で有意な改善を示した. しかし, 肩甲骨の後方挙上の静止性収縮と骨盤の後方下制の静止性収縮には有意な改善は認められなかった (表 2, 図 1).

表 2. 多重比較検定

	SCPE	SCPD
SS	$p < 0.05$	$p < 0.05$
SCPE		NS
SCPD	NS	

SCPE : 肩甲骨の後方挙上の静止性収縮
SCPD : 骨盤の後方下制の静止性収縮
SS:直接持続伸張

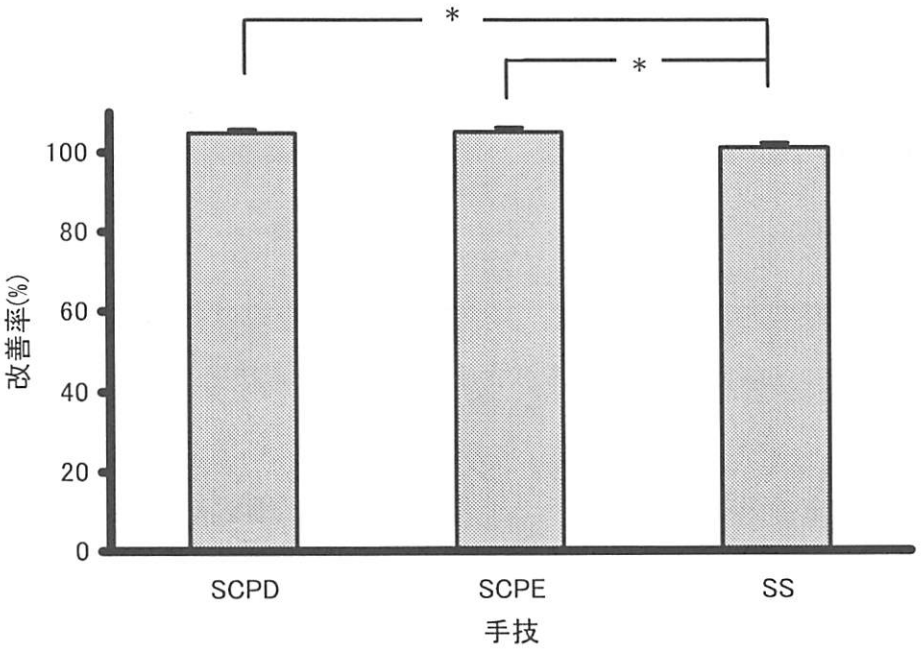

図 1. 各手技後の平均改善率
SCPD：骨盤の後方下制の静止性収縮　SCPE：肩甲骨の後方挙上の静止性収縮
SS：直接持続伸張

(*; $p < 0.05$)

考察

今回，脳卒中後片麻痺患者に肩甲骨または骨盤に抵抗運動による静止性収縮を促通した後，患側肩関節 AROM に及ぼす影響から発散現象の効果の差について検証した．その結果，SCPE と SCPD 間では患側肩関節 AROM の有意な改善の差は認められなかったが，SCPE と SCPD は持続伸張と比較し有意な改善が認められた．この抵抗運動による静止性収縮の促通による AROM の改善の要因は脊髄固有反射により上肢筋群の発散による収縮が生じ，患側運動時の運動単位が増加したものによると推測される．

肩関節への発散現象については，肩甲骨の抵抗運動の方が肩関節周囲筋群を直接，収縮させるため，肩関節への発散量も大きく，患側運動時の運動単位の増加も骨盤抵抗運動時に比べ多いと考えられる．しかし，間接的アプローチである骨盤の後方下制の抵抗運動による静止性収縮の促通においても患側 AROM の改善は可能であり，肩甲骨と骨盤の抵抗運動による静止性収縮が患側肩関節 AROM へ及ぼす影響に差はなかった．今回の結果から，肩関節への直接的なアプローチの肩甲骨の後方挙上と間接的アプローチの骨盤の後方下制の抵抗運動による静止性収縮の促通の効果に差はなく，患側肩関節 AROM の改善に発散量の大小は関連性がないことが示唆された．

骨盤への刺激による肩関節への上行性の脊髄固有反射の影響については明確な機序は解明されておらず，同側の非交叉の皮質脊髄路を経由した中枢の拡散によると仮説されている[2]．また，新井ら[5]は，骨盤の抵抗運動

後の上肢の脊髄レベルの興奮性の検証を行うため，骨盤への抵抗運動を含む，種々の刺激を与え，上行性の脊髄固有反射の影響について総指伸筋のH波と誘発して分析し，上行性において骨盤への接触刺激や抵抗運動は脊髄レベルと脳幹レベルで促通効果，皮質レベルの抑制効果が示唆されたとしている．今回の骨盤の抵抗運動による静止性収縮の促通による患側肩関節 AROM の改善も上行性の反射の促通現象による可能性が推測できる[5]．

今回の患側肩関節 AROM の改善に SCPE と SCPD の促通に効果の差はないことや，新井ら[5]の報告から，臨床において肩関節に直接アプローチできない脳卒中後片麻痺患者の患側肩関節自動運動能力向上を獲得する一つの方法として，骨盤の後方下制の抵抗運動による静止性収縮の促通による間接的アプローチの有効性が示唆された．

引用文献

1) 柳澤健，乾公美：PNF マニュアル，pp1-20 南江堂，東京，2001.
2) 新井光男，清水一，清水ミッシェル・アイズマン・他：骨盤への HR が上肢関節可動域制限に及ぼす影響：PNF リサーチ，vol.2, 22-26, 2002.
3) 名井幸恵，新井光男，上広晃子・他：脳卒中後片麻痺患者の骨盤の後方下制が患側上肢に及ぼす即時効果：PNF リサーチ，vol.2, 27-31, 2001.
4) 名井幸恵,清水一，新井光男・他：肩甲骨の抵抗運動が両肩関節の関節可動域に及ぼす効果：PNF リサーチ，vol.3,3 8-42, 2003.
5) 新井光男，清水一，柳澤健・他：骨盤抵抗運動による総指伸筋長脊髄反射の潜時に及ぼす影響—ケース・スタディ：PNF リサーチ vol3, 52-59, 2003.

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

Effects of variant patterns of pelvic resistive exercise on the improvement of the range of motion of hemiplegic shoulders

上広晃子[1)] 新井光男[2)] 清水 一[3)] 清水ミシェル・アイズマン[4)]
Akiko Uehiro Mitsuo Arai Hajime Shimizu Michele Eisemann Shimizu

柳澤 健[5)]
Ken Yanagisawa

要旨：骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮(SCPD)と骨盤の前方挙上の中間域での静止性収縮（SCAE）が脳卒中後片麻痺患者の患側上肢関節に及ぼす効果を検討した．対象は脳卒中後片麻痺患者 10 名(女性 6 名，男性 4 名)で平均年齢±標準誤差は，67.7±1.1 才であった．肩関節自動屈曲角度(AROM)を随意性の向上の指標とし，他動屈曲角度(PROM)をリラクセーションの指標とした．個人差と，各テクニック実施前後の AROM，PROM の比較を各々フリードマン検定を用い分析した結果，手技間においては PROM，AROM に有意な改善を認めた．多重比較検定の結果，SCAE では PROM のみに有意な改善が認められ，SCPD では PROM，AROM 共に有意な改善が認められた．

キーワード：骨盤抵抗運動，関節可動域，固有受容性神経筋促通法(PNF)

Abstract: The purpose of this study was to determine the effect of the exercise on the improvement of the range of motion (ROM) of shoulder flexion after each exercise. The exercises included resistive sustained contraction of posterior depression(SCPD) and anterior elevation(SCAE) of the pelvic. Ten subjects (6 women, 4 men) who had a hemiparesis secondary to a stroke (mean age=67.7years SE=1.1) received 2 random session of each exercise on the affected side.
The result of a Friedman test showed significant differences between the exercises in the improvement of active and passive ROM of the affected side. The Tukey-type analysis used to compare the effects of all the exercises revealed that SCPD improved both active and passive ROM, but SCAE only improved passive ROM

Key Words: pelvic resistive exercise, range of motion (ROM), Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF)

1）本永病院
Department of Physical Therapy, Motonaga Hospital
2）広島通信病院　理学療法室
Department of Physical Therapy, Hiroshima Teishin Hospital
3）広島大学医学部保健学科
Division of Occupational Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University
4）広島県立保健福祉大学
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural College of Health Science
5）東京都立保健科学大学
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University of Health Sciences

はじめに

固有受容性神経筋促通法(Proprioceptive Neuromusucular Facilitation; PNF)には骨盤の後方下制と前方挙上の運動パターンに抵抗運動を加える手技がある[1]. 新井ら[2]は上肢関節の可動域改善の処方となった整形外科疾患患者を対象とし，骨盤の後方下制の運動パターンの中間域での静止性収縮(Sustained Cntraction of Posterior Dcpres- sion; SCPD)が上肢障害関節に及ぼす関節可動域(Range of Motion; ROM)改善の即時効果を持続伸張手技(Sustained stretchi; SS)と比較している．SS は，症例毎に患者の可動域制限の一番重度な上肢関節を選択し，障害関節を直接 10 秒間持続伸張する手技と，SCPD は後方下制パターンの中間域で 10 秒間の静止性収縮を行った手技が ROM に及ぼす影響を検証している．繰り返しのある二元配置分散分析の結果，SCPD の手技が有意に SS と比較して改善を認めたとしている．名井らは脳卒中後片麻痺患者において，骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮(SCPD)を行い，上肢関節の持続伸張(SS)と比較し，各テクニック実施前後の ROM の改善率を指標とし分析した[3]. SS は，体幹を固定し患者の肩関節屈曲方向に痛みが生じない程度に直接 10 秒間他動的に持続伸張して行い，SCPD は骨盤の後方下制の中間域で 10 秒間静止性収縮を行い 15 秒間のリラクセーションを設けて行った結果，SCPD が上肢障害関節の ROM を有意に改善させると報告した[3].

