

PNF リサーチ

—PNF Research—

日本 PNF 学会会誌

Vol.14 No.1 2014

目次

□原著

Effects of a resistive static contraction of the pelvic depressors technique on the active range of motion of the knee joints in patients with lower-extremity orthopedic conditions. Shiratani Tomoko …… 1

Comparison of the directional after-effects of static contractions in different positions of the upper extremity and different strengths of pinch force on the improvement of maximal active range of motion of the wrist joint in normal subjects Arai Mitsuo …… 11

急性期脳卒中患者に対する骨盤への抵抗運動が座位バランス及び血圧変動に及ぼす影響 渡辺 伸一・他 …… 20

上肢 PNF パターンの中間域での静止性収縮が座位前方リーチ動作に及ぼす即時的影響 森川 雄義・他 …… 29

骨盤への抵抗運動が整形外科疾患患者の荷重量に及ぼす即時的効果 清水 歩・他 …… 35

一側下肢筋の筋収縮が対側足関節周囲筋の筋放電に及ぼす影響 富田 浩・他 …… 40

□研究と報告

一側股関節屈曲角度の変化が対側足関節底屈筋力に与える影響 志村 圭太・他 …… 47

□調査・報告

日本 PNF 学会の研究動向 秋山 純和・他 …… 52

Effects of a resistive static contraction of the pelvic depressors technique
on the active range of motion of the knee joints in patients
with lower-extremity orthopedic conditions.

Shiratani Tomoko¹⁾Arai Mitsuo²⁾Shimizu Michele Eisemann³⁾Nitta Osamu²⁾Masumoto Kazue⁴⁾Yanagisawa Ken⁵⁾

Abstract : If an immediate stretching approach is difficult because of pain, we previously found that an indirect approach such as a remote after-effect (RAE) of a resistive static contraction of the pelvic depressors (SCPD) technique using a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) pattern in the mid-range of pelvic motion could improve the passive range of motion (PROM) of the shoulder joint [Arai 2002,] and knee joint [Shiratani, 2009, Shiratani, 2013] without a direct approach. In a previous study, the authors did determine that the RAE of the SCPD technique results in an improvement of the active range of motion (AROM) of knee extension in patients with lower-extremity orthopedics. However, the effects of the duration of the indirect RAE of the SCPD technique were not established with the improvement of the AROM of knee extension in the previous study.

The purpose of this study was to determine the RAE of the SCPD technique as an indirect approach in comparison with direct approaches, such as a sustained stretch (SS) and hold relax (HR) techniques, for the improvement of the AROM of knee extension in patients with lower-extremity orthopedic problems considering the duration of intervention.

The source patients consisted of 30 outpatients (22 women, 8 men) with lower-extremity orthopedic conditions. Subjects were randomly assigned to one of six groups (20s-SCPD, 40s-SCPD, 20s-HR, 40s-HR, 20s-SS, or 40s-SS) in which the technique and duration of intervention were combined. The value change in the AROM of the knee joint after each technique was calculated in comparison with the AROM before the technique was performed.

A two-way non-repeated ANOVA for percentage change in the AROM showed that only the group factor produced a main effect ($p < 0.05$). While the RAE of the SCPD on the AROM of knee extension technique did not differ in duration in this study, as well as in the PROM of the previous study (Shiratani, 2013), a Bonferroni post hoc testing revealed a significant difference only between the SCPD and SS group ($p < 0.05$), reflecting a greater improvement in AROM in the SCPD group. The results of this study on orthopedic patients suggest that the indirect SCPD technique may be an effective approach to improve AROM as a RAE in patients with orthopedic conditions.

Key words : PNF, SCPD, stretch, hold relax, range of motion, remote after-effect

1) Department of Rehabilitation, Sonoda Second Hospital, 3-3-3 Hokima, Adachiku, Tokyo, 121-0813, Japan

2) Department of Physical Therapy, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, 72-10 Higashiogu, Arakawaku, Tokyo, 116-8551, Japan

3) Department of Physical Therapy, Faculty of Nursing and Rehabilitation, Konan Women's University, 6-2-23, Morikita-machi, Higashinadaku, Kobe, 658-0001, Japan

4) Department of Physical Therapy, Hiroshima Kousei Hospital, 1-5-13 Nihoshin-machi, Minamiku, Hiroshima City, 734-0024, Japan

5) Department of Physical Therapy, Koriyama Institute of Health Sciences, 2-9-3 Zukei, Koriyama City, Fukushima, 963-8834, Japan

Introduction

Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques are often used to induce muscle relaxation and increase active range of motion (AROM)¹⁾. A basic PNF technique for increasing the flexibility of the hamstrings is the hold-relax (HR) technique, which utilizes a shortening contraction of the hamstrings in a diagonal position (i. e. hip extension-abduction-internal rotation), followed by maximal resistance of a static contraction (SC) of the hip extensors-abductors-internal rotators¹⁾. A sustained stretching (SS) technique is a method in which a target muscle is elongated to tolerance (i. e. stretching of the hamstrings) in a relatively pain-free range, and that position is held with the muscle at the greatest tolerated length²⁾ both the HR and SS techniques were considered direct approaches. However, if direct approaches are difficult to perform due to pain, we previously found that the remote after-effects (RAE) of a resistive SC of the pelvic depressors (SCPD) using a PNF pattern in the mid-range of pelvic motion in side lying improve the passive range of motion (PROM) of the knee joints without stretching in normal subjects³⁾, and both the PROM and AROM of the shoulder^{4, 5)} and knee joints⁶⁾ in orthopedic patients. The RAEs differ in duration (a few seconds up to several hours) depending on the sensory systems involved⁷⁾. The effects of the duration of intervention were also considered^{8, 9)}. The results of the our previous study in normal young volunteers showed that the SCPD and HR performed for both 20 and 40 seconds showed significant improvements in PROM as compared to the SS for 20 seconds⁸⁾. The SCPD technique without stretch of the target muscles may be an effective indirect approach as compared to the SS to improve the PROM in patients with lower-extremity orthopedic conditions⁹⁾. On the other hand, improvement of the PROM was independent of the duration of intervention⁹⁾. However, the effects of the duration of the indirect RAE of the SCPD technique were not established with the improvement of the AROM of knee extension in the previous study.

The purpose of this study was to determine the RAE of the SCPD technique as an indirect approach in comparison with direct approaches, such as a sustained stretch (SS) and hold relax (HR) techniques, for the improvement of the AROM of knee extension in patients with lower-extremity orthopedic problems with consideration of the effects of the duration of intervention.

Methods

Participants

The source patients consisted of 30 outpatients (22 women, 8 men) with lower-extremity orthopedic conditions. Exclusion criteria included any neurological disorder within the last year that required medical attention. All participants gave their written informed consent.

The mean (SD) age was 60.5 (15.2) years (range 18-80 years). The diagnoses of the subjects were total knee replacement (nine subjects), osteoarthritis of the knee (seven subjects), osteoarthritis of the hip (three subjects), total hip replacement (one subject), knee joint contracture (three subjects), femoral head replacement (one subject), fracture of the tibia and fibula (one subject), fracture of the patella (one subject), supracondylar femur fracture (one subject), patella fracture (one subject), anterior cruciate ligament injury (one subject) and meniscal lesions of the knee (one subject).

Experimental design

Independent variable (technique and duration)

Our study included six groups to combine different techniques and durations. The duration of each technique was 20-s or 40-s for each of the three techniques. Subjects were randomly assigned to one of six groups (20s-SCPD technique (20-SCPD), 40s-SCPD technique (40-SCPD), 20s-HR technique (20-HR), 40s-HR technique (40-HR), 20s-SS technique (20-SS), 40s-SS technique (40-SS)). Each technique was performed by the primary experimenter.

① SS technique

An SS technique is a method in which the target muscle is elongated to tolerance (i. e. stretching of the hamstrings) at a relatively pain-free position, and the muscle is at the greatest tolerated lengths. Hip flexion was held at 90 degrees while the research assistant moved the tibia into the terminal position of knee extension (Fig.1a). The subject was asked to relax the lower extremity in an effort to prevent any muscle contraction from affecting the stretch. No warm-up was allowed prior to stretching. The subject's limb was elevated passively until he or she felt a point of tension behind the knee (popliteal fossa), and this position was kept for twenty or forty seconds.

② HR technique

A maximal static contraction of the antagonist (hip extensor-abductor-internal rotator) muscles on stretch is done from a diagonal direction (hip flexion-adduction-external rotation) and is followed by relaxation, as shown in Fig1b. The procedure began with a 4-second contraction leading to a progressive buildup of a 20-s or 40-s maximum voluntary isometric contraction of the hip



Fig 1. Interventions

a) SS technique

SS was used by maintaining hip flexion at 90 degrees while the research assistant moved the tibia into the terminal position of knee extension.

b) HR technique

A maximal static contraction of the antagonist (hip extensor-abductor-internal rotator) muscles on stretch is done from a diagonal direction (hip flexion-adduction-external rotation) and is followed by relaxation

c) SCPD technique

The experimenter applied manual resistance over the upper ischial tuberosity in the direction towards the medial sacral crest.

extensor-abductor-internal rotator muscles. The subject pushed his or her leg against the hand of the experimenter during the contraction.

③ SCPD technique

Resistance was applied to the pelvic depressors (SCPD) using a PNF pattern in the mid-range of pelvic motion in side lying. The experimenter stood behind the subject with elbows locked in extension and hands placed over the subject's upper ischial tuberosity, as shown in Fig.1c. The experimenter applied manual resistance over the upper ischial tuberosity in the direction towards the medial sacral crest. The amount of resistance provided by the experimenter was between 2 to 3 kg to adjust to the strength of the pelvic depressors^{4, 5, 6}. The subject pushed his or her pelvis against the hand of the experimenter during the contraction.

Dependent variable

The AROM of knee extension with the hip stabilized at 90 degrees was measured in the supine position as a parameter of hamstring flexibility before and after each exercise.

To compare the effect of improvement of the parameter of hamstring flexibility, several factors were considered: age, gender, medical condition, and diagnosis; and the AROM scores were normalized. To normalize the AROM score, the value change in AROM of the knee joint after each technique was compared with the AROM before the intervention. These values represent the normalized deviation in degrees between AROM achieved before and after the intervention.

Measurement protocol

Each measurement was performed by two experimenters. The AROM of knee extension with the hip stabilized at 90 degrees was measured in the supine position by two experimenters. Standard manual goniometric measurements of the limbs were taken before and after each technique (Fig.2).

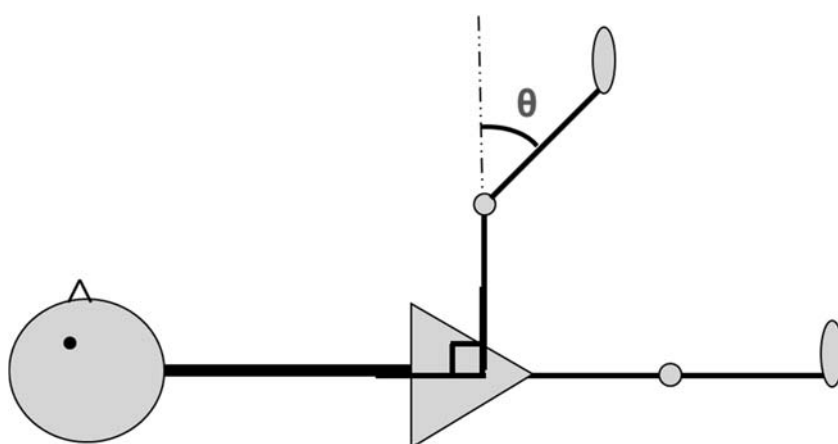


Fig2. Measurement of hamstring flexibility with knee extension test

The AROM of knee extension with the hip stabilized at 90 degrees was measured in the supine position as a parameter of hamstring flexibility before and after each exercise.

The greater trochanter, lateral epicondyle of the femur, and lateral malleolus were palpated and served as landmarks during measurement, in accordance with the Japanese Orthopedic Association standards. The assistant experimenter moved the tibia into the terminal position of knee extension, which was defined as the point at which the subject reported discomfort⁹⁾ or additional increase in pain level.

Statistical Analyses

SPSS for Windows, PASW version 21.0 (SPSS Inc, Tokyo) was used for the analysis. A probability level of $P < 0.05$ was used to determine the statistical significance.

- 1) Intraclass correlation coefficients (ICCs) for AROM were obtained before the intervention.
- 2) After randomizing the 30 patients, the differences in the scores of AROM for the six groups were examined using a one-way ANOVA with Bonferroni post hoc testing to determine the differences between the groups.
- 3) Improvement values in AROM were compared using a two-way non-repeated analysis of variance (ANOVA) with Bonferroni post hoc testing for both the techniques and durations

Results

- 1) The ICC (1, 3) value calculated for pretest-posttest knee extension data of the control group was 0.99; therefore, this data is acceptable for the purposes of this study.
- 2) The mean (SD) scores for AROM (degrees) before the intervention was -8.7 (16.2) for the 20-SS group, -32.0 (11.9) for the 20-HR group, -33.3 (19.9) for the 20-SCPD group, -28.3 (15.9) for the 40-SS group, -23.3 (12.3) for the 40-HR group, and -14.3 (9.6) for the 40-SCPD group (Fig.3; Table 1).

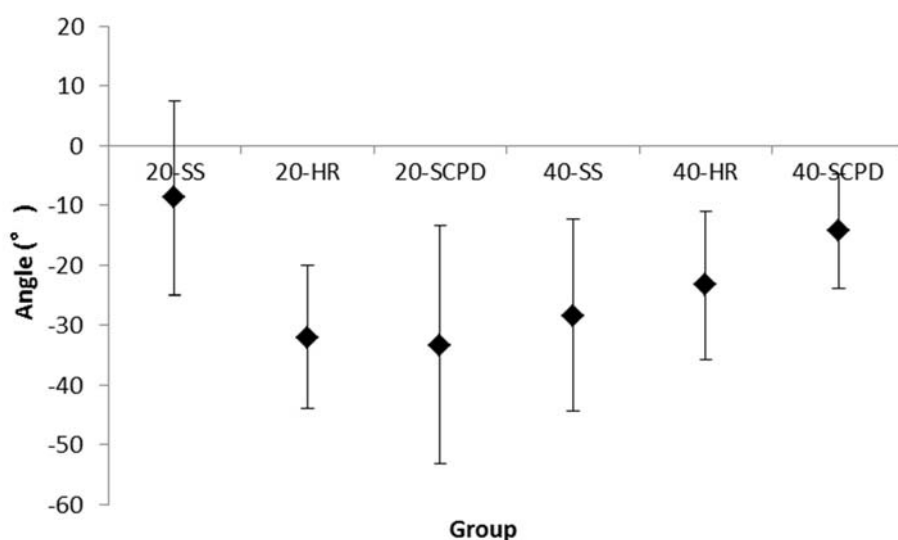


Fig.3 The mean (SD) scores for AROM (degrees) before the intervention for each group (mean±SD)

Table 1. The mean (SD) scores for AROM (degrees) before and after intervention

	(°)					
	20-SS	20-HR	20-SCPD	40-SS	40-HR	40-SCPD
Before	-8.7 (16.2)	-32.0 (11.9)	-33.3 (19.9)	-28.3 (15.9)	-23.3 (12.3)	-14.3 (9.6)
After	-7.0 (12.0)	-26.0 (12.9)	-26.0 (15.2)	-27.0 (18.9)	-18.0 (14.8)	-8.0 (7.6)

Table 2. Two-way non-repeated ANOVA for techniques (SS, HR and SCPD techniques) and duration of each technique

	SS	df	MS	F	P
Technique	157.22	2	78.61	5.30	0.03*
Duration	3.33	1	3.33	0.43	0.55
Technique × Duration	0.56	2	0.28	0.01	0.99
Error	323.15	20	44.26		
Total	484.26	25			

*: p<0.05

There were no significant differences between the groups in the AROM scores before the intervention after randomizing the 30 patients ($F(2, 18)=2.4, p=0.08$).

- 3) The mean (SD) score for the AROM (degrees) after the intervention was -7.0 (12.0) for the 20-SS group, -26.0 (12.9) for the 20-HR group, -26.0 (15.2) for the 20-SCPD group, -27.0 (18.9) for the 40-SS group, -18.0 (14.8) for the 40-HR group, and -8.0 (7.6) for the 40-SCPD group (Fig.4; Table 1).
- 4) The mean (SD) value change in the AROM (degrees) was 1.67 (4.25) for the 20-SS group, 6.00 (2.53) for the 20-HR group, 7.33 (6.41) for the 20-SCPD group, 1.33 (4.92) for the 40-SS group,

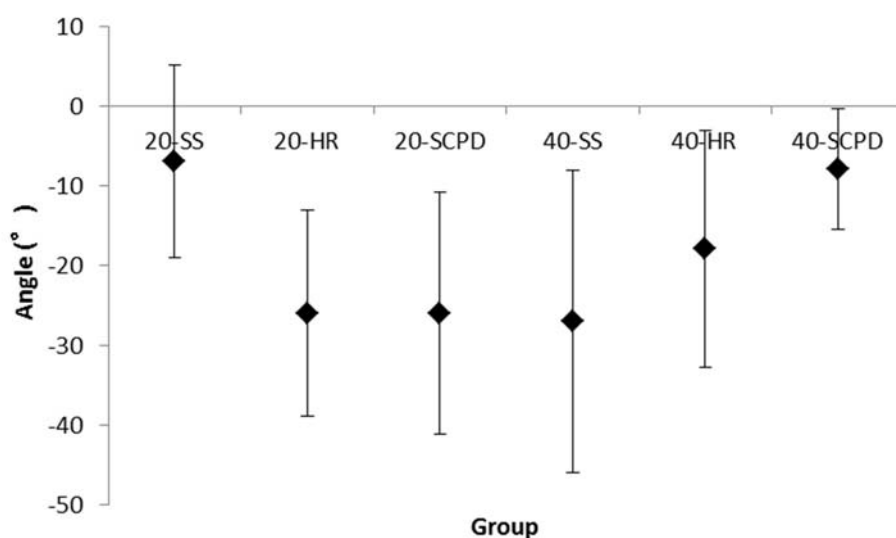


Fig.4 The mean (SD) scores for AROM (degrees) after the intervention for each group (mean±SD)

5.33 (6.31) for the 40-HR group, and 6.33 (3.98) for the 40-SCPD group (Fig.5).

5) The mean value change (SD) value in the AROM (degrees) was 5.00 (1.34) for the 20-s, 4.33 (1.12) for the 40-s.