このように骨盤からの間接的アプローチにより上肢 ROM 改善の効果の報告があるが，上肢の関節可動域を改善させる骨盤の抵抗運動パターンの報告は後方下制のみで前方挙上の運動パターンの効果は判然としていない．

肩関節の ROM が増大する間接的アプローチの効果を明確にするために，今回，骨盤の前方挙上の中間域での静止性収縮(Sustained Cntraction of Posterior Anterior; SCEA)と骨盤の SCPD 中間域での静止性収縮の２つの骨盤のパターンの静止性収縮が脳卒中後片麻痺患者の患側上肢の自動関節可動域(Active Range of Motion; AROM)と他動関節可動域(Passive Range of Motion; PROM)に及ぼす効果を検討した．

対象

脳卒中後片麻痺患者で研究に同意した 10 名(女性 6 名，男性 4 名)を研究の対象とした．平均年齢±標準誤差は 67.7±1.1 才(55 才～87 才)，発症後平均年数±標準誤差は 4.9±0.5 年(1 年~15 年)だった．右片麻痺 4 名，左片麻痺 6 名でブルンストロームステージは stageⅢが 6 名，stageⅣが 1 名，stageⅤが 3 名だった．

方法

各テクニックの施行順はコインの表裏により無作為に決定し，各テクニック施行前後の ROM の測定は背臥位にて二人のセラピストが確認した．SCAE は上前腸骨棘へ用手接触し，SCPD は坐骨結節へ用手接触した．測定肢位は側臥位で行った．

各手技は 5 秒間抵抗を加え静止性収縮を行い，10 秒間のリラクセーションを設けた．患側上肢は，体幹の回旋がおきない程度に前方へ置き，安楽な肢位をとらせた．また，脊椎が過度な前弯が生じないように両下肢を屈曲させた．

統計分析

安静時と各手技後の AROM と PROM の比較を個人と手技を要因としたフリードマン検定を用い分析した．また有意差のあった要因に Tukey-type の多重比較検定を行った．危険率 5%未満を有意とした．

結果

PROM における SCPD, SCAE 施行前の安静時 ROM の平均値±標準誤差は 117±3.7°で，SCAE 施行後 ROM の平均値±標準誤差は

124±3.6°また SCPD 施行後 ROM の平均値±標準誤差は 123±3.8°であった（図 1）. AROM における安静時 ROM の平均値±標準誤差は 86.5±4.7°で，SCAE 施行後 ROM の平均値±標準誤差は 90.5±5.1°また SCPD 施行後 ROM の平均値±標準誤差は 97.5±5.7°であった（図 2）. また安静時，SCAE，SCPD においての多重比較検定において SCAE では PROM において危険率 5%で有意差を認め，SCPD においては AROM，PROM 共に危険率 5%で有意差を認めた.

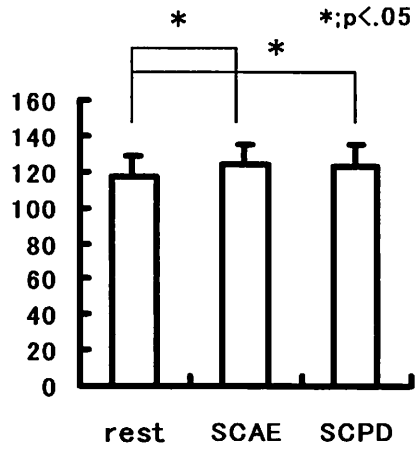

図 1　PROM の平均値±標準誤差

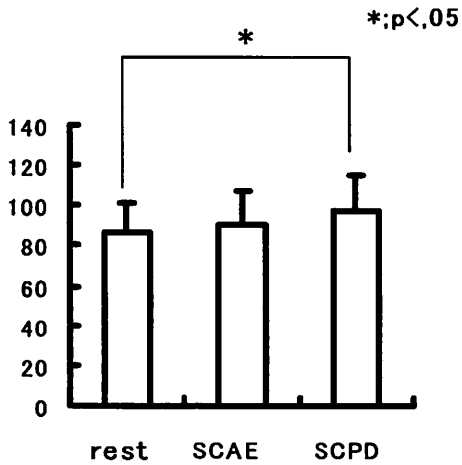

図 2　AROM の平均値±標準誤差

フリードマン検定の結果，PROM では患者間の各テクニック実施前後の ROM に有意水準 1%で有意差が認められた．また安静時 ROM と，SCAE，SCPD それぞれ施行後との手技間においても危険率 1%で有意差が認められた.

AROM においても患者間の各手技間に危険率 1%で有意差が認められた．また安静時 ROM と，SCAE，SCPD それぞれ施行後との手技間において危険率 5%で有意差を認めた.

PROM における SCAE, SCPD 施行後の改善率の平均値±標準誤差はそれぞれ 3.89±0.8%，3.33±0.34%で，AROM における SCAE, SCPD 施行後の改善率の平均値±標準誤差はそれぞれ 2.22±0.8%，6.11±1.3%あった.

考察

今回，ブルンストロームステージⅢからⅤで慢性期にある患者に対して骨盤の抵抗運動の静止性収縮の SCAE，SCPD の二つの骨盤のパターンを行った結果，AROM，PROM 共に手技後に肩関節の ROM 改善が認められた．また PROM では手技間に有意差があり多重比較判定の結果，SCAE，SCPD が安静時と比較し改善した．この柔軟性の改善と自動運動能力改善の要因には，骨盤の抵抗運動の静止性収縮により発散(irradiation)が起き，髄節を越えた長経路の興奮，もしくは，抑制が上肢に生じる上行性の脊髄固有反射の関与が推察された[4].

今回 PNF の運動パターンを用いた静止性収縮による SCAE においては，安静時と比較して PROM のみに有意差を認めた．SCPD においては，安静時と SCAE と比較し AROM，PROM 共に有意差を認めた.

SCPD においてのみに AROM の改善が認められたことは人の歩行パターンに寄与しているとも考えられる．上位中枢は一連の運動パターンを決定し，動作パターンを形成し，

その上で行為の選択がされているという生理学的機序の報告がある[5]．四肢動物の歩行において，後肢から反対側の前肢に達する交叉性上行性四肢間反射系が関連しているといわれている[5]．そして人の歩行は左右の脚の交互運動により，その際，腕の動きは，四肢動物の歩行とよく似ているとされ，左脚が前に出ているときは右腕が前に出ており，右脚が前に出ているときは左腕が前に出ている[5]．骨盤の後方下制は股関節の伸展，外転，内旋の要素の１つであり，静止性収縮を行うことにより股関節の伸展･外転･内旋の促通が生じていることが推察される．骨盤のSCPDにより股関節の伸展･外転･内旋[1]が促通されたことにより，歩行時の立脚期に活動する下肢筋群の収縮が得られ，中枢神経系に組み込まれた機構により，下肢が伸展した時に，上肢の振りが起きる運動パターンが促通されたと推察された．それにより肩の屈曲が誘発され，」今回SCPDのみに屈曲の随意収縮が得られ，AROMの改善が認められたと推察された．

SCAEにおいては，上前腸骨棘の接触刺激と骨盤の抵抗運動の静止性収縮により筋活動による刺激が拡散し発散現象がおき，上行性長経路反射の抑制が肩関節に生じ[4]，拮抗筋(伸筋群)の抑制が起き，拮抗筋のスパズムが緩解し，柔軟性が改善したと示唆された．よってSCAEにおいては，上行性の長経路反射の抑制のみが生じ[4]，PROMのみが改善し，肩の屈筋群の促通は得られなかったためAROMの改善は認められなかったと推察された．

手技後の患側肩関節のPROM，AROMの改善は，骨盤の接触や骨盤への抵抗運動の静止性収縮のSCAE，SCPDにより筋収縮を増大させ，筋活動による刺激が拡散し，発散現象が生じ，髄節を超えた長経路の興奮もしくは，抑制が上肢に生じる上行性の脊髄固有反射の影響によるものと示唆された．この現象を利用して肩関節に直接アプローチできない場合に肩関節の関節可動域の改善を獲得する1つの方法として，骨盤の後方下制，前方挙上の抵抗運動の有効性が示唆された．

引用文献

1) 柳沢健，乾 公美，PNFマニュアル.南江堂.東京.2001.
2) 新井光男,清水一,柳沢健他,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,3(1) 22－26,2002.
3) 名井幸恵,新井光男,上広晃子他,柳沢健:脳卒中後片麻痺患者の骨盤の後方下制患側上肢に及ぼす即時効果:PNFリサーチ,27-31,2002.
4) 新井光男,清水一,柳沢健他:骨盤抵抗運動による総指伸筋長脊髄反射の潜時に及ぼす影響: PNFリサーチ,52-59,2003.
5) 佐々木和夫･本郷利憲編,勝木保次･内薗耕二監修,新生理学大系第10巻,運動の生理学,pp317-329). 1988.

骨盤後方挙上へのHOLD-RELAXが柔軟性におよぼす効果

The Effect of Hold-Relax with the Pelvic Posterior-Elevation Pattern on the flexibility

佐藤　仁[1)]
Hitoshi　Sato

要旨：本研究の目的は，腰背部への固有受容性神経筋促通手技を施し，アプローチ後の柔軟性変化を見出すことである．対象は，健常者40名（男性18名，女性22名）で平均年齢21歳，対象者の条件として指床間距離（FFD）が0㎝未満の者，すなわち指尖が床に着かない者とした．方法は，側臥位において骨盤の後方挙上に対してホールド・リラックス（HR）を両側それぞれ5秒間5回施行し，その前後のFFDを比較検討した．結果は，HR施行前のFFDは平均-9.2㎝，HR施行後FFD-2.2㎝に増加した($p<0.05$)．平均7.0㎝，最大15.0㎝の増加を認めた．FFDは腰背部の問題も影響している結果が得られた．HRにより，腰背部筋群のリラクセーションや骨盤や脊柱の可動性が得られたこと，また，腰部から股関節周囲筋群や大腿部筋群への発散が起きたことが考えられた．

キーワード：骨盤後方挙上パターン, HOLD-RELAX, 柔軟性, FFD

Abstract：The purpose of this study was to find change of flexibility by used Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) approach to the low back muscles. The subjects were healthy young men (n=18) and women (n=22). Their average of age was 21 years-old. The condition of this study was that subjects' Finger-tip Floor Distance (FFD) was less than 0 cm; fingertips did not touch floor. The approached method was HOLD-RELAX (HR) with the Pelvic Posterior-Elevation Pattern on side lying subjects 5 times each sides for 5 seconds. I tried to compare the results before and after the approach. Before HR, the average FFD was -9.2 cm and then after HR, it was -2.2cm. The study showed the average of 7.0cm increase; maximum increase 15cm. The result of this study was that FFD indicates low back problems. To say the other words, HR caused relaxation of low back muscles and it increases the mobility of pelvis and spinal column. In addition, I thought that HR to the low back muscles caused irradiation to hip joint and femoral muscles.

Key word：Pelvic Posterior-Elevation Pattern, HOLD-RELAX, flexibility, FFD

はじめに

柔軟性のひとつの指標である指床間距離(Finger-Floor Distance：以下FFD)は，ハムストリングスや腰背部筋群などの短縮，脊柱の可動性減少などの影響を受けることが多い．

FFDと膝伸展位での股関節屈曲（Straight Leg Raising：以下SLR）には強い相関があり[1)]，Kippersら[2)]も，FFDは体幹の屈曲およびSLRと相関があるとして，FFDはハムストリングスの伸張性の測定として捉えている．また，Tanigawa[3)]は，固有受容性神経筋促通手技(proprioceptive neuromuscular facilitation：以下PNF)のテクニックのひとつであるホールド・リラックス[4)]（HOLD-RELAX:以下HR)が，FFDやSLRの改善には有効と報告している．そのため，

1) 埼玉医療福祉専門学校
Saitama Medical Welfare College
国際医療福祉大学大学院　医療福祉学研究科　保健医療学専攻　理学療法分野
Physical Therapy Section, Health Sciences Program, Health and Welfare Science Course, Graduate School of International University of Health and Welfare

FFDやSLRの制限要因はハムストリングスの短縮が考えられやすい.