A two-way non-repeated ANOVA for the percentage change in the AROM showed that the

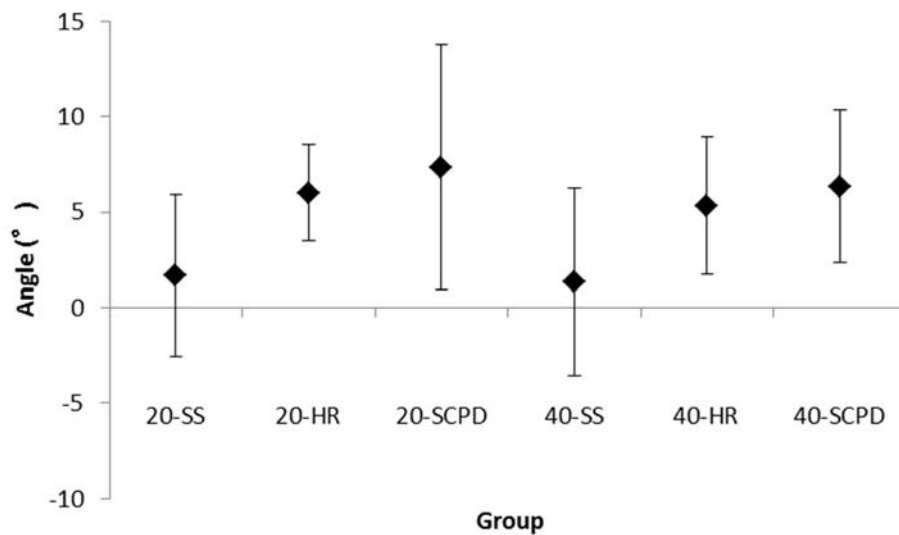
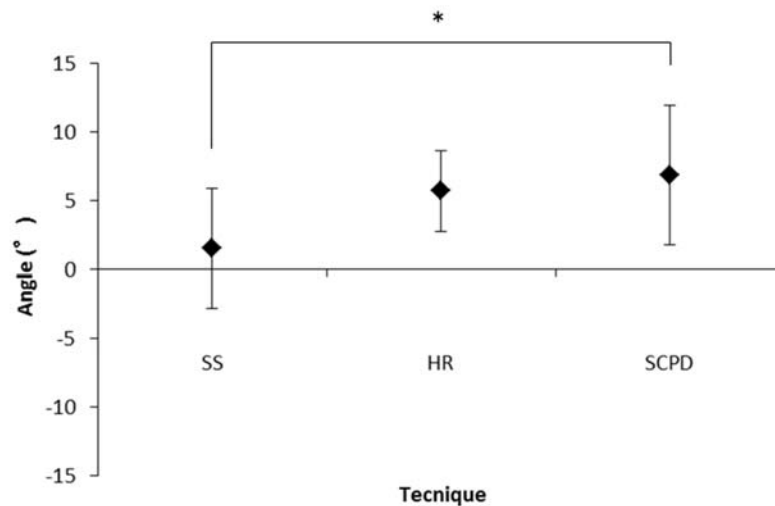


Fig.5 The value change in AROM (degrees) for each intervention (mean±SD)



(*: $p < 0.05$)

Fig6. The value change in AROM (degrees) for each intervention (mean±SD). Bonferroni post hoc testing revealed a significant difference only between the SCPD and SS group ($p < 0.05$), reflecting a greater percentage change in AROM in the SCPD group.

duration did not produce a significant main effect (Table 2).

- 6) The mean value change (SD) in the AROM was 1.5 (1.4) for the SS group, 5.7(0.9) for the HR group, and 6.8 (2.0) for the SCPD group. A two-way non-repeated ANOVA for the percentage change in the AROM showed that the technique group found a significant main effect (Table 2). Bonferroni post hoc testing revealed a significant difference only between the SCPD and SS groups ($p < 0.05$), reflecting a greater percentage change in the AROM in the SCPD group, as shown in Fig.6.

Discussion

RAE of the SCPD on the AROM of the knee extension technique did not differ in duration in this study, as did the PROM in the previous study⁹⁾.

On the other hand, the indirect SCPD technique may be an effective approach to improve the AROM as a RAE in patients with orthopedic conditions. An isometric contraction of a neck muscle group resulted in motor after-effects as a postural response affecting the whole body¹⁰⁾. In healthy humans, these post-contraction after-effects emerge most clearly in proximal rather than in distal joint muscles¹¹⁾. The results of the repeated ANOVA in this study suggest that neurophysiological rebound effects induced by SCPD on the FCR H-reflex cause a significant initial inhibition phase during the SCPD and a significant subsequent facilitatory phase after the SCPD when compared to the other resistive static contractions of the lower trunk¹²⁾ and static contractions of the hand muscles^{13, 14)}.

We named these phenomena the remote rebound effects (RRE). Temporary profound inhibition of the H-reflex occurs during the SCPD technique^{12, 13, 14)}, which may decrease muscle stiffness, allow enhanced muscle compliance, and, subsequently, improve the flexibility of the hamstrings.

Intrinsic stiffness or slackness of the intrafusal muscle fibers at any given time is highly dependent on the direct previous history of movements and contractions¹⁵⁾. The improvement of the AROM in the knee joint by the SCPD technique in this study was also considered a RAE^{4, 5, 12, 13, 14)}, which may influence the decrease in muscle stiffness of the hamstrings in patients with orthopedic conditions.

The cause of improvement of the AROM may also be due to specific characteristics of the orthopedic disease. Deficits in AROM may reflect a number of factors including muscle weakness, pain, muscle spasm, and soft tissue tightness, which have been reported following injury, osteoarthritis and rheumatoid arthritis^{16, 17)}. If direct approaches to improve the AROM and strengthen the agonist muscles of severely restricted joints are difficult because of pain or weakness of the agonist muscles and/or antagonist muscles, therapy, using RAE may be useful in improving the restricted joint in an indirect neurorehabilitation procedure.

In addition, after injury (of muscles that cross multiple joints or have complex architecture), the muscle is weaker and at risk for further injury¹⁸⁾. The indirect approach, such as the SCPD technique, may be an effective approach for the orthopedic patients who tend to have pain and/or increased muscle damage.

Conclusion

The RAE of the SCPD technique improves the flexibility of the knee joint in patients with lower-extremity orthopedic conditions. Application of the SCPD technique may be an effective indirect

approach for treating the extremities that cannot be exercised directly due to pain.

References

- 1) Voss DE, Ionta MK. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation. Patterns and Techniques. Third ed. Harper & Row. USA. p298-311. 1985.
- 2) Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. Phys Ther. 74 (9). p845-850. 1994.
- 3) Shiratani T, Murakami K, Arai M. Effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the knee joints in normal young volunteers. PNF Res. 7 (1). p17-22. 2007.
- 4) Shiratani T, Arai M, Shimizu ME, et al. 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. PNF Res. 9 (1). p26-31. 2009. (in Japanese).
- 5) Arai M, Shimizu H, Shimizu ME, et al. Effects of the hold relax with the pelvic posterior-depression pattern on the most restricted joint of the upper extremities in patients with orthopedic diseases. PNF Res. 2 (1). p22-26. 2002. (in Japanese).
- 6) Arai M, Shiratani T. The remote after-effects of a resistive static contraction of the pelvic depressors on the improvement of active hand-behind-back range of motion in patients with symptomatic rotator cuff tears. Biomed Res. 23 (3). p416-420. 2012.
- 7) Shimizu C, Arai M, Kuroda G, et al. Effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the knee joints in geriatric patients PNF Res. 7 (1). p79-84. 2007. (in Japanese).
- 8) Duclos C, Roll R, Kavounoudias A, et al. Long lasting body leanings following neck muscle isometric contractions. Exp Brain Res. 158 (1). p58-66. 2004.
- 9) Shiratani T, Arai M, Shimizu ME, et al. 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. PNF Res. 9 (1). p26-31. 2009. (in Japanese).
- 10) Shiratani K, Arai M, Masumoto K, et al. Effects of a resistive static contraction of the pelvic depressors technique on the passive range of motion of the knee joints in patients with lower-extremity orthopedic problems. PNF Res 13 (1). p8-17. 2013.
- 11) Duclos C, Roll R, Kavounoudias A, et al. Long lasting body leanings following neck muscle isometric contractions. Exp Brain Res. 158 (1). p58-66. 2004.
- 12) Gurfinkel, V. S, Levik, Y. S, Lebedev, M. A. Immediate and remote postactivation effects in the human motor system. Neurophysiology. 21 (3). p343-351. 1989.
- 13) Arai M, Shiratani T. A comparative study of the neurophysiological remote effects of different resistive static facilitation techniques on the flexor carpi radialis H-reflex. Current Neurobiol. 3 (2). p98-102. 2012.
- 14) Arai M, Shiratani T. Neurophysiological study of remote rebound-effect of resistive static contraction of lower trunk on the flexor carpi radialis H-reflex. Current Neurobiol. 3 (1). p25-29. 2012.
- 15) Arai M, Shiratani T. Reproducibility of remote rebound effects of resistive static contraction using proprioceptive neuromuscular facilitation pattern in the mid-range of pelvic motion of posterior depression on the flexor carpi radialis H-reflex. PNF Res. 12 (1). p13-20. 2012.

- 16) Hagbarth KE, Nordin M. Postural after-contractions in man attributed to muscle spindle thixotropy. *J Physiol.* 506 (3). p875-883. 1998.
- 17) Bearne LM, Scott DL, Hurley MV. Exercise can reverse quadriceps sensorimotor dysfunction that is associated with rheumatoid arthritis without exacerbating disease activity. *Rheumatology (Oxford).* 41 (2). p157-66. 2002.
- 18) Häkkinen A, Mäkiä E, Häkkinen K, et al. Effects of detraining subsequent to strength training on neuromuscular function in patients with inflammatory arthritis. *Br J Rheumatol.* 36 (10). p1075-1081. 1997.
- 19) Garrett WE Jr. Muscle strain injuries. *Am J Sports Med.* 24 (6). S2-S8. 1996.

Comparison of the directional after-effects of static contractions in different positions of the upper extremity and different strengths of pinch force on the improvement of maximal active range of motion of the wrist joint in normal subjects

Arai Mitsuo^{1)*} Shiratani Tomoko²⁾ Shimizu Michele Eisemann³⁾
 Masumoto Kazue⁴⁾ Tanaka Yoshimi⁵⁾ Tsuboi Akio⁶⁾
 Yanagisawa Ken⁷⁾

Abstract : To increase the maximal active range of motion (MAROM) of the wrist joint in normal volunteers, the diagonal position of the shoulder joint and a strong static contraction of the intrinsic hand muscles influenced the effect of improving the MAROM of wrist flexion as an after-effect (Arai et al., 2004). The purpose of this study was to assess the after-effect of a static contraction on the directional dominance of the wrist movement. We hypothesized that the static contractions considering the shoulder position, the degree of strength of the fingertips, and the direction of wrist movement influence the improvement of MAROM that correlate with wrist agonist/antagonist IEMG activities as an after-effect. The participants were 20 neurologically intact volunteer subjects (9 males and 11 females) with no restricted wrist joints. The after-effects of a static contraction combined with different positions of the shoulder joint, different strengths of the pinch force, and different directions of the wrist movement (extension/flexion) on both the MAROM change ratio of wrist movement (extension/flexion) and the wrist agonists and antagonists IEMG ratio were analyzed.