しかし, 腰痛患者においては, FFDとSLRの相関を認めない報告[5]や, SLRが十分確保されているのも関わらず, FFDが制限されている者も少なからず存在することから, FFDやSLRの制限要因は一概にハムストリングスの問題と捉えることに抵抗がある.

本研究の目的は, Sadyら[6]が, 柔軟性の改善にPNFが有効としていることから, FFD制限要因のひとつである腰背部へPNFを施行し, 柔軟性の変化を見出すとこととともに, 腰背部の影響を探ることとした. FFDが減少している健常者40名を対象に, 骨盤の後方挙上パターンにHRを施行し, 柔軟性の改善について若干の知見を得たので報告する.

対象・方法

対象は, 研究目的に同意した健常者40名(男性18名, 女性22名), 平均年齢は21歳(18−37歳)であった. 対象者の条件はFFDが0cm未満の者, すなわち床に指尖が着かない者とした. また, 結果に影響をおよぼす股関節疾患や脊椎疾患の既往歴のある者は除外し, 腰痛の自覚症状がある者は対象とした.

方法は, 対象者を側臥位におき, 骨盤後方挙上へのHRを両側行い, その前後のFFDを比較検討した. 手順は, まずHR施行前のFFDを30cm程度の台上にて, 再現性確認のため2回測定した. 比較する値はその平均値を採用した. 次に準備として, 側臥位において骨盤の後方挙上パターンをリズミック・イニシエーション[4](Rhythmic Initiation)で十分に動きを指導し, 対象者に目的とする骨盤の動きを十分理解させた. 後方挙上に対するHRは, 用手接触を腸骨稜とし, 5秒間の保持(HOLD)を続けて5回施行した. 一側施行後, ただちに反対側の動きを十分指導し, 同様の方法でHRを施行した(図). 両側へのアプローチ後, 再度FFDを施行前の方法と同様に測定した.

統計学的処理は, HR前後それぞれのFFD値を対応のある平均値の差の検定(paired *t* test)を用いた. なお, 危険率5%未満を統計学的に有意とした. また, HR施行前の2回のFFDについては, 再現性確認のために級内相関(Intraclass Correlation Coefficient: 以下ICC)を用いた.

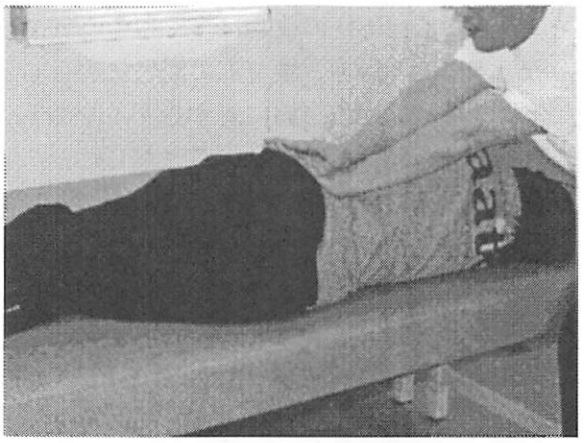

図:骨盤後方挙上へのHOLD-RELAX

結果

骨盤後方挙上へのHR施行前後のFFD変化を表に示す. HR施行前のFFDは, 平均で-9.1 cm, 最大で-17.0 cmであった. 施行後, FFDは平均-2.1 cmに変化し, 有意差を認めた($p<0.05$). FFDの変化は, 平均で7.0 cmであり, 最大では15.0 cmの変化であった. 男女差は認めなかった. HR施行前のFFD2回はICC=0.97であり, 再現性は良好であった.

表:骨盤後方挙上HOLD-RELAX前後のFFD変化

	FFD平均値	最大値	最小値
HR施行前	−9.1±5.0	−17.0	−1.2
HR施行後	−2.2±4.0	−10.0	+5.0
HR前後差	7.0±3.8	15.0	0.3

＊p<0.05　　単位cm

考察

結果から，健常者においては，ほとんどの者がHR後FFDは増加し，柔軟性の改善を認めた．最大で15.0 cmのFFD変化を認め，対象者も柔軟性の変化を実感する者が多かった．また，ICCにて再現性が良好なことから，FFDの変化は繰り返しによる効果ではなく，HRの効果と捉えることができた．

これまでに，FFDの改善は多く報告されている．本研究と同様，腰背部の問題に着目した報告[7]では，腰方形筋に対するダイレクトストレッチを施行してFFDが改善したとある．しかし，施行時間が両側で20分間要するため，速効性としては難点がある．

今回，FFDの制限要因のひとつに挙げられる腰背部に対して，骨盤の後方挙上パターンにHRを施行した．結果，短時間でFFDが増加し，柔軟性が改善した．HRによる生理学的な作用について，武富ら[8]は等尺性収縮運動中，最大限の張力が収縮筋に生じ，Autogenetic Inhibition（自現性抑制[9]）によりその後，弛緩が得られるとし，和気ら[10]はIb抑制と反回抑制の両者の関わりを推察している．これらのことから，FFDの変化は，骨盤後方挙上パターンに対するHRにより，腰背部筋群に静止性収縮が働き，腰方形筋などにリラクセーション効果が働いたことが考えられる．また，用いたパターンが後方挙上のため，下肢の屈曲ー外転ー内旋パターンを中心とした股関節周囲筋に発散（irradiation）が生じ，腰背部以外の筋が促通されたことも考えられる．

さらに，腸骨稜への用手接触による抵抗運動で，力学的な変化が骨盤に生じ，可動性が得られたことも考えられる．この骨盤の可動性増加と腰背部筋群の静止性収縮により，脊柱の可動性と適切なアライメントが得られ，柔軟性が改善したことも考えられる．

一方，近年，骨盤のパターンを施行することで肩や上肢機能が向上した報告[11-14]や，肩甲骨のパターンを施行することで下肢筋群が促通される報告[15,16]がされている．Toulouseら[17]は，上肢の筋収縮によって，下肢の反射弓を促通する遠隔収縮が可能であると報告している．また，菅原ら[18]は，遠隔随意収縮により，大脳皮質運動野の錐体路細胞に対して促通効果を生じさせたことを示唆し，これを脊髄レベルの遠隔筋促通効果と同様としている．これらは髄節間反射の影響と考えられ，今回の結果も，腰背部筋群から下肢筋への促通効果が働いたとも考えられる．

以上のことから，腰背部へのPNFアプローチでFFDが変化した事実は，ハムストリングスの問題だけではなく，腰背部にも問題があることが示された．したがって，骨盤後方挙上に対するHRは，今後，柔軟性を改善するひとつの手段として用いることができる結果となった．PNFによる柔軟性改善について新井ら[19]は，抵抗量を低出力レベルで施行することが重要であることを十分留意しなければならいとし，今後の課題としている．

今回，柔軟性改善の即時効果を認め，短い診療時間の有効活用につながる結果が得られた．今後は，効果の継時性についての検討が必要であり，FFDの制限要因としてハムストリングスと腰背部の影響の割合を検討する必要性もある．さらに，柔軟性の改善に関して，PNF骨盤パターンの比較も検討したい．

引用文献

1)井上和章，清水光芳，岩田由明・他：体幹可動域計測法に関する一考察．四国理学療法士会学会誌 10：67-69, 1988.
2)Kippers V, Parker AW : Toe-touch test. A measure of its validity. Phys Ther 67(11)：1680-1684,1987.
3)Tanigawa MC : Comparison of the hold-relax procedure and passive mobilization on increasing muscle length. Phys Ther52(7)：725-735,1972.
4)Dorothy E.Voss , Marjorie K Inota, Beverly J Myers，福屋靖子監訳：神経筋

促通手技第 3 版.329-343,協同医書，東京,1989.
5)富永賢介，福田隆一，岩満智美・他：腰痛患者の静的アライメントとFFD，SLRとの関係について.理学療法学26(Supple)，1999.
6)Sady SP, Wortman M, Blanke D : Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? Arch Phys Med Rehabi 63(6):261-263, 1982.
7)千葉一雄,平木治朗：腰方形筋に対するダイレクトストレッチの効果.理学療法学22(supple),1995.
8)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.
9)石井邦夫，杉晴夫：運動と姿勢の制御,杉晴夫編：人体機能生理学ー第 4 版ー.136-144,南江堂，東京，2003.
10)和気英樹,柳澤健,清水ミシェル・アイズマン：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.
11)清水ミシェル・アイズマン，新井光男，宇都宮初男：骨盤周囲筋のホールド・リラックスによる肩・肘関節可動域制限に及ぼす効果．理学療法学27（Supple)，2000.
12)新井光男，清水一，清水ミシェル・アイズマン・他：固有受容性神経筋促通手技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（1)：22-26,2002.
13)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（1)：27-31，2002.
14)新井光男，清水一，柳澤健：骨盤抵抗運動による総指伸筋長脊髄反射の潜時に及ぼす影響 –ケース・スタディ-.PNF リサーチ3（1)：52-59，2003.
15)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.
16)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.
17)Toulouse P, Delwaide PJ : Reflex facilitation by remote contraction: topographic aspects. Arch Phys Med Rehabil 61 (11):511-516, 1980.
18)菅原憲一，鶴見隆正，笠井達哉：遠隔筋随意収縮と肢位変化が運動誘発電位に及ぼす影響.理学療法学27（2)：48-56，2000.
19)新井光男,柳澤健：スポーツとファシリテーション-PNFとスポーツ.PTジャーナル36(8)：579-587,2002.

ハムストリングスへの異なる負荷での抵抗運動による静止性収縮を生じさせた時の大腿直筋表面筋電図振幅値への影響

Effect of Sustained Contraction of Knee Flexors at Different Loading on the Surface Electromyography Amplitude for the Rectus Femoris Muscle

桝本一枝[1)] Kazue Masumoto　村上恒二[2)] Tsuneji Murakami　新井光男[3)] Mitsuo Arai　田中良美[3)] Yoshimi Tanaka

清水　一[2)] Hajime Shimizu　清水ミシェル・アイズマン[4)] Michele Eisemann Shimizu　柳澤　健[5)] Ken Yanagisawa

要旨：主動筋への抵抗量の差異による拮抗筋の抑制(相反抑制)の差異を明確にすることを目的とした．対象は健常者6名(男性2名，女性4名)で，平均年齢は28.1(24～35)歳であった．測定機器はKin-Comを使用し，座位で測定した．主動筋をハムストリングス，拮抗筋を大腿直筋とし，抵抗量(80%最大随意性静止性収縮(MVC)，20%MVC)，膝角度(30°，60°)を無作為に組み合わせた．3秒間主動筋に静止性収縮を行わせ，その間拮抗筋の筋電図平均振幅値を計測し，拮抗筋のMVCとの比を取り(平均振幅値比)，リラクセーションの指標とした．繰り返しのある二元配置分散分析の結果，20%MVCの平均振幅値比が80%MVCに比べて有意に小さかった($p < .05$)．主動筋への強い抵抗より，弱い抵抗の方が拮抗筋の平均振幅値が有意に小さく，弱い抵抗の方が拮抗筋のリラクセーションに有効であると推測された．

キーワード：相反抑制，抵抗量，角度，リラクセーション

Abstract：The purpose of this study was to investigate the reciprocal inhibition of the antagonist during various resistive sustained contractions of the agonist. Six healthy subjects (2 men, 4 women), ranging in age from 24 to 35 years (mean age=28.1 years)participated in this study. Each knee flexor torque was measured using a Kin-Com dynamometer in a sitting position. We combined two factors. in resistance (80%MVC, 20%MVC) and knee angle (30°,60°). Each factor was tested at random. The EMG mean amplitude of the rectus femoris muscle was measured during a resistive sustained contraction for three seconds. The result of a two-way repeated ANOVA showed a significantly lower ratio of the mean amplitude at 20% of MVC than at 80% of MVC. This result revealed that weak resistance of the agonist may cause relaxation of the antagonist than wore strong resistance way.

Key Word：reciprocal inhibition, resistance, angle, relaxation

1) 西広島幸楽苑
Nishihiroshima Kourakuen
2) 広島大学医学部保健学科
Division of Occupational Therapy, Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University
3) 広島逓信病院　理学療法室
Department of Physical Therapy, Hiroshima Posts and Telecommunications Hospital
4) 広島県立保健福祉大学
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural College of Health Sciences
5) 東京都立保健科学大学
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University of Health Sciences

はじめに

固有受容性神経筋促通法(PNF)のリラクセーションテクニックとして，ホールド・リラックス(HR)とコントラクト・リラックス(CR)があり，先行研究で有効性が述べられている[1-3]．HR は，リラクセーションさせたい筋を最大に伸張した肢位で，拮抗筋パターンを用いて 2～3 秒の最大静止性収縮をさせ，その後弛緩させ，次に自動運動でさらに可動域を増大させる手技である[4]．CR は HR によく似た手技で，HR が静止性収縮であるのに対し，CR は回旋筋の求心性収縮が加わる手技である[4]．これらの手技は，Ib 抑制と反回抑制の原理を使用している[5]．HR と CR の変法として，主動筋パターンに抵抗を行う方法があり，主動筋に適用した時に生じるリラクセーションは主動筋の筋紡錘の一次性求心性線維による緊張した筋群への相反抑制によるものと考えられる[5]．

相反抑制とは，主動筋が収縮した時拮抗筋が抑制され弛緩する働きである．この時，拮抗筋のα運動ニューロンには，抑制性介在ニューロンを介して抑制効果を生じる．この回路を相反性神経支配といい，Sherrington の初期の研究による脊髄反射に関する広範な一般論の一つである[6,7]．

相反抑制を利用した手技に，アゴニスト・コントラクト(AC)，アゴニスト・コントラクト・リラックス(ACR)，ホールド・リラックス・アゴニスト・コントラクト(HRAC)がある[8-12]．

これらの手技の中で，ACR の優位性を検証した文献が多い．1897 年に，Osternig ら[8]は，健常者 10 名を対象に，背臥位で非測定肢をベッドに，測定肢を股関節最大屈曲位で固定し，膝伸展に対して持続伸張(SS)，HR および ACR を行った結果，ACR の優位性を確認している．SS は 80 秒間行い，HR は最大伸展位で 5 秒間ハムストリングスの等尺性最大随意性収縮(maximal voluntary contraction：MVC)を行わせた直後，リラクセーションさせると同時に他動伸展を行い，これを 3 回繰り返し 1 セットとし，5 セット行った．ACR は 5 秒間大腿四頭筋の MVC を行わせた直後，5 秒間リラクセーションさせ，再度 5 秒間大腿四頭筋の MVC を行わせ，これを 1 セットとし，5 セット行った．ACR は SS，HR と比較して，股関節最大屈曲位での膝伸展角度がそれぞれ 6%，3%多く改善し，ハムストリングスの表面筋電図(EMG)の積分値がそれぞれ MVC 時の 155%，71%多く増加したことを報告している．また，Osternig ら[9]は，1990 年に，10 名の長距離選手，10 名の短距離選手および 10 名の対照群に，背臥位で非測定肢をベッドに，測定肢を股関節最大屈曲位で固定し，膝伸展に対して SS，HR および ACR を行った結果，ACR の優位性を確認している．SS は 80 秒間行い，HR は徒手抵抗に対し 5 秒間のハムストリングスの MVC を行わせた直後，5 秒間リラクセーションさせると同時に他動伸展を行い，再度 5 秒間のハムストリングスの MVC を行わせ，これを 1 セットとし 5 セット行った． ACR は 5 秒間大腿四頭筋の MVC を行わせた直後，5 秒間リラクセーションさせ，再度 5 秒間大腿四頭筋の MVC を行わせ，これを 1 セットとし 5 セット行った． ACR は SS，HR と比較し，股関節最大屈曲位での膝伸展角度が 9～13%多く改善し，ハムストリングスの EMG 積分値が MVC 時の 89～110%と有意に高かったことを報告している．2000 年に，Ferber ら[10]は，中高年者 24 名を対象に，一側の股関節を最大屈曲位で固定し，膝伸展に対して SS，HR，および ACR を行った結果，ACR の優位性を確認している．SS は 80 秒間行い，HR は最大伸展位で 5 秒間膝屈筋の MVC を行わせた後，5 秒間

他動伸展を行い，これを2回繰り返し1セットとし，インターバルを5秒間とり，4セット行い80秒間とした．ACRは最大伸展位で5秒間大腿四頭筋のMVCを行わせ，その肢位で5秒間リラクセーションさせ，これを2回繰り返し1セットとし，4セット行い80秒間とした．ACRがSS，HRと比較し，股関節最大屈曲位での膝伸展角度が29～34%多く改善し，EMG積分値がMVC時の65～119%多く増加したことを報告している．

その他の手技では，1987年に，Condonら[11]は，12名の運動選手を対象に，膝60°屈曲位の座位で足関節の背屈をSS，HR，ACおよびHRACで比較した．SSは11秒間軽度の他動背屈を行い，その後50秒間強度な背屈を行う．ACはSSと同様に行い，強度の他動背屈を行っている間，軽度の背屈随意収縮を行わせる．HRは5秒間軽度の他動背屈を行った後，5秒間の底屈筋のMVCを行わせる．その後1秒間リラクセーションさせ，続いて50秒間の強度の他動背屈を行う．HRACはHRと同様に行い，強度の他動背屈を行っている間に，軽度の背屈随意収縮を行わせる．結果，可動域改善に有意差はみられなかったが，ACとHRACはSSとHRと比べ，運動ニューロンの興奮性が有意に抑制されたと報告している．

このように，関節可動域の拡大あるいは運動ニューロンの興奮性の抑制など，相反抑制を利用した手技の有効性が認められている．

Barnettらは，関節が動くことができない程度の大きさの外部抵抗により，拮抗筋がリラックスすると示唆しており[12]，PNFの反応を促通する要因である抵抗量として最大抵抗を適用してきた．先行研究でもMVCを使用しての比較検討が大半である．しかし，新井らは，痛みの抑制について，反回抑制を利用した最小の抵抗によるHRと相反抑制の機序を利用したACRとが有効であるとし，ACRは最大静止性収縮の10～20%程度の抵抗で痛みを誘発させないように行い，その後リラクセーションさせると報告している[4]．

このように関節可動域改善目的での相反抑制を利用した手技の有効性は認められているが，主動筋の収縮量による拮抗筋の抑制量は明らかとなっていない．

そこで，我々は，主動筋の抵抗量の差異による拮抗筋の抑制(相反抑制)の差異を明確にし，拮抗筋抑制に効果的な主動筋への抵抗量を明らかにすることを目的に研究を行った．本研究では，主動筋をハムストリングス，拮抗筋を大腿直筋とし，要因を抵抗量と角度の2要因とした．

股関節屈曲角度により，大腿四頭筋のトルク値と筋電図値の差異があることが諸家により述べられている．Zabikら[13]は，5名の成人に膝屈曲110°，90°，70°，50°，30°で大腿四頭筋の最大静止性収縮を施行した結果，大腿四頭筋のEMG反応は似通っていると報告している．しかし，Marginsonら[14]は，5名の男性に膝屈曲角度20°，40°，60°，80°，90°，100°で大腿四頭筋の最大静止性収縮時のトルク値を調べた結果，トルク値は80°で最大となり，90°，100°では有意に減少することを報告している．よって，角度の違いにより大腿四頭筋のリラクセーションに影響を及ぼす可能性があると考えた．

また，角度に対するハムストリングスのトルクの違いが挙げられる．Lunnenら[15]は，大腿二頭筋の長さ，積分値，トルクの関係を調べたところ，筋の長さが短くなるにつれEMG積分値の増加とトルクの減少が起こり，筋が延長した場合は逆になると報告している．Mohamedら[16]は，半腱様筋，半膜様筋，大腿二頭筋短頭，長頭，薄

筋，縫工筋のトルクを調べ，二関節筋のハムストリングスが延長するとトルクが有意に増加したと報告している．しかし，Onishi ら[17]は，膝屈曲 60° と 90° で最大静止性収縮でのトルク値を調べた結果，60° が有意に高かったとしている．よって，本研究では角度の差異を要因として取り上げた．

相反抑制とは主動筋収縮中の拮抗筋リラクセーションと定義し，拮抗筋は大腿直筋とした．拮抗筋を大腿直筋とした理由は，Kollmitzer ら[18]の，大腿直筋，外側広筋および内側広筋での持続性収縮の再現性を調べた研究から，大腿直筋は外側広筋と内側広筋に比べより一定の筋活動を再現したとの報告があり，大腿四頭筋の筋力との相関が高いことが示唆されている[18,19]ためである

方法

(対象)

研究に同意した健常者 6 名(男性 2 名，女性 4 名)で，平均年齢は 28.1(24～35)歳であった．測定下肢はコインの表裏で決定した．

(測定機器)

測定機器はチャタヌガ製 Kin-Com を使用し，主動筋をハムストリングス，拮抗筋を大腿直筋とした．ハムストリングスは二関節筋であり股関節肢位の関与が考えられる．Lunnen[15]は，股関節の角度(0°，45°，90°，135°)を変えることによりハムストリングスの長さを変化させ，EMG 積分値とトルク値を測定した結果，筋の長さが短くなるに従い積分値の増加とトルク値の減少が見られたと報告している．本研究では，股関節の影響を同じにするよう，股関節屈曲 60° の座位とし，代償運動が出ないように体幹及び測定大腿部を付属のベルトで固定した．ダイナモメータの回転軸は膝関節に合わせ，レバーアームの長さを足部パッド下端部が内果上 2cm となるように設定した．