Three factor ($2 \times 2 \times 2$) analyses of variance (ANOVA) were used to determine the differences between the types of shoulder position, degrees of pinch force and movement direction on the effect of MAROM change ratio and IEMG ratio. Three factor ANOVA for the MAROM change ratio showed no significant main effects for shoulder position ($F(1,72)=2.67, p=0.11$) and pinch force ($F(1,72)=0.00, p=1.00$). Movement direction only showed a significant main effect ($F(1,72)=4.42, p=0.04$). The hypothesis of the directional dominance of wrist movement after a static contraction was supported. However, because of the non-significant correlations between the MAROM change ratio and agonist IEMG ratio, the hypothesis that the use of facilitation of the agonist after the static contraction was not proven in this study.

Key words : PNF, SCPD, range of motion, after-effect, static contraction

- 1) Department of Physical Therapy, Tokyo Metropolitan University of Health Sciences, 72-10, Higashiogu, Arakawa-ku, Tokyo 116-8551, Japan
 2) Department of Rehabilitation, Sonoda Second Hospital, Hokima 3-3-3, Adachi-ku, Tokyo 121-0813, Japan
 3) Department of Physical Therapy, Konan Women's University, 6-2-23 Morikita-machi, Higashinada-ku, Kobe 658-0001, Japan
 4) Department of Physical Therapy, Hiroshima Kousei Hospital, 1-5-13 Nihoshin-machi, Minami-ku, Hiroshima, 734-0024, Japan
 5) Department of Physical Therapy, Hiroshima Posts and Telecommunications Hospital, 19-16 Higashi Hakushima, Naka-ku, Hiroshima, 730-8798, Japan
 6) Department of Occupational Therapy, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences, Japan
 7) Department of Physical Therapy, Tokyo Metropolitan University of Health Sciences, 72-10, Higashiogu, Arakawa-ku, Tokyo 116-8551, Japan

*Corresponding author: Arai Mitsuo RPT, PhD, 1) Department of Physical Therapy, Tokyo Metropolitan University of Health Sciences, 72-10, Higashiogu, Arakawa-ku, Tokyo 116-8551, Japan; Phone and Fax: +81-3-3819-7292; E-mail: pnfs@tmu.ac.jp

Introduction

It has been shown that after a contraction of distal muscles, a post-contraction after-effect (after-effect) can appear in proximal muscles not involved in the previous voluntary activity as an after-effect¹⁾. Wilson et al.²⁾ searched for the after-effects of static contractions on afferent spindle discharge and found that for a population of fifty-five spindle afferents, the mean post-contraction discharge rate was 65% higher than the mean pre-contraction discharge rate. Intrinsic stiffness or slackness of the intrafusal muscle fibers at any given time is highly dependent on the immediate previous history of the movements and contractions³⁾. To increase maximal active range of motion (MAROM) of the wrist joint in normal volunteers, the diagonal position⁴⁾ of the shoulder joint and strong static contraction of the intrinsic hand muscles influenced the improvement of the MAROM of wrist flexion as an after-effect⁵⁾.

On the other hand, surface integrated electromyography (IEMG) of the agonist during a strong contraction was greater than for a weak contraction, which may explain why the facilitation of agonist after the strong contraction occurred⁵⁾. It has also been demonstrated in cats that monosynaptic excitation by the muscle spindle Ia afferents from a given muscle is not distributed exclusively to the α motoneurons of this muscle (homonymous projections) but also reaches the pools of motoneurons of other muscles (heteronymous projections) acting synergistically at the same joint or at different joints⁶⁾. The only heteronymous connections so far described in the human upper limb are from the wrist to elbow muscles^{7,8)} and might contribute to provide proximal support for distal movements. Ia afferents from intrinsic hand muscles have significant heteronymous monosynaptic projections to the human forearm motoneurons⁶⁾. The after-effect from intrinsic hand muscles may influence the heteronymous monosynaptic Ia excitation in the wrist muscles. Statistically significant heteronymous monosynaptic Ia excitation from intrinsic hand muscles supplied by both median and ulnar nerves was found in human forearm motoneurons belonging to forearm motor nuclei (flexor carpi radialis (FCR), flexor carpi ulnaris, flexor digitorum, superficialis, extensor carpi radialis (ECR) and extensor digitorum communis⁶⁾.

The strength of heteronymous monosynaptic Ia excitation from intrinsic hand muscles combined with a diagonal position may also influence the after-effects on the wrist extensor muscles. However, it was more often found in flexors than in extensors, in wrist than in finger muscles and in muscles operating on the radial than on the ulnar side⁶⁾. If the effect of the heteronymous monosynaptic Ia excitation from intrinsic hand muscles supplied by median nerves was larger than ulnar nerves, the MAROM change in the ratio of wrist flexion may be larger than in wrist extension as the after-effect. However, the difference in the after-effects following a static contraction on the directional dominance of wrist movement was not clear.

The purpose of this study was to assess the after-effect of static contraction on the directional dominance of wrist movement. We hypothesize that the static contractions considering the shoulder position, the degree of strength of the fingertips, and the direction of wrist movement influence the improvement of MAROM, which correlates with wrist agonist/antagonist IEMG activities as an after-effect. To clarify this hypothesis, the effects of different strengths (weak and strong) of the pinch force, shoulder position (straight/diagonal) and direction of wrist movement (extension/flexion) on the MAROM change ratio and wrist agonist/antagonist IEMG activity were analyzed.

MATERIALS AND METHODS

The participants were 20 neurologically intact volunteered subjects (9 males and 11 females) with no restricted wrist joints, who were randomly selected from 51 volunteers (28 males, 23 females) and who had no history of injuries to the extremities or back in the last 10 years that required medical attention. All participants gave their written informed consent.

Secondly, the 20 subjects were randomly divided into two groups. The first group, which was composed of five female and five male subjects, aged 23-47 y (mean age: 32.7 y; standard deviation (SD), 2.8 y) and was named the flexion group, was used to measure the MAROM of wrist flexion before and after each static contraction. The extension group composed of six female and four male subjects, aged 20-47 y (mean age: 28.4 y; SD, 2.5 y), was used to measure the MAROM of wrist extension before and after each static contraction.

The protocol was approved by the Hiroshima University Higher Degrees Committee for Ph.D. The dominant upper extremity of each subject was tested. Dominance was determined by asking the subject which arm they preferred to use when writing his/her name. All the subjects were right-hand dominant based on this criterion.

No subject had knowledge of which exercise patterns might be relatively effective to facilitate the MAROM of wrist. Each subject learned each static contraction method well enough so that he/she could perform it alone before the experiment began. Experienced therapists may have a certain bias towards the therapeutic methods, which may influence the outcome. The experiments were done by two well-trained students of a physical therapy school.

Measurement instruments and apparatus

The MAROM of wrist flexion was measured with an electrogoniometer (Penny & Giles, Blackwood, Gwent, U.K.) placed laterally across the affected wrist joint. Two pairs of disposable surface EMG electrodes (blue sensor, type N-10-F, Medicotest, Denmark) with a center separation of 15 mm were attached to the skin surface of the muscle bellies of the FCR and ECR muscles. All data collection devices were electronically synchronized via a BNC connector to the Noraxon Myosystem 2000 EMG systems, to allow for synchronous collection of EMG signals and goniometer voltage (as shown in Fig. 1) in order to determine the relationship between the amplitude of the EMG and MAROM of wrist flexion during a 1-second static phase of flexion (as shown in Fig. 2). The skin was cleaned and shaved, and alcohol was used for the removal of dirt, oil and dead skin to lower the impedance to below 1 k Ω at the recording site. The electrogoniometers were then calibrated with each subject's wrist resting in an anatomically neutral position. Pinch strength was measured with a pinch meter (Yaesu Corp., Tokyo, Japan).

Experimental design

In preparation for data collection, participants were sitting for 5 minutes to relax. After each of the static contractions, MAROM for wrist flexion (extension) was maintained for over 2-s with the arm at the side and neutrally rotated while the forearm and wrist were held in the neutral positions.

The forearm attachment was supported during each static contraction by an experimenter. Each static contraction condition was separated by a 60-s rest period. Verbal exercise cues were limited to

the following: (1) for measuring the maximal pinch force, "Pinch the plate of the pinch meter as much as you can," (2) for the static contraction exercise protocol, "Pinch the plate of the pinch meter to obtain and keep the target force while looking at the pinch meter. Keep your fingers and wrist steady", and (3) for measuring the MAROM, "Flex (Extend) your wrist as much as you can without flexing your fingers and maintain this position for over two seconds".