拮抗筋である大腿直筋を課題時に EMG で測定した．電極貼付部位は，剃毛した後，皮膚前処置剤スキンピュアで皮膚処理をし，インピーダンスが 5kΩ以下となるように設定した．表面電極は大腿直筋の筋腹上に電極中心間距離 1.5cm で貼付し，アース電極は膝蓋骨に貼付した．

(実験手順)

本研究では抵抗量だけではなく，関節角度も組み合わせの要因として取り上げた．

抵抗量をハムストリングス MVC の 20% と 80%の 2 種類とし，膝関節角度を 30° と 60° の 2 種類とした．2×2(4 通り)の組み合わせは，①膝屈曲角度 30° で 20%MVC，②膝屈曲角度 60° で 20%MVC，③膝屈曲角度 30° で 80%MVC，④膝屈曲角度 60° で 80%MVC とした．

実験手順は以下の通りとした．1)膝屈曲角度 60° で膝伸展方向の MVC を行い，同期した EMG で拮抗筋である大腿直筋の筋活動を測定する．2)膝屈曲角度 60° で屈曲方向の MVC を行い，ハムストリングスのピークトルク値をとる．3)2×2 の組み合わせを乱数表に従い無作為に割り当てる．4)その間の大腿直筋を EMG で測定する．

すべての収縮時間は，疲労を考慮し 3 秒間とし，20%MVC と 80%MVC は，それぞれの収縮値に達した時点で「そのまま維持してください」と指示すると同時に時間計測を開始した．

(データ解析)

リラクセーションの指標は，拮抗筋の平均振幅値比とし，より減少したものをリラクセーション効果が高いと判断した．拮抗筋の振幅値比は，各運動時の平均振幅値を MVC 平均振幅値で除した値とし，算出した値を用いて繰り返しのある二元配置分散分析を行った．

結果

実際のハムストリングスのトルク値の割合は，20%MVC は 16～31%(平均 21.9%)，80%MVC は 60～85%(平均 77.23%)であった．

最初の 1 秒は切り捨て，1－2 秒，2－3 秒の区間で比較した．1－2 秒の平均振幅値比±標準誤差は，膝屈曲 30° で 20%MVC が 0.03±0.005，膝屈曲 60° で 20%MVC が 0.03±0.005，膝屈曲 30° で 80%MVC が 0.04±0.004，膝屈曲 60° で 80%MVC が 0.05±0.007 であった(図 1)．2－3 秒の平均振幅値比±標準誤差は，膝屈曲 30° で 20%MVC が 0.03 ± 0.005，膝屈曲 60° で 20%MVC が 0.03±0.005，膝屈曲 30° で 80%MVC が 0.04±0.004，膝屈曲 60° で 80%MVC が 0.05±0.006 であった(図 2)．

繰り返しのある二元配置分散分析の結果，交互作用はなく，角度での有意差は認められなかった．しかし，抵抗量では 1－2 秒，2－3 秒ともに危険率 5%で，80%MVC より 20%MVC の振幅値比が有意に小さかったことを認めた(表 1)．

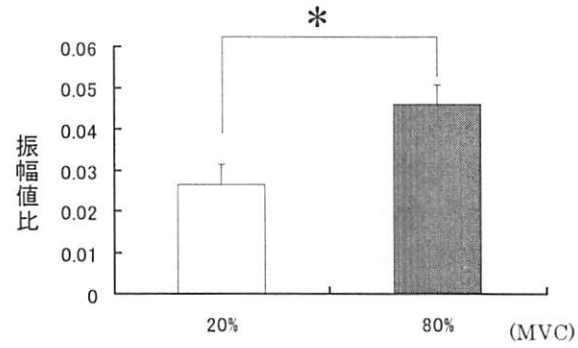

図 1.　1－2 秒の平均振幅値比±標準誤差
＊ p ＜0.05

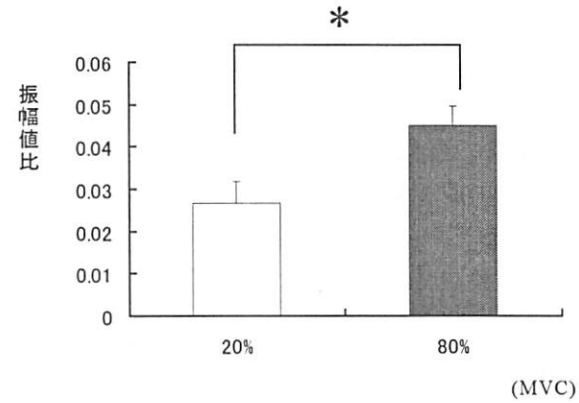

図 2.　2－3 秒の平均振幅値比±標準誤差
＊ p＜0.05

表 1.　分散分析表（上：1－2 秒，下：2－3 秒）

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
角度	0.0005	1	0.0005	2.93	NS
抵抗	0.002	1	0.002	13.03	p<.05
交互作用	0.0004	1	0.0004	2.47	NS
誤差変動	0.003	20	0.0002		
全変動	0.007	23			

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
角度	0.0004	1	0.0004	2.57	NS
抵抗	0.002	1	0.002	12.91	p<.05
交互作用	0.0004	1	0.0004	2.49	NS
誤差変動	0.003	20	0.0002		
全変動	0.006	23			

考察

Shindo ら[20]は，5 名の被検者に安静時，足底背屈 10%MVC，20%MVC，30%MVC でのヒラメ筋 H 波を比較した結果，随意収縮に並行し背屈で増加，底屈で減少もしくは消失したと報告し，前脛骨筋の収縮力を段階的に増大させた場合，ヒラメ筋の H 反射への抑制量も増大することを示唆している．また，小宮山ら[21]は，9 名の被検者に足背屈 10%MVC, 50%MVC で H 波を比較した結果，前脛骨筋 EMG 出現後 30ms 前後より H 反射はほぼ同時にゆるやかな低下傾向を示し，EMG 出現以後に 50%MVC の方が低下が大きく，背屈の強さと抑制量は比例関係にあり，背屈量が大きいほど抑制量も大きかったことを示唆している．しかし，それぞれの研究は同時収縮を考慮して，30%MVC と 50%MVC 以内で行っており，強い収縮との比較は行っていない．今回の研究結果は，80%MVC の平均振幅値比は 1－2 秒で膝屈曲 30° が 0.04±0.004，膝屈曲 60° が 0.05±0.007，2－3 秒で膝屈曲 30° が 0.04±0.004，膝屈曲 60° が 0.05±0.006 で，大腿四頭筋の MVC の 4～5% 程度の収縮であり，強い収縮でも十分相反抑制が生じていると考えられる．また，20%MVC が有意に低下していることから，80%と 20%のみの比較であったが，比較的弱い抵抗のほうが拮抗筋のリラクセーションが有意に高く，弱い抵抗が効率的であるという傾向が示唆された．このことは，新井ら[4]を支持している．

今回の結果より，相反抑制を利用した手技を行う場合は，主動筋への弱い抵抗を用いることにより，拮抗筋のリラクセーションを効果的に生じさせることが可能であることが示唆された．しかし，今回，20%MVC と 80%MVC のみの比較であり，今後より段階的な比較検討が必要と考えられる．

引用文献

1) Tanigawa MC: Comparison of the Hold-relax Procedure and Passive Mobilization on Increasing Muscle Length. Phys Ther. 52:725-735, 1972.
2) 武富由雄，村木敏明：健常者における肩関節内旋筋に対する HOLD-RELAX 手技による外旋可動域拡大の効果： 理学療法学． 19，457-460，1992.
3) 和気英樹，柳澤健，清水ミシェル・アイズマンら：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, 279-283, 1994.
4) 柳澤健，乾公美：PNF マニュアル，p70，南江堂，2001.
5) Sullivan PE, Markos PD, Minor MA(石川友衛，吉松俊一監訳)：臨床 PNF，p 33，メディカル葵出版，1986.
6) 入来正躬，外山敬介編集：生理学 1，pp517-518，文光堂，1986.
7) 村尾誠監訳：BEST & TAYLOR の病態生理学［5］，pp 553-1554，廣川書店，1988.
8) Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK et al: Muscle activation during proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching techniques. Am J Phys Med. 66: 298-307, 1987.
9) Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK et al: Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilit ation (PNF) stretch techniques. Med Sci Sports Exerc. 22: 106-111, 1990.
10) Ferber R, Osternig LR, Gravelle DC: Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. J Electromyogr Kinesiol.

12: 391-397, 2002.

11) Condon SM, Hutton RS: Soleus Muscle Electromyographic Activity and Ankle Dorsiflextion Range of Motion During Four Stretching Procedures. Phys Ther. 67 : 24-30, 1987.

12)Rash PJ et al: Kinesiology and Applied Anatomy, 5th ed, pp 82-84, Lea & Febiger, Philadelphia, 1974.

13) Zabik RM, Dawson ML: Comparison of force and peak EMG during a maximal voluntary isometric contraction at selected angles in the range of motion for knee extension. Percept Mot Skills. 83: 976-978, 1996.

14) Marginson V, Eston R: The relationship between torque and joint angle during knee extension in boys and men. J Sports Sci. 19: 875-880, 2001.

15) Lunnen JD, Yack J, LeVeau BF: Relationship between muscle length, muscle activity and torque of the hamstring muscles. Phys Ther. 61: 190-195, 1981.

16) Mohamed O, Perry J, Hislop H: Relationship between wire EMG activity, muscle length, and torque of the hamstrings. Clin Biomech. 17: 569-579, 2002.

17) Onishi H, Yagi R, Oyama M et al: EMG-angle relationship of the hamstring muscles during maximum knee flexion. J Elecrtomyogr Kinesiol. 12: 399-406, 2002.

18) Kollmitzer J, Ebenbichler GR, Kopf A: Reliability of surface electromyographic measurements. Clin Neurophysiol 110: 725-734, 1999.

19) Arai M, Shimizu H, Shimizu ME et al: Effects of the Use of Cross-education to the Affected Side through Various Resistive Exercise of the Sound Side and Settings of the Length of the Affected Muscles. Hiroshima J Med Sci. 50: 65-73, 2001.

20) Shindo M, Harayama H, Kondo K et al: Changes in reciprocal Ia inhibition during voluntary contraction in man. Exp Brain Res. 53: 400-408, 1984.

21) 小宮山伴与志，笠井達哉：筋収縮力の違いが主動筋促通および拮抗筋抑制に与える影響：体育学研究. 33, 135-144, 1988.

掛け声が体幹の固定に及ぼす影響について

About the influence a shout affects the stability of trunk stability

高間 則昭[1)]　上杉 睦[1)]　秋山 純和[2)]
Noriaki Takama　Mutumi Uesugi　Sumikazu Akiyama

要旨：神経筋促通法（PNF）においては体幹の安定性を重要視しており、四肢遠位における運動では近位筋における固定性が条件として要求される。本研究では、シャウト効果として被験者が声を出す掛け声（以下shout）と体幹の筋活動量について検討した。健常男性8名を対象に、息を吐く・股関節屈曲（以下コントロール）と、shout・股関節屈曲を背臥位にて最大等尺性収縮を5秒間行わせた。結果、筋トルク、腹筋群、背筋群、大腿直筋のｉEMGにおいて有意差を認めた。shoutは、声を出すことにより呼気筋の活動が高められる。つまり体幹の固定性が高まり、四肢の筋トルク増大に関与することが示唆された。

キーワード：掛け声・筋放電量・体幹固定性・最大筋トルク

Abstract：Also in PNF, importance is the stability of a trunk. And movement of limbs is required of the stability of trunk. The purpose of t his study was to investigate the shout effect with the stability of a trunk. The subjects were 8 healthy males, and examined torque, rectus femoris`s i EMG, rectus abdominis`s i EMG, erector muscle. Of spine`s i EMG in 2 kinds of maximum isometric contraction of hip flextion that were
①ｎｏ treatment +hip flextion ②shout +hip flextion in spine posture.
As a result, shout + hip flextion was larger than no treatment + hip flextion in torque and i EMG. They accepted the significant increase over control.
This study suggests that shout may have had effects on muscle activity of a trunk and increasing torque of the limbs.

Key Word：shout, i EMG, stability of trunk, 100%MVC

はじめに

神経筋促通法（PNF）では、相対的に強い筋群からのオーバーフローにより目的とする筋の筋活動を高めるという概念が使用されている。また、最大筋力が増大するものとして、「かけ声効果」があるが、声と筋力については未だはっきりとした見解がなく、shoutにより大脳の覚醒水準が上昇するといわれている。本研究では、今までの大脳の覚醒水準の上昇とは別の要因が関わっているとの仮説を立てた。一般に四肢の運動は、それより中枢が固定の働きを行って初めて力強く、安定した運動を行うことができると言われている。また、Negus（1949）は,多くの動物において喉頭の比較解剖学的研究にもとづき、声門の役割の一つは、その閉鎖による胸腔内圧のコントロールを通じて胸郭を固定し、上肢の筋力発揮を支援することである、と述べており、言語聴覚士の訓練には、上

1）国際医療福祉大学大学院　医療福祉学研究科　保健医療学専攻　理学療法分野
Physical Therapy Section, Health Sciences Program, Health and Welfare Science Course, Graduate School of International University of Health and Welfare
2）国際医療福祉大学保健学部理学療法学科
Postgraduate school, International University of Health and Welfare

肢の運動により胸郭が固定され発声時の呼気圧を高めることにより発声するプッシングエクササイズがある。本研究では、shout には腹筋群の筋活動が関与しており、下部体幹の固定性が増大して下肢の筋トルクへの影響もあると考えた。以上のことから、我々はこの shout 効果を四肢の運動と組み合わせることにより相乗効果が得られることを考え、股関節屈曲の筋トルク、体幹の筋活動量から検討した。

対象と方法

対象は実験に先立ち、目的と方法を説明し同意を得た健常男性８名（年齢 22±2.07 歳、身長 174.9±10.6cm、体重 71.1±13.2kg）とした。

運動課題は、背臥位左股関節屈曲９０度からの股関節屈曲を最大等尺性収縮で５秒間行う。また条件として、運動課題中に①shout を行いながら運動を行う②息を吐きながら運動を行う（コントロール）の２条件にわけた。被験側は左股関節とした。最初に腹筋、背筋、大腿直筋それぞれにおいて MMT において 100% MVC を行い、積分値の正規化を行った。測定は、疲労の影響を考慮して、各課題の試行順序はランダムに行い各２回ずつ計４回ランダムに行い、試行間の休憩は１分とした。shout は股関節屈曲等尺性収縮５秒間の課題中行い続ける。また、課題中コントロールは息を吐きながら行い、shout する場合は、継続して shout を出し続けさせた。掛け声は「あー」を運動課題中５秒間、出来るだけ大きな声で叫ぶよう指示した。

測定項目は股関節屈曲最大等尺性収縮における筋出力（トルク）と筋活動電位、大腿直筋 EMG（股関節屈筋の活動量の指標）、体幹屈筋・伸筋群の EMG（体幹の固定とする指標）を導出した。筋出力の測定には、酒井医療社製 BIODEX を使用した。測定肢位は、背臥位、測定下肢股関節屈曲 90°で非被験側大腿、体幹をベルトで固定した。測定時は腕を胸の前で組んで測定条件を一定にした。筋活動電位の測定には、Noraxon USA 社製 Myoresearch を使用した。双極導出法により電極を大腿直筋、腹筋、背筋の３筋に貼付し、アース電極は胸骨に取り付けた。導出した筋電図は A/D 変換装置でコンピューターに入力した。サンプリングは１ｋＨｚとし、波形処理ソフトを用いて積分値（ｉEMG）を求めた。なお、皮膚電極間抵抗を極力下げるよう、皮膚前処置剤スキンピュア、アルコールにより皮膚処理を行った。得られたデータは、最大筋トルク、５秒間の前後１秒を除いた中３秒間の iEMG で比較検討した。統計は対応のあるｔ検定を行い、危険率５％未満を有意とした。

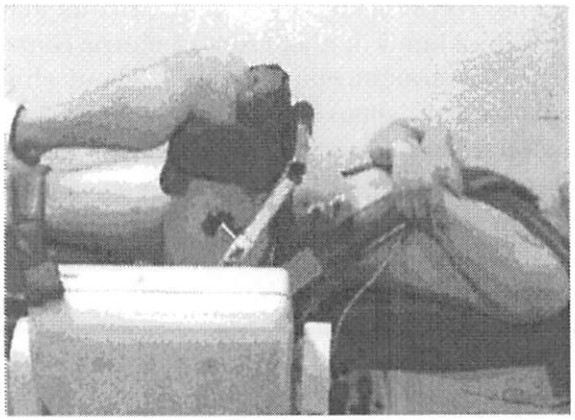

図１測定の様子

結果

ｉEMGは、各筋の100%MVCを100としたときの変化率を示す。

腹筋ｉEMGの変化率はコントロール36.53±32.01、shout58.91±44.27。背筋群ｉEMGの変化率はコントロール34.41±27.85、shout52.82±43.71。大腿直筋の変化率はコントロール86.93±54.50、shout108.96±80.39。筋トルクはコントロール90.39±16.96（nm）、shout99.73±19.68（ｎｍ）。対応のあるｔ検定

を行い、腹筋ｉEMG、背筋群ｉEMG、大腿直筋ｉEMG、最大筋トルクで危険率5%において有意差を認めた。

考察

本研究において、shoutによって腹筋と背筋群のｉEMG間に有意差を認め、股関節屈曲の筋トルクも有意に増大した（P<0.05）。これは、shoutにより、体幹の呼気筋の活動が起こっているためと考えられる。運動学的にshoutは発話と同じメカニズムであり、安静呼吸時と発話呼吸時とでは同じメカニズムのもとに呼吸が生じるが、力の利用の仕方は異なる。安静呼気は腹壁筋の弾性収縮により、腹部内臓は腹腔内に押し戻される。この胸腔内圧の変化は１～２cmであり、言葉を話すには小さすぎて不十分である。発話呼吸時では、呼吸筋は喉頭を働かせる力を供給するばかりではなく、胸郭から流出する気流速度を胸郭系の弾性収縮力に抗して調節しなければならない。胸郭・横隔膜・腹部の筋活動は、特に高肺気量位での弾性収縮力で生じた呼気流に対し、調節や遮断を行う。そして、発話時には横隔膜を強く押し上げる腹筋の収縮が必要であり、これにより呼気圧が増大する。この胸腔内圧の変化は７～８cmであり、声の大きさ、ストレス、発話の長さによって圧が変化する。Shoutは横隔膜、腹筋群による強制呼気が必要となり，単に発話を遂行する場合に比較し、活動に参加する筋群の絶対的な増加が起こる。それに関与する皮質運動野も拡大し、また、shoutに関与する筋群からの感覚中枢へのフィードバックも増加することにより大脳皮質の覚醒レベルが向上すると考えられる。

主な呼気筋として内肋間筋、腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋があり、作用としては肋骨を引き下げ、腹腔内圧を増大させる。腹直筋は体幹の重要な屈筋であり、起始は恥骨稜、停止は第５～７肋軟骨、胸骨剣状突起であり、肋骨を引き下げ、腹腔内圧を増大させる。掛け声で呼気筋の活動量が増大し、腹直筋と背筋がより働き同時性収縮が起こり、胸郭・骨盤の固定性が高まったと考えられる。背筋の筋活動量が増大した理由は腹筋の活動により体幹の前屈を防ぐためだと考えられる。

一般に四肢の運動はそれより中枢が固定の働きを行って初めて力強く、安定した運動を行うことができると言われている。本研究では、股関節屈曲運動中にshoutをすることにより、呼気筋の活動が増加して腹筋・背筋群の同時性収縮が起こり、体幹の固定に作用したと考えられる。この体幹が固定された状態で四肢の運動がより安定したものとなり、股関節屈曲の最大筋トルクの向上に繋がったということが示唆された。

以上より、運動時にshoutを行うことで、呼気筋の活動が増大し、胸郭・骨盤の固定性が高まり、四肢の運動に際し、より力強い運動が可能であると考えられる。

先行文献では、随意的な最大努力の運動において、shout が筋出力の生理的限界と心理的限界の差異から、筋の収縮を制限する身体防御機構等が運動を起こさせる中枢神経系で働いているものとされており、また言語聴覚士の訓練では、上肢のプッシングによって胸郭が固定され呼気圧が高まることを利用しているが、本研究では、shoutにより呼気筋の活動による骨盤への固定作用があることが示唆された。先行研究においても四肢の筋トルク、筋放電量の増大が確認されており、臨床場面においてもshoutは、筋力増強訓練やＰＮＦにおける発散現象の強化等、体幹、四肢への間接的なアプローチに利用できると考えられる。

参考文献

1）矢部京之助　筋疲労における自発的なかけ声効果　人体筋出力の生理的限界と心理的限界　杏林書院　１９７７
2）永田晟：筋と筋力の科学不昧堂出版　1984
3）四肢・脊椎の機能解剖　第５版　協同医書出版社
4）著；Joel.c.Kahan 監訳；新美成二　訳；西尾正輝　発話メカニズムの解剖と生理インテルナ出版
5）北村潔和　福田明夫　有沢一男：筋収縮速度とパワーに及ぼす掛け声の効果　体育の科学　1981
6）Buckwald JS : Exteroceptive reflexes and movement. Am J Phys Med 46 : 121－128, 1966
7）柳澤健　中村隆一　藤原孝之：上肢 PNF 肢位のヒラメ筋 H 波に及ぼす影響　理学療法学 16（1）19-22　1989
8）柳澤健　中村隆一　高木昭輝　藤原孝之　斎藤宏：上肢 PNF 肢位の行動覚醒への影響　理学療法学 18（2）143-144　1991
9）柳澤健　乾公美：PNF マニュアル　南江堂　2001
10）D.E Voss, M.K Ionta&B.J Myers：神経筋促通手技　協同医書出版社　1989
11）Patricia E Sullivan, Prudence D Markas, Mary Alice D Minor'臨床PNF　メディカル　葵出版　1986
12）Toshio Moritani, M A.,and, Herbert A. devries, PH.D :American Journal of Physical Medicine Neural factors versus hypertrorhy in the time course of muscle strength gainPopyright, 1979
13）Michio Ikai and Arthur H Steinhaus : Some factors modifying the expression of human strength. J.Appl.Physiol. 16(1):157-163,1961.