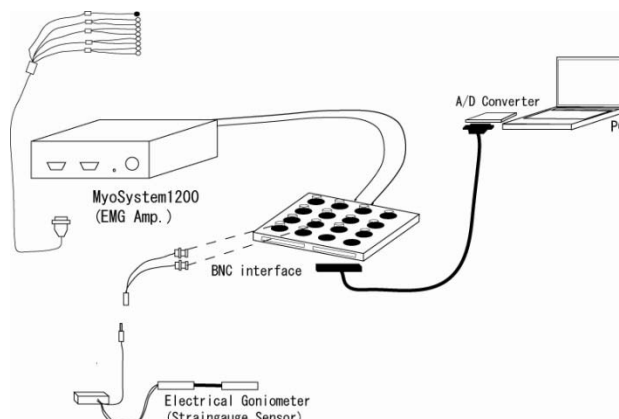


Fig. 1. EMG and goniometer system

All data collection devices were electronically synchronized via a BNC connector to the Noraxon Myosystem 2000 EMG systems (EMG system)

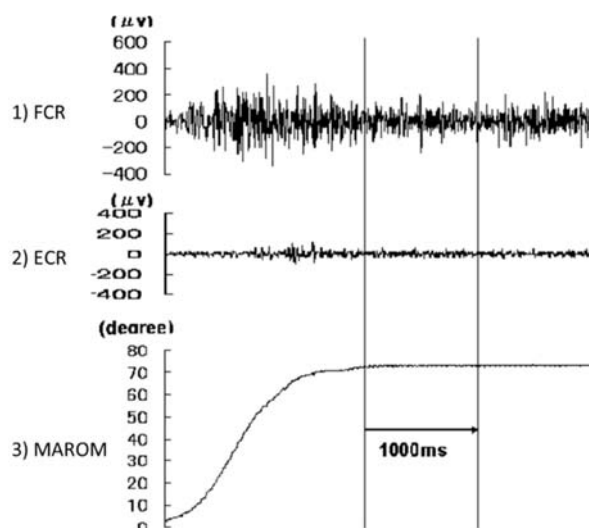


Fig. 2. The relationship between the amplitude of the IEMG and MAROM in wrist flexion during a 1-second static phase of flexion (extension)

Independent variables

The positions of the shoulder joint were the 'diagonal position' (shoulder flexion (135°) and adduction (45°)) and the 'straight position' (shoulder flexion (90°) and adduction (0°)) (as shown in Fig. 3). The target strength of the pinch force spanned a range of 30% to 40% for the maximal voluntary contractions (weak pinch) and of 70% to 80% for the maximal voluntary contractions (strong pinch) with the pinch meter. The effects of order were controlled by giving a random assignment from a random table of numbers for the order of the static contraction conditions (straight-weak, straight-strong, diagonal-weak, diagonal-strong) for each subject. To randomize the designs, four trials were given in random order.

Dependent variables

To compare the effect of improvement, the parameter of flexibility of the wrist joint considering the several factors, including age and gender, was normalized. To normalize the score of MAROM, the MAROM change ratio of wrist flexion/extension after the static contraction was calculated by subtracting the MAROM before the static contraction. The associated IEMG activities after each static contraction during 1-s were normalized and expressed as the IEMG ratio. This normalization allowed the description of the level of IEMG activity for each muscle to be a value between 0 and 1.

Statistical Analyses

SPSS for Windows ((PASW/SPSS ver. 17.0 for Windows) was used in all analyses.

Prior to the experimental study, a pilot study was conducted to determine both the MAROM of wrist flexion and IEMG using intraclass correlation coefficients (ICCs) on 10 subjects.

The after-effects of the static contractions combined with the different positions of the shoulder joint, different strengths of the pinch force, and different directions of wrist movement (extension/flexion) on both the MAROM change ratio of wrist movement (wrist extension/flexion) and the wrist agonists and antagonists IEMG ratio were analyzed.

Three factor ($2 \times 2 \times 2$) analyses of variance (ANOVA) were used to determine the differences

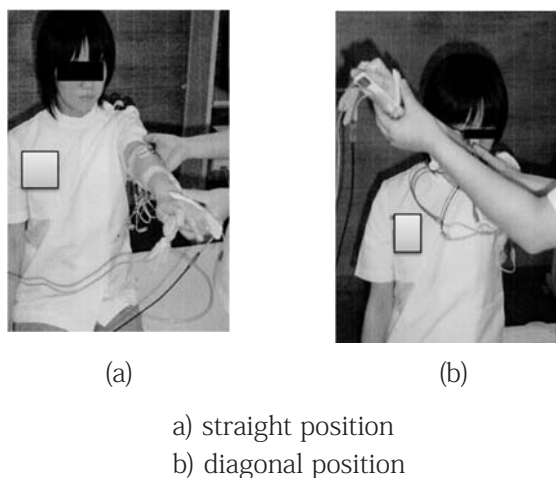


Fig. 3. The positions of the shoulder joint

Table 1. Means and Standard Deviations (SD)

Variable	diagonal-weak		straight-weak		diagonal-strong		straight-strong	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
CR-MAROM	2.83	9.50	-1.36	11.43	11.94	6.28	1.28	13.92
IEMG ratio of FCR	0.48	0.11	0.51	0.11	0.51	0.12	0.50	0.13
IEMG ratio of ECR	0.14	0.07	0.14	0.06	0.14	0.06	0.14	0.06

Table 2. Repeated measured two-way ANOVA summary for each factor

Factor	shoulder position		pinch force		interaction	
	F(1,9)	p	F(1,9)	p	F(1,9)	p
MAROM change ratio	9.1	0.02*	11.1	0.00*	1.41	0.27
FCR IEMG ratio	0.04	0.84	0.23	0.64	0.91	0.37
ECR IEMG ratio	0.12	0.74	0.01	0.91	0.12	0.74

Table 3. Pearson Correlation Coefficients for strength-position and IEMG ratio

strength-position (N=10)	FCR IEMG ratio		ECR IEMG ratio	
	r	p	r	p
diagonal-weak	0.00	1.00	0.48	0.16
straight-weak	0.00	0.93	-0.04	0.92
diagonal-strong	0.09	0.80	-0.52	0.89
straight-strong	0.03	0.92	-0.19	0.59

between the types of shoulder position, degrees of pinch force, and movement direction (group) on the effect of the MAROM change ratio and IEMG ratio.

The relationships between the MAROM change ratio and FCR and ECR IEMG ratio were calculated by a Pearson correlation analysis.

Statistical significance was set at $P < .05$.

Results

The ICC for the MAROM was 0.97 ($p=0.00$), which reflects a high reproducibility. The ICC for FCR IEMG measured during the MAROM of flexion was 0.83 ($p=0.01$), and for ECR during the MAROM of extension was 0.81 ($p=0.00$), which indicate that the measurements of IEMG and MAROM in this study are both reliable.

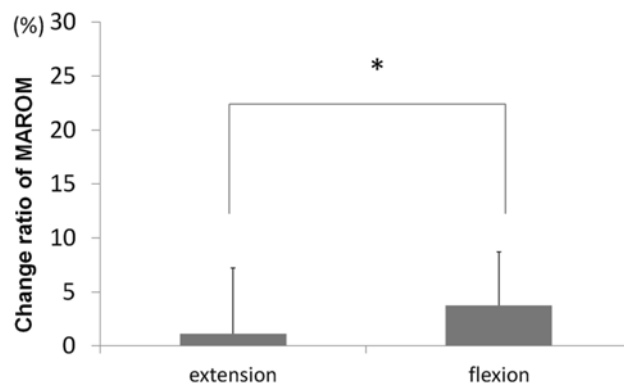
Table 1 contains the means and SD of the MAROM change ratio and IEMG ratio for the FCR and ECR muscles.

Three factor ($2 \times 2 \times 2$) analyses of variance (ANOVA) for the MAROM change ratio showed no significant main effects for shoulder position ($F(1,72)=2.67$, $p=0.11$) and pinch force ($F(1,72)=0.00$, $p=1.00$). There were no significant interactions between the main effects ($F(1,72)=0.27$, $p=0.61$). However, only group showed a significant main effect ($F(1,72)=4.42$, $p=0.04$). The improvement of

Table 4. The Pearson correlation coefficients for the MAROM change ratio and IEMG ratio

Correlation between type of SC and wrist extensor in the flexion group			
weak-diagonal	strong-diagonal	weak-neutral	strong-neutral
-0.10	0.32	0.20	0.15
Correlation between type of SC and wrist flexors in the flexion group			
weak-diagonal	strong-diagonal	weak-neutral	strong-neutral
-0.03	0.04	-0.49	-0.17
Correlation between type of SC and wrist flexors in the extension group			
weak-diagonal	strong-diagonal	weak-neutral	strong-neutral
-0.21	-0.50	-0.34	-0.73*
Correlation between type of SC and wrist extensors in the extension group			
weak-diagonal	strong-diagonal	weak-neutral	strong-neutral
-0.17	-0.07	-0.06	-0.13

the MAROM change ratio in wrist flexion is significantly larger than in wrist extension (Fig.4). Three factor ($2 \times 2 \times 2$) analyses of variance (ANOVA) for the FCR and ECR IEMG ratio showed no significant main effects or interactions between the main effects (as shown in Table 2). There was a significant correlation between the FCR IEMG ratio and MAROM change ratio in the straight-strong static contraction in the extension group (as shown in Table 3). However, there was no significant correlation between the MAROM change ratio and IEMG ratio in the flexion group (as shown in Table 3). The Pearson correlation coefficient between the MAROM change ratio and FCR IEMG ratio after the diagonal-strong static contraction in the extension group was -0.73 ($p=0.02$), indicating that there was a significant moderate correlation (as shown in Table 4).



(*: $p < 0.05$)

Fig. 4. Comparing the factor of movement direction

The static contraction in this study resulted in a greater increase in the MAROM change ratio in flexion than in extension as the after-effect.

Discussion

This study demonstrated that both the MAROM and IEMG after the static contraction as the after-effect were not position and strength dependent. The hypothesis that facilitation of the agonist for improving the MAROM of the wrist joint by a static contraction was denied. However, the hypothesis that the directional dominance of the wrist movement after a static contraction was supported. We found that there was a wrist movement dependence for the MAROM change ratio between the extension and flexion group. The static contraction resulted in a greater increase in the MAROM change ratio in flexion more than in extension (as shown in Fig. 4).

There was a significant strong negative correlation ($r=-0.73$) between the MAROM change ratio and FCR IEMG ratio after the strong-straight static contraction, which may suggest that the decrease in the antagonist muscle (FCR) activity may result in an increase in the MAROM of wrist extension. This result may suggest that a neurophysiological reflex activity such as reciprocal inhibition may be an important mechanism for antagonistic inhibition⁹⁾. However, because the improvement of the MAROM change ratio in wrist extension was smaller than in wrist flexion, the decrease in muscular recruitment activations of the antagonist due to reciprocal inhibition was not an important factor in this study.

On the other hand, there was no relation between the MAROM change ratio and agonist IEMG ratio. While the improvement of the MAROM change ratio in wrist flexion was significantly larger than in wrist extension, the increase in muscular recruitment activations of the agonists, represented by the FCR IEMG ratio, did not correlate with the increase in the MAROM change ratio. In addition, in spite of the absence of a significant relationship, there was also a moderate negative correlation ($r=-0.49$) between the MAROM change ratio and FCR IEMG ratio, which suggests that an increase in the MAROM change ratio of wrist flexion may not depend on an increase in the agonist IEMG. Due to the non-significant correlations between the MAROM change ratio and agonist IEMG ratio, the hypothesis that the use of facilitation by the agonist after a static contraction was not proven in this study.

In the literature, it has been noted that a mechanical stimulation of the skin of the index fingertip causes a weak short-latency inhibition followed by a strong long-lasting facilitation of the FCR H-reflex¹⁰⁾. It has been shown that volleys in cutaneous nerves facilitate interneuronal transmission in inhibitory and excitatory reflex pathways from Ib afferents to motoneurons¹¹⁾. The long-latency excitation produced in FCR motoneurons by electrical stimulation of hand muscles afferents may have two components: one, dominant, transmitted via group II afferents and a spinal pathway; the other, weaker (but underestimated), mediated via group I afferents and a transcortical pathway (Lourenço et al., 2006¹⁰⁾). It has also been shown that mechanical stimulation of the skin of the index fingertip causes a weak short-latency inhibition followed by a strong long-lasting facilitation of the flexor carpi radialis (FCR) H-reflex¹⁰⁾. As for a strong pinch force, muscle activity is not restricted to the target muscle but activity is observed in both ipsilateral and contralateral (nontarget) muscles during strong unilateral contractions¹²⁾, which may be due to supraspinal mechanisms to a greater extent than spinal mechanisms¹³⁾. We did not investigate these supraspinal factors in this study. Further research is needed to compare the brain activity induced by different static contractions with that induced by other methods, by using functional magnetic resonance imaging (fMRI) and

motor evoked potential (MEP).

References

- 1) Gurfinkel, V.S, Levik, Y.S, Lebedev, M.A. Immediate and remote postactivation effects in the human motor system. *Neurophysiology*. 21. p343-351. 1989.
- 2) Wilson LR, Gandevia SC, Burke D. Increased resting discharge of human spindle afferents following voluntary contractions. *J Physiol*. 488. p833-840. 1995.
- 3) Hagbarth KE, Nordin M. Postural after-contractions in man attributed to muscle spindle thixotropy. *J Physiol*. 506(3). p875-883. 1998.
- 4) Voss DE, Ionta MK. *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; Patterns and Techniques*. Third ed. Harper & Row. USA. p298-311. 1985.
- 5) Arai M, Shimizu H. Comparison of the effects of sustained contractions in different positions of the upper extremity and different strength of pinch force on the active range of motion. *J Health Sci Hiroshima University*. 4(1). p27-34. 2004. (in Japanese).
- 6) Marchand-Pauvert V, Nicolas G, Pierrot-Deseilligny E. Monosynaptic Ia projections from intrinsic hand muscles to forearm motoneurons in humans. *J Physiol*. 525. p241-252. 2000.
- 7) Cavallari, P, Katz, R. Pattern of projections of group I afferents from forearm muscles to motoneurons supplying biceps and triceps muscles in man. *Exp Brain Res*. 78. p465-478. 1989.
- 8) Mazevet D, Pierrot Deseilligny, E. Pattern of descending excitation of presumed propriospinal neurons at the onset of voluntary movement in man. *Acta Physiol Scand*. 150. p27-38. 1994.
- 9) Shindo M, Harayama H, Kondo K, Yanagisawa N, Tanaka R. Changes in reciprocal Ia inhibition during voluntary contraction in man. *Exp Brain Res*. 53(2). p400-408. 1984.
- 10) Lourenço G, Iglesias C, Cavallari P, Pierrot-Deseilligny E, Marchand-Pauvert V. Mediation of late excitation from human hand muscles via parallel group II spinal and group I transcortical pathways. *Physiol*. 572. p585-603. 2006.
- 11) Lundberg A, Malmgren K, Schomburg ED. Cutaneous facilitation of transmission in reflex pathways from Ib afferents to motoneurons. *J. Physiol*. 265. p763-780. 1977.
- 12) Post M, Bayrak S, Kernell D, Zijdwind I. Contralateral muscle activity and fatigue in the human first dorsal interosseous muscle. *J Appl Physiol*. 105(1). p70-82. 2008.
- 13) Lagerquist O, Zehr EP, Docherty D. Increased spinal reflex excitability is not associated with neural plasticity underlying the cross-education effect. *J Appl Physiol*. 100(1). p83-90. 2006.

急性期脳卒中患者に対する骨盤への抵抗運動が
座位バランス及び血圧変動に及ぼす影響

The effects of pelvic resistive exercise on sitting balance and
blood pressure variability in acute stroke patients

渡辺 伸一 ^{1) 3)}	石黒 幸治 ²⁾	水野 晋利 ¹⁾	山田 由真 ¹⁾
Shinichi Watanabe	Koji Ishiguro	Akitoshi Mizuno	Yuma Yamada
水谷 圭佑 ¹⁾	中川 誠 ¹⁾	岡田 久 ¹⁾	染矢 富士子 ⁴⁾
Keisuke Mizutani	Makoto Nakagawa	Hisashi Okada	Fujiko Someya

要旨：急性期脳卒中患者に対し、骨盤の後方下制の中間域での抵抗運動による静止性収縮（SCPD 手技）が座位バランス及び血圧変動に及ぼす影響について検証した。対象者 10 名（左片麻痺 5 名，右片麻痺 5 名，平均年齢 73.2 歳，平均罹患期間 6.0 日）を全対象者に座位耐性訓練と SCPD 手技+座位耐性訓練の 2 種類の介入を無作為に実施した。各介入前後に下肢荷重量および座位保持能力，座位耐性訓練時の収縮期血圧，拡張期血圧，脈拍数の変化を測定した。対応ある t 検定の結果，下肢荷重力比および座位保持能力の測定において，各介入間において有意な改善を認め，SCPD 手技を併用した座位耐性訓練は座位耐性訓練のみの介入と比較して有意に下肢荷重力や座位保持能力が改善していた。血圧変動においては，座位耐性訓練のみの介入は SCPD 手技を併用した座位耐性訓練の介入と比較して有意にて収縮期血圧が低下していた。SCPD 施行により，座位耐性訓練にともなう起立性低血圧の予防や下肢荷重力，座位保持能力の改善に有用な可能性が示唆された。

キーワード：固有受容性神経筋促通法（PNF），急性期脳卒中患者，座位耐性訓練，SCPD

Abstract : The purpose of this study was to determine how a resistive sustained contraction using a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern for pelvic posterior depression (SCPD) influences improvement in sitting balance and blood pressure variability for 10 acute stroke patients (mean age: 73.2 years). All subjects received 2 random sessions of each intervention. The exercises included endurance training for sitting and SCPD with endurance training for sitting. Both interventions incorporated the amount of lower limb loading force on the ability to maintain sitting. Systolic blood pressure, diastolic blood pressure and pulse rate were measured. The results of a t-test indicated that there were significant differences between both the amount of lower limb loading force and the ability to maintain sitting and systolic blood pressure ($p < 0.05$). These results suggest that SCPD may have positive effects for increasing the improvement of sitting balance and blood pressure variability.

Key words : Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF), acute stroke patient, endurance training for sitting, SCPD

-
- 1) 独立行政法人国立病院機構名古屋医療センターリハビリテーション科
Department of Rehabilitation, National Hospital Organization, Nanao Hospital
 - 2) 富山大学附属病院リハビリテーション部
Department of Rehabilitation, Toyama University Hospital
 - 3) 金沢大学大学院医学系研究科保健学博士後期課程
Kanazawa University, Graduate School of Medical Science, Division of Health Sciences Graduate Course of Rehabilitation Science
 - 4) 金沢大学大学院医薬保健研究域保健学系
Kanazawa University, College of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, School of Health Sciences

はじめに

理学療法の対象となる患者には、脳血管障害など高血圧症状に注意を要する患者や、高位頸髄損傷や投薬の影響などにより低血圧症状に注意を要する患者がいる。脳血管障害後の血管治療の一つとして血圧管理が行われるが、血栓溶解療法施行後や出血性脳梗塞の患者を除いて、原則として降圧はしないとされている¹⁾。その理由として、血圧低下が生じた場合、脳血流の低下を来し梗塞巣拡大に伴う神経症候の悪化を生じる可能性が上げられる²⁾。脳卒中治療ガイドライン 2009 において、急性期リハビリテーションでは十分なリスク管理のもとに、できるだけ早期から積極的な離床を進めることが強く勧められており、離床の開始基準、中止基準が提案されている³⁾。さらに離床の開始の時期及び方法に関しては、十分な証拠はないが、早期座位をとらせる必要性についての見解は一致しているとしている。

大友らは⁴⁾ 座位訓練を起立性低血圧 (orthostatic hypotension; OH) の予防や廃用予防のためにギャッジベッドの角度を調整して行なう訓練 (以下、座位耐性訓練) と患者の座位を安定させる座位訓練に分けられると述べている。出江は⁵⁾ 早期座位を行った群と行わなかった群を比較し、行った群は有意に退院までの日数が短縮したと座位耐性訓練の効果を報告している。座位耐性訓練の方法論はさまざま述べられており⁶⁻⁸⁾、その有用性や効果が報告されている。一方、座位を安定させる訓練についてはさまざまな方法が示されていたが、いずれの訓練方法についてもその効果検証は行なわれていないのが現状である。また、座位訓練は患者の座位バランス低下の原因に合わせて行う必要があると考えられる。Janet⁹⁾ は脳卒中後のバランス低下の原因として筋力低下や軟部組織の柔軟性の低下、運動制御の障害や感覚の障害が含まれる。運動制御の障害による機能的帰結は協調性の喪失、正確なバランス感覚の喪失である