聴力障害を伴う頭部外傷性の失調症に対するPNFアプローチの治療効果

Effect of the proprioceptive neuromuscular facilitation approach to ataxia in traumatic brain injury with hearing difficulties

弓場　裕之[1)]　川平　和美[2)]　山之内　麻矢[1)]　長谷場　純仁[1)]
Hiroyuki Yumiba　Kazumi Kawahira　Maya Yamanouti　Sumihito Haseba

辻尾　昇三[3)]
Syouzo Tujio

要旨：本研究の目的は聴力障害を伴う失調症 1 例に対して口頭指示を使用しない方法でのPNFアプローチの効果を検討することである。方法は患者の左上肢に対して遠位の用手接触でRhythmic Initiationを入念に行い、つぎに上肢の肘伸展を伴う全促通運動パターン、Slow ReversalおよびRhythmic Stabilizationを施行した。以上のアプローチを週5日4週間施行した。評価は訓練の前後に上肢の8の字軌道追従課題における軌道誤差の面積を測定した。評価は初回を含め1週間ごとに5回施行した。効果判定はWilcoxon順位和検定で行い$p < 0.05$を有意とした。結果は有意な改善がPNFを施行した後の軌道誤差面積でみられた。($p < 0.05$)　PNFが失調症の運動の正確性の向上に有効であること、またこのアプローチが聴力障害の患者に対し内容を工夫して施行することで有効であることが示唆された。

キーワード：聴力障害、失調症、PNF

Absiract: The effect of the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) approach on ataxia in a patient with traumatic brain injury with hearing difficulties, who could not be guided by a therapist's verbal commands, was studied. The treatment started with rhythmic initiation using careful manual contact to a distal portion of the affected upper limb. Then, various movement patterns were conducted; slow reversal, and rhythmic stabilization of the upper limb. This approach was carried out five times a week for four weeks. Ataxic movements were evaluated using a computerized motor skill analyzer that tested the accuracy of trajectory tracking in terms of lap time and trajectory errors for the total area between the actual tracking by the foot marker and the target. Evaluation of pre- and post training was done 5 times every week including the control; data were analyzed using Wilcoxon's nonparametric test. The decrease in the trajectory error after adopting the PNF approach was statistically significant ($p< 0.05$).
The results of the PNF approach on ataxia in a patient with a hearing difficulty suggested that non-verbal instruction by manual contact to the extremities of a patient can improve the accuracy of movements and promote motor learning.

Key Word：hearing difficulties,ataxia,PNF

1)鹿児島大学病院 霧島リハビリテーションセンター
Kirishima Rihabilitation Center, Kagoshima University Hospital
2) 鹿児島大学医学部リハビリテーション医学講座
Department of Rehabilitation and Physical Medicine, Facility of Medicine, Kagoshima University
3)鹿児島大学工学部
Facility of Engineering,Kagoshima University

聴力障害を伴う頭部外傷性の失調症に対するPNFアプローチの治療効果

Effect of the proprioceptive neuromuscular facilitation approach to ataxia in traumatic brain injury with hearing difficulties

はじめに

失調症に対する有効な理学療法の一技法として PNF が挙げられる。今回、当院と鹿児島大学工学部で共同開発した上肢機能評価・訓練装置を用い、失調症に対する PNF 施行前後における上肢の運動軌跡を計測し治療効果について検討した。また PNF テクニックにおいて特に重要とされている口頭指示 [1)2)]の使用が困難な聴力障害を伴う頭部外傷性の失調症 1 例の治療経験を得た。この口頭指示を用いることのできない症例に対しどのように PNF アプローチを施行するかを検討したので報告する。

対象・方法

【上肢機能評価・訓練装置について】

当院と鹿児島大学工学部とで共同開発した当装置は横 82cm、縦 64cm の盤面を縦横自在に動く手部固定装置の位置と目標となる軌道をモニターに映し出す装置である。患者のたどった軌道と目標軌道との間の運動・時間誤差および幾何学誤差、所要時間を運動機能の指標としている（図 1）。

【症例紹介】

症例：37 歳、女性。診断名；交通事故後のびまん性軸索損傷による右不全片麻痺、四肢および体幹失調。聴力障害。

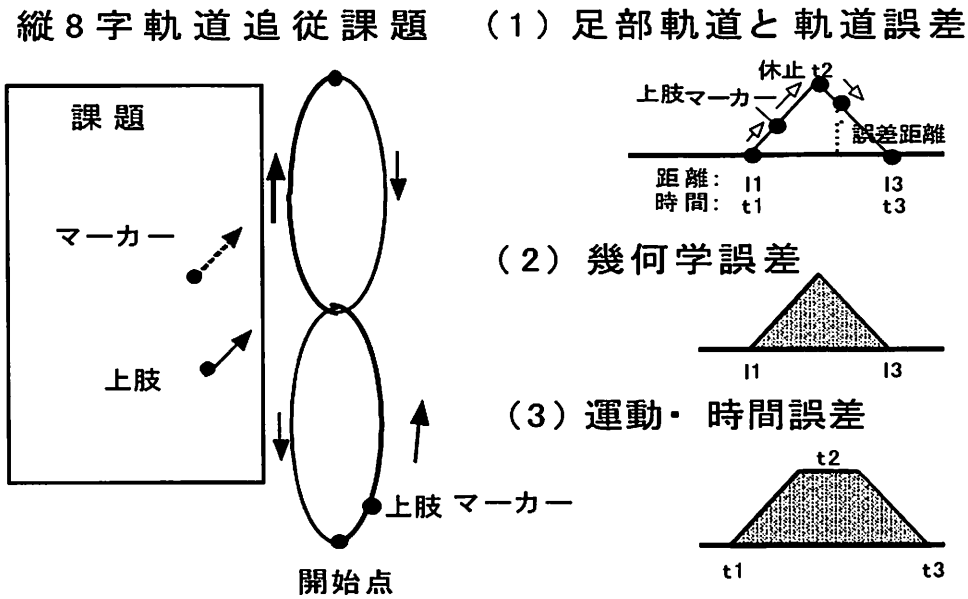

図 1. 縦 8 字軌道追従課題と軌道誤差

上左図　縦 8 の字軌道追従課題

パソコンの画面上にマーカーがあり、これは盤面を縦横自在に動く手部固定装置と連動しており画面下部の開始点にマーカーを合わせ、上肢の運動で調節しながら 8 の字の軌道上を 1 周させる。これを 10 周施行する。

上右図　手部軌道を軌道誤差

8 の字の線より施行した線の軌道が逸脱した線間の面積を幾何学誤差とし、その所要時間で積分したものが運動・時間誤差をしている。

【経過】

2002年6月6日交通事故により受傷直後、K病院へ搬送。右片麻痺、右鎖骨骨折、多発性肋骨骨折、血気胸、骨盤骨折、頭部2003年6月3日当院入院、翌日より理学療法開始した。入院時評価では受傷直後からの聴力障害のためコミュニケーションは、すべてこちらからの筆話と患者の発語で行われた。発語は不明瞭ながらも聞き取りは可能なレベルであった。失行はなく、知的障害は改訂長谷川式簡易知能評価スケール（HDS-R）26点でほぼ正常なレベルが保っていたが、誤嚥がないことから胃瘻を撤去し経口摂食に切り替えられた。運動機能障害は、右側優位の軽度の麻痺はあるものの Brunnstrom 片麻痺機能テスト（以下BST）左右いずれもステージVI、しかし両側上下肢、体幹に失調が認められ、座位は部分介助、立位、歩行、移乗動作では全介助レベルであった。両上下肢の随意運動時に運動失調による測定過大が認められ、四肢において運動の方向や着地位置が定まらない状態であった。上肢機能は失調のため、書字、摂食（箸使用）において拙劣であった。退院時、摂食時の上肢使用は部分介助レベルであった。基本動作は上肢支持による立位、歩行、移乗動作は要監視または部分介助レベルに改善し退院した。

【聴力障害に対して考慮した点】

本症例は交通事故直後より全く聴力消失し、コミュニケーションの手段は筆談のみであった。PNF手技で重要な口頭指示入力が不可能のため、オリエンテーションは全てボディランゲージにて行い、運動方向や筋出力のタイミングは入念に Rhythmic Initiation（RI）を施行、特に末梢部の用手接触のみで手指および末梢部の運動方向を示した上で、徐々に中枢部の抵抗運動に移行するという方法を用いた。また運動開始時のクイックストレッチを強調することで運動開始のタイミングを調整した。

【治療内容】

治療はPNF手技のうち、失調症に有効とされる Slow Reversal（SR）と Rhythmic Stabilization（RS）を用いた[3,4]。失調のみられる上肢において特に機能優位側である左上肢に対し、PNF手技のうち屈曲外転外旋、伸展内転内旋、屈曲内転外旋、伸展外転内旋の4方向で10回ずつ、SRにてそれぞれの反復運動を10回ずつ、RSを肩関節屈曲90°位で斜め4方向に5秒ずつ1分間施行した。

【測定方法】

PNF施行前後で上肢機能評価・訓練装置で8の字軌道追従（10周）を測定した。PNFは1日1回を週5回施行した。測定は初回評価ののち1週間ごとに施行し効果を検討した。効果の判定は、治療5回分のPNF施行前後における運動・時間誤差、幾何学的誤差および所要時間の平均の差を Wilcoxon 順位和検定で行い $p < 0.05$ を有意とした。

また今回の研究にあたり、本人および家族に対しその研究主旨と内容、協力依頼、プライバシーの保護について十分な情報を提供し理解を得た。

結果

運動・時間誤差は、施行前平均 20.3±4.9 cm²、施行後平均 18.8±3.8 cm²、施行前後の平均値で有意な改善はみられないものの改善の傾向がみられた。幾何学誤差は、施行前平均 48.5±26.2 cm²、施行後平均 27.1±8.1 cm²、施行前後の平均値で施行後に改善がみられた。（$p < 0.05$）