としている。また、高次脳機能障害も座位バランス低下の原因と考えられ、同一の訓練方法ですべての患者の座位バランスが改善するとは考えにくい。

脳卒中後片麻痺患者の基本的動作への介入方法の一つとして、固有受容性神経筋促進法 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF) の骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮 (Sustained Contraction of Posterior Depression; SCPD 手技) がある。脳卒中片麻痺患者への SCPD 手技の効果について、上肢関節可動域の改善¹⁰⁻¹²⁾ や起き上がり時間の短縮¹³⁾、立位バランスの改善¹⁴⁾、歩行速度の改善¹⁵⁾ など数多く報告されている。SCPD 手技は臥位にて施行が可能のため、離床困難な患者でも容易に行えるものであり、脳卒中急性期において効果や安全性が立証されれば有用性も高いと考えられる。しかし、SCPD 手技の脳卒中片麻痺患者の報告において回復期以降の患者を対象としているものが多く、急性期の脳卒中後片麻痺患者への報告は少ないのが現状である。SCPD 手技は、脳卒中片麻痺患者の痙縮を増悪させることなく、中枢性筋力低下の改善に有効とされている。これらの報告からも SCPD 手技の急性期における脳卒中片麻痺に対しての有効性が示唆できる。

本研究では、通常の座位耐性訓練と比較して SCPD 手技を併用した座位耐性訓練は急性期脳卒中片麻痺患者の OH を予防し、座位バランスの改善においても有効と仮説し、検証を行った。

対象

対象は、当院神経内科病棟に脳梗塞発症後 3 日以内に入院し、内科的治療、血管内治療など、脳卒中治療ガイドライン 2009 に則った脳梗塞急性期治療を適宜行い、理学療法の指示があった脳卒中後片麻痺患者 10 名とした。また、整形外科的疾患を有さず、口頭指示の理解が良好で、外力が無ければ座位保持が可能者とした。Low ら¹⁶⁾ の報告では OH

表1 対象者の属性

人数 (名)	10 (男性 10, 女性 0)
平均年齢 (歳)	73.2±8.76
平均体重 (kg)	67.1±7.62
疾患名 (名)	アテローム血栓性脳梗塞 5, ラクナ梗塞 5
発症からの期間 (日)	6.0±2.53
麻痺側 (名)	右 5, 左 5
Brunnstrom recovery stage (I : II : III : IV : V : VI)	上肢 (0 : 2 : 1 : 2 : 4 : 1) 下肢 (0 : 2 : 1 : 1 : 6 : 0)
平均±標準偏差	

の要因として Deconditioning 以外の因子として脱水や栄養による影響, 薬剤による影響 (利尿薬, α 遮断薬, 抗不整脈薬, Ca拮抗薬), 疾患による影響 (パーキンソン病, 多系統萎縮症, 自律神経疾患, 心不全または不整脈の著しいもの) が含まれると述べられている。そのため, 本研究での除外基準として, カルテ情報より介入前 BUN / Cr 比の異常 (基準値 10 ~ 20), 血清アルブミンの異常 (基準値 3.7 ~ 5.4 g/dl) のあるもの, 先に述べた OH に影響を与える薬剤が処方されているもの, OH に影響を与える疾患のあるものを除外した。対象は男性 10 名であった。平均年齢 ± 標準偏差は, 73.2±8.76 歳, 発症からの期間 ± 標準偏差 6.0±2.53 日, 麻痺側は左片麻痺 5 名, 右片麻痺 5 名で, ブルンストロームステージは上肢 II が 2 名, III が 1 名, IV が 2 名, V が 4 名, VI が 1 名, 下肢 II が 2 名, III が 1 名, IV が 1 名, V が 6 名であった (表 1)。

方法

1) データ収集の方法

全対象者に座位耐性訓練と SCPD 手技+座位耐性訓練の 2 種類の介入を実施した。介入の順番はカードを用いて無作為に決定した。また, 各介入の間隔については血圧の日内変動などに留意し, 初回介入の翌日の同時刻に 2 回目の介入を実施した。

各介入前後に下肢荷重量および座位保持能力の評価をそれぞれ 2 回ずつ実施した。また, 座位耐性訓練時の収縮期血圧, 拡張期血圧, 脈拍数の変化を測定した。なお, 各評価については治療者と検査者を別に行った。

下肢荷重力の測定は大田尾ら¹⁷⁾が報告している体重計を用いた方法に従った。被検者に治療台 (高さ 45cm) に端座位をとらせ, 足底に体重計を置いた。その際治療台端と膝窩部間を拳 1 個分空けた。測定開始の合図とともに, 被検者に下肢で体重計を最大努力下で 5 秒間押させ, その間に安定して示された体重計の数値を計測した (図 1)。計測時は, 体幹の矢状面および前額面での動きは制限せずに, 体重計を押しやすい姿勢をとらせた。ただし, 手で治療台を引かないこと, 殿部を治療台から離さないように注意した。測定は, 練習を行った後に非麻痺側および麻痺側につきそれぞれ 2 回ずつ行い, その最大値を合計した下肢荷重力 (kg) を体重比百分率に換算し下肢荷重力比 (%) とした。

座位保持能力の測定は, 田中ら¹⁸⁾が報告しているハンドヘルドダイナモメーターを用いた方法に従った。被検者を足底が接地しない高さのベッドに座らせ, 膝窩部がベッド端に触れない端座位を開始肢位とした。また, 両上肢は体幹前面で組み座面に触れないよう

に注意し、できる限り身体を正中位に保持するように指示した。検者は被検者の上腕近位部に側方からハンドヘルドダイナモメーターを当て、被検者が座位を保つことができる限界までゆっくりと外力を加えた(図2)。測定は左右方向から2回ずつ行い、左右の最大値の合計(kg)を体重比百分率に換算し座位保持能力(%)とした。

血圧測定については、食後2時間以上に間隔を開け、また介入前評価から安静臥位で10分以上経過した後、安静時(背臥位)、座位3分後の収縮期血圧(systolic blood pressure; SBP)および拡張期血圧(diastolic blood pressure; DBP)、また脈拍も測定した。測定は非麻痺側上腕動脈にて行った。血圧の測定装置については、自動電気加圧式血圧計(TERUMO社製、H55)にて測定した。

対象者には、研究の趣旨と内容について十分に説明し、理解を得た上で協力を求めた。

また、研究の参加は自由意志であり被検者にならなくても不利益にならないことを説明した。データは研究の目的以外には使用しないこと及び個人情報の漏洩に注意した。

なお、本研究では当院神経内科専門医の承認を得たのち、介入を実施しており介入時の様子や内容など診療録に記載した上で実施している。

2) 各介入の実施方法

脳卒中後片麻痺患者の麻痺側を上にした側臥位で骨盤の後方下制の中間域で10秒間の静止性収縮(SCPD手技)を行い、その後15秒間のリラクゼーションをさせ、さらに10秒間の静止性収縮を行った。これを1セットとし、5回繰り返して行った(図3)。SCPD手技の用手接触は手掌を患者の坐骨結節に下方から対角運動線上に置き、他方の手を重ねる。運動が始まると坐骨結節は後下方に動く



図1 下肢荷重量の測定

治療台に端座位をとり、足底に体重計を置いた状態で治療台端と膝窩部分を拳一個分空ける。測定は最大努力下で3秒押す。その際、臀部を治療台から離さないように留意する。

ので、前方挙上方向へ抵抗を加え、静止性収縮を促していく。その際、側臥位上側の四肢が動かないように注意した。また、SCPD 手技の直後に座位耐性訓練を実施した。

座位耐性訓練については端座位の両足底接地にて出来る限り四肢は使用せず行わせた。座位時間は 10 分間として、訓練施行中は血圧・脈拍の測定、自覚的症状の問いかけなどを頻回に行った。これらを、座位耐性訓練のみの介入と SCPD 手技+座位耐性訓練の 2 種類に分け実施した。

なお、SCPD 手技および座位耐性訓練の実施についてはリハビリテーション医学会診療ガイドラインでの中止基準¹⁹⁾に従い、いずれかに該当した場合は訓練を中止または休止した。また、そのような場合、患者の状態について神経内科専門医が検査の成績や画像所見などを統合した上で訓練の継続の可否を判

断することとした。

3) データ解析

下肢荷重力比および座位保持能力の測定の再現性を検証するため、介入前後にそれぞれ左右 2 回ずつ測定し、級内相関係数 (Intraclass Correlation Coefficient; ICC) を用いて検証した。

統計解析は各介入前の下肢荷重力比および座位保持能力の平均値を基準値として、次式により各介入後の変化率を算出し、各介入間に対応ある t 検定を行った。

$$\begin{aligned} \text{各介入変化率 (\%)} = & \\ & (\text{介入後の評価} - \text{介入前の評価}) \\ & / (\text{介入前の評価}) \times 100 \end{aligned}$$

血圧変動については安静時背臥位での SBP, DBP, 脈拍を基準値として、次式により各介入後の変化率を算出し、各介入間で対



図 2 座位保持能力の測定

検者は被検者の上腕近位部に側方からハンドヘルドダイナモメーターを当て、被検者が座位を保つことができる限界までゆっくりと外力を加えた。



図 3 SCPD 手技

骨盤の後方下制の中間域で 10 秒間の静止性収縮を行い、その後 15 秒間のリラクゼーションをさせ、さらに 10 秒間の静止性収縮を行った。これを 1 セットとし、5 回繰り返して行った。

表2 測定者内信頼性 (1, 2)

評価	下肢荷重力比 (右)	下肢荷重力比 (左)	座位保持能力 (右)	座位保持能力 (左)
ICC	0.962	0.974	0.9525	0.9877

ICC: intraclass correlation coefficient、(n=10)

表3 介入前および介入後の座位バランス, 血圧変動の変化率

	SCPD+座位耐性訓練	座位耐性訓練	
下肢荷重力比 (%)			
介入前	36.7±13.0	38.4±16.4	
介入後	45.2±14.8	38.8±15.4	
変化率	25.2±13.9	1.86±6.19	*
座位保持能力 (%)			
介入前	31.4±16.2	31.4±17.9	
介入後	38.6±17.0	31.5±17.1	
変化率	29.8±21.6	1.54±7.26	*
SBP (%)	-0.53±3.8	-8.5±6.6	*
DBP (%)	-0.05±11.4	-7.2±6.6	
脈拍 (%)	-0.12±5.9	4.6±5.5	

SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure

t-test, *: p<0.05, 平均±標準偏差 (n=10).

表4 座位バランス, 血圧変動の変化率による対応ある t 検定結果

	平均値の差	自由度	t 値	p 値 (両側確立)
下肢荷重力比	23.34	8	5.49	0.00058
座位保持能力	28.42	8	3.63	0.0067
SBP	-7.98	8	2.87	0.02
DBP	-7.18	8	1.76	0.12
脈拍	0.39	8	-1.74	0.12

SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure

対応ある t 検定を行った.

$$\text{血圧変動率 (\%)} = \frac{\text{(座位3分後の血圧 - 安静時背臥位の血圧)}}{\text{(安静時背臥位の血圧)}} \times 100$$

統計学的分析の有意水準は 5% 未満とした.
統計分析は SPSS Statistics 21.0 を用いた.

結果

- 1) 下肢荷重力比および座位保持能力の級内相関係数 ICC (1, 2) は 0.96 以上であり高い再現性が確認された (表 2).
- 2) 下肢荷重力比 (%) の平均 ± 標準偏差は SCPD 手技 + 座位耐性訓練の介入前 36.7±13.0%, 介入後 45.2±14.8% であり,

介入変化率は $25.2 \pm 13.9\%$ であった。座位耐性訓練の介入前 $38.4 \pm 16.4\%$ ，介入後 $38.8 \pm 15.4\%$ であり，介入変化率は $1.86 \pm 6.19\%$ であった。各介入の介入変化率を対応ある t 検定で比較したところ，SCPD 手技+座位耐性訓練は座位耐性訓練のみの介入と比較して有意に下肢荷重力比を増加させていた ($p < 0.05$) (表 3, 4)。

3) 座位保持能力 (%) の平均 ± 標準偏差は SCPD 手技+座位耐性訓練の介入前 $31.4 \pm 16.2\%$ ，介入後 $38.6 \pm 17.0\%$ であり，介入変化率は $29.8 \pm 21.6\%$ であった。座位耐性訓練の介入前 $31.4 \pm 17.9\%$ ，介入後 $31.5 \pm 17.1\%$ であり，介入変化率は $1.54 \pm 7.26\%$ であった。各介入の介入変化率を対応ある t 検定で比較したところ，SCPD 手技+座位耐性訓練は座位耐性訓練のみの介入と比較して有意に座位保持能力を増加させていた ($p < 0.05$) (表 3, 4)。

4) 血圧変動において，SBP の平均変化率 ± 標準偏差は，SCPD 手技+座位耐性訓練にて $-0.53 \pm 3.8\%$ ，座位耐性訓練にて $-8.5 \pm 6.6\%$ であった。各介入の SBP の平均変化率を対応ある t 検定で比較したところ，座位耐性訓練のみの介入は SCPD 手技+座位耐性訓練と比較して有意に SBP を低下させていた ($p < 0.05$)。DBP の平均変化率 ± 標準偏差は，SCPD 手技+座位耐性訓練にて $-0.05 \pm 11.4\%$ ，座位耐性訓練にて $-7.2 \pm 6.6\%$ であった。各介入の DBP の平均変化率を対応ある t 検定で比較したところ，両介入間に有意差を認めなかった ($p > 0.05$)。脈拍の平均変化率 ± 標準偏差は，SCPD 手技+座位耐性訓練にて $-0.12 \pm 5.9\%$ ，座位耐性訓練にて $4.6 \pm 5.5\%$ であった (表 3)。各介入の脈拍の平均変化率を対応ある t 検定で比較したところ，両介入間に有意差を認めなかった ($p > 0.05$) (表 3, 4)。

考察

下肢荷重力比および座位保持能力の測定において，各介入間において有意な改善を認め，SCPD 手技を併用した座位耐性訓練は座位耐性訓練のみの介入と比較して有意に座位バランスを改善していた。Metin ら²⁰⁾ は，脳卒中片麻痺患者の体幹筋力はバランス能力および歩行能力との間に相関があると述べている。また，Sandin ら²¹⁾ は，脳卒中片麻痺患者の座位バランス能力と ADL との間に相関があり，座位バランスは予後に大きく影響すると述べている。これらの報告からも，脳卒中片麻痺患者の座位バランス能力は，ADL を獲得するための重要な要素と考えられる。

骨盤の後方下制運動時に働く筋群は，下部体幹筋である腸腰筋，胸最長筋，腰方形筋（下側）と大殿筋であり，拮抗パターンである骨盤の前方挙上時に働く筋群は，外腹斜筋，内腹斜筋，腹直筋，腰方形筋（上側）とされている²²⁾。骨盤の後方下制は，反対側の骨盤の前方挙上を伴うものであり，麻痺側骨盤の下制は非麻痺側骨盤の挙上筋の収縮により促されるとも考えられる。また，新井ら²³⁾ によると SCPD 手技は，坐骨結節から，静止性収縮時に仙腸関節方向に圧縮し，圧縮後の静止性収縮の促通（不随意的収縮の促通）をする。また，随意運動は随意的にセラピストに抗して静止性収縮を行うものであり，その際に体幹の同時収縮が生じると述べている。また，圧縮操作は，関節内の受容器を刺激し脊髄運動ニューロンの興奮性を高める効果を持ち，筋の随意収縮力を高め関節の安定性増大を目的に使用される²⁴⁾。本研究でも SCPD 手技によって麻痺側，非麻痺側を含む体幹筋群の運動単位の動員や，インパルスの発射頻度の増加や静止性収縮による体幹筋群の同時収縮が促通され，骨盤周囲での支持性が向上し，座位バランスの改善につながったことが示唆される。

血圧変動においては，座位耐性訓練のみの介入は SCPD 手技を併用した座位耐性訓練の

介入と比較して有意にて SBP が低下していた。急性期には脳血流の自動調節能が障害され、脳血流は血圧依存性となり、起立性低血圧を予防するには血圧の測定が不可欠である。また、血圧調節の因子の一つである自律神経にも、急性期に障害が認められる。脳の自動調節能の障害は自律神経障害と密接に関係するとされており²⁵⁾、起き上がり時に起立性低血圧を予防する為には、交感神経活動を増加させ、脳血流量を保つ必要があると考えられる。

長谷川ら²⁶⁾は、PNF 施行に伴ういきみが血圧変動に与える影響について報告している。今回の SCPD 手技では呼気を強調し、呼吸が阻害されないよう抵抗負荷をかけたため、SBP 増加のいきみの影響は少ないと考えられる。中村ら²⁷⁾によると PNF 施行により、 α 運動ニューロンの興奮レベルの最適化を図り、さらに固有感覚情報の増加により行動覚醒が得られ、その状態で運動技能の向上も見られるとしている。PNF 施行により固有受容性インパルスが増加し、覚醒レベルの上昇とともに交感神経活動が増加したことが大きな要因になったと推察される。

急性期には、廃用症候群を予防し早期の ADL 向上するために、リスク管理のもとに離床を進めることが勧められており、開始基準・中止基準が提案されているが、その妥当性についての十分な証拠はないとしている³⁾。よって、急性期脳卒中患者への PNF 施行に伴うリスク管理については更なる検討が必要である。しかし、本研究での SCPD 手技後の座位耐性訓練時の血圧変動が少なかったことから、座位耐性訓練前に SCPD 手技を施行することにより、脳卒中急性期での自律神経障害や Deconditioning などによる OH を予防できる可能性が考えられる。以上より SCPD 施行により、座位耐性訓練に伴う OH の予防や座位バランスの改善に有用な可能性が示唆された。

ただし、本研究は座位耐性訓練と SCPD 手

技との関係を分析したにすぎない。今後は、さらに対象者数を増やし、麻痺の重症度別での分析や基本動作能力、ADL の能力別に検討することが必要である。

引用文献

- 1) 米原敏郎, 稲富雄一郎. 脳梗塞急性期の治療戦略とクリニカルパス. Prog Med. 22. p1139-1146. 2002.
- 2) 橋本洋一郎, 平野照之. ブレインアタックオーバビュー. 臨床リハ. 11. p378-385. 2002.
- 3) 脳卒中合同ガイドライン委員会. 脳卒中治療ガイドライン 2009. 協和企画. p283-287. 2009.
- 4) 大友健治, 長尾 徹. 脳卒中患者に対する座位訓練手法の検討—文献レビューによる訓練手法の分類. 日本作業療法学会抄録集 2009. B3-II-5. 2009.
- 5) 出江紳一. 大学病院の経験から—早期座位の効果に関する無作為対象試験—. リハ医学. 38. p535-538. 2001.
- 6) 長澤 弘. 超早期理学療法と座位耐性練習. 理学療法学. 19. p7-11. 2004.
- 7) 近藤克則. 急性期リハビリテーションの安全管理. 総合リハ. 23. p1051-1057. 1995.
- 8) 林田来介. 急性期脳卒中患者に対する座位体性訓練の開始時期. 総合リハ. 17. p127-129. 1989.
- 9) Janet HC, Roberta BS. 