（図2）。施行各回間の経時的な改善はみられなかった（図3）。所要時間では、施行前平均27.8±8.4 sec、施行後平均39.5±11.6 sec、施行後において有意に増加がみられた。（$p<0.05$）（図4）。

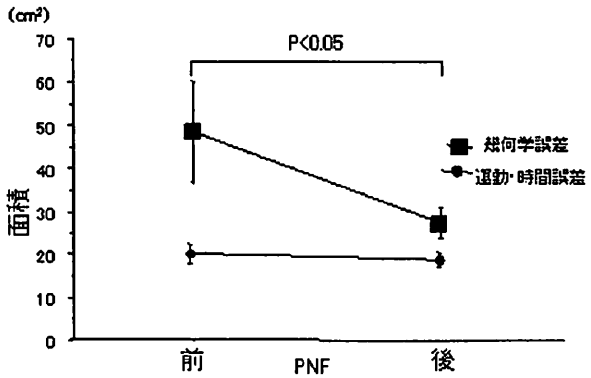

図2．幾何学誤差および運動・時間誤差の平均値

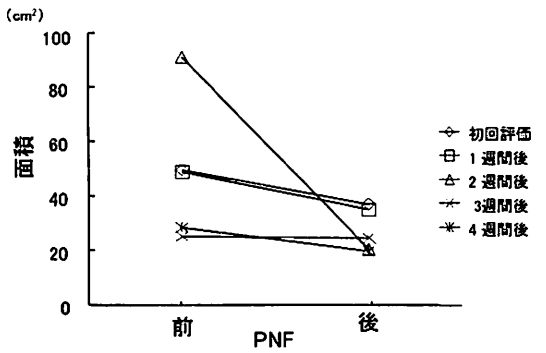

図3．PNFによる幾何学誤差の変化

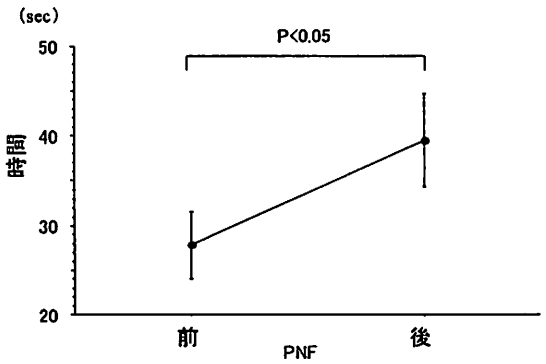

図4．1施行あたりの平均所要時間

考察

今回の検討で、1症例のみの報告ではあるが、聴力障害を伴い口頭指示入力による誘導が困難な症例に対するPNF手技の検討を行った。本症例では、ボディランゲージを用い、RI、マニュアルコンタクトおよびクイックストレッチに対する配慮によって改善がみられた。本症例の場合、聴力障害があるものの意識障害、知的障害もなかったことも改善の一因であると推測している。基本動作としては、立位や移乗動作が全介助レベルから要監視レベルに改善している。これは上肢の協調運動の改善により測定過大が減少し、手摺把持におけるリーチ動作、持ち替え動作の正確性が向上したことによるものである。8の字軌道追従による結果では、PNF施行後に追従の正確性はあがるものの所要時間がかかるという結果になった。(図5)。小坂ら[5]によるとPNFによって小脳性運動失調患者の皮質覚醒レベルの上昇が示唆されたとの報告[5]がある。今回の報告でも正確性が上がった要因としてPNFによって固有受容覚の促通による協調運動のフィードバックおよびフィードフォワードの精度が向上したこと、小脳における運動予測機能が改善できたためと考えられる。また所要時間の増加は測定過大の症状として起こっていた乱雑ですばやい運動（オーバーシュート現象）を多用して、8の字軌道外をショートカットして周回した誤差が修正され、軽減されたことで本来の軌道上をスムーズに周回するようになったことが時間延長につながったものと推測できる。効果の持続性については、佐藤ら[6]によって、脊髄小脳変性症に対し、PNFを長時間施行することにより長時間有効であったと報告されている。しかし、今回の結果からは、菊本ら[7]も指摘するようにPNFの施行直後の効果は得られたものの、経時

的な効果としては有意な結果が得られていない。

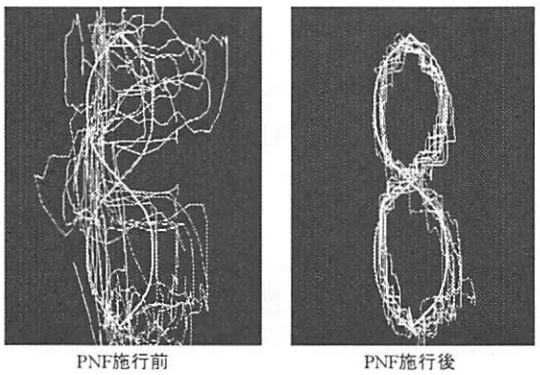

図５．PNF 前後の８の字軌跡の変化

まとめ

今回、聴力障害を伴う失調症１例に対しいくつかの点を配慮した PNF アプローチを検討した。上肢機能評価・訓練装置を用いて８の字軌道追従を測定し運動の正確さを定量的に評価した。今後も失調症に対し PNF 施行による効果を上肢機能評価・訓練装置を用いて詳細に測定し、効果の持続性についても検討を重ねていきたい。

参考文献

1)柳澤健，乾公美・編：PNF マニュアル，南江堂、東京、2001.
2)Adler SS, Beckers D, Buck M (柳澤健ほか訳)：PNF ハンドブック，クインテッセンス出版，東京，1997.
3)柳沢健：PNF 最前線，PNF の理論的背景，理学療法 14.90-95, 1997.
新井光男，柳澤健：上肢帯機能障害の評価と理学療法-PNF を中心に-．理学療法ジャーナル 33(3)：165-171, 1999.
4)中村隆一、横地房子：小脳性失調の Physio therapy.神経研究の進歩 23:124-130,1979
5)小坂健二，中村隆一：小脳性運動失調患者における PNF 施行後の肢位変化による脳波覚醒．リハ医学 30：45-47, 1993.
6)佐藤一望,千田富義,中村隆一：脊髄小脳変性症のリハビリテーション.東北医誌 94：8-13,1981
7)菊本東陽，伊東俊一：小脳性運動失調症に対する運動療法の工夫.理学療法 19.526-531,2002

●編集後記●

日本PNF研究会の機関誌であるPNFリサーチも第4巻の発刊を迎えることができました。「PNFの学術的研究」を目的のひとつに掲げる研究会にとって本誌はその中核をなすものであります。本号には研究報告が9編掲載されております。それぞれ日本PNF研究会学術集会においてその概略が発表されたものですが、「研究報告」として査読委員会より掲載を許可された論文であります。

「PNFの学術的研究」という日本PNF研究会の主旨を発展させるべく、「再現性」と「客観性」を備えた、オリジナリティーレベルの高い「原著論文」の投稿を期待しております。

H.G.

[日本PNF研究会役員]

役　職	氏　名	所　属
会　長	柳澤　健	東京都立保健科学大学　理学療法学科　教授
副会長	乾　公美	札幌医科大学　保健医療学科　教授
副会長	今井基次	八千代リハビリテーション学院　学校長
事務局長	新井光男	広島逓信病院　理学療法室　医療技術主任
学術局長	富田　浩	群馬パース学園短期大学　理学療法学科　助教授
渉外局長	山元総勝	沖縄リハビリテーション福祉学院　理学療法学科　学科長
理　事	秋山純和	国際医療福祉大学　理学療法学科　助教授
理　事	覚張秀樹	東京女子体育大学　助教授
理　事	北林陽子	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	高橋　護	湯河原厚生年金病院　リハビリテーション室　技師長
理　事	萩原利昌	川崎市障害者更生相談所　主査
理　事	宮崎恭宏	新行橋住宅介護センター　センター長
顧　問	奈良　勲	広島大学　保健学科　教授
監　事	田口孝行	埼玉県立保健医療福祉学部理学療法学科助手
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　学科長

[PNFリサーチ編集委員]

委員長　覚張秀樹
委　員　今井基次
萩原文子
田村陽子
富田　浩
柳澤　健

PNF研究会

第4巻　第1号

2004年3月31発行

編集・発行　日本PNF研究会
〒730-0051　広島市中区大手町1丁目1-26
大手町1番ビル 305号
Mail　jpnfa@k-4.dion.ne.jp
URL　http://www.jpnfa.com

日本ＰＮＦ研究会会誌「PNFリサーチ」投稿規定

投稿要綱

1. 本誌への投稿資格は本研究会会員とする。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
   - ・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、査読後に本研究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またはワープロ（テキストファイル形式保存）を用い、A4版横書き、縦40行／横40字の1,600字分を1枚とし、引用文献、図表、写真等を含み、本文の合計が7枚(11,200字相当)以内とする。1,600字用紙で3枚程度の短報も可能。
   2) 英文原稿の場合は、ダブルスペースでパソコンまたはワープロ（テキストファイル形式保存）を用いて、引用文献、図表、写真等を含み、A4版横書き15枚以内とする。
   3) 図表、写真等は、それぞれ1枚につき400字分と換算し、合計5枚以内とする。図は製版できるよう作成し、表はタイプまたはワープロにて作成する（フロッピーに保存して添付のこと）。写真は白黒を原則とし、カラー写真印刷の場合は実費負担とする（デジカメ使用でフロッピー等保存が望ましい）。
8. 原稿の執筆は次の号に従うものとする。
   1) 原稿の表紙に、表題（和文/英文）、著者名（日本字/ローマ字）、所属機関名（日本語/英表記）、希望する原稿のカテゴリー（原著/短報/報告/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フルネームを入れる。
   4) 引用文献の記載方法
      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。
      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。
      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。
      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. 原稿はパソコンまたはワープロ（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２部、合計４部を提出する。また3.5インチフロッピーディスク、MO,CD-ROM（氏名、ファイル名、使用ソフト名等を明記）と、所定の投稿票と投稿承諾書を添付する。
10. 修正後の原稿提出の際には、修正原稿1部とそのコピー1部、修正副原稿（所属、著者名を削除）2部、修正後の3.5インチフロッピーディスク、MO,CD-ROM（氏名、ファイル名、使用ソフト名を明記）、査読済みの元原稿　（コピー）2部を添えて提出する。
11. 著者校正は1回とする。またページ数の変更に及ぶような大幅な変更は認めない。
12. 採択した原稿およびフロッピー等は原則として返却しない。
13. 原稿の送付先：日本PNF研究会学術誌編集委員長

〒１８０-0023　東京都武蔵野市境南町 3-15-5　FAX 042 - 239 - 4688
覚張 秀樹 宛（アドレス gaku3@twcpe.ac.jp）

14. 本誌に掲載された論文の著作権は「日本ＰＮＦ研究会」に帰属する。

以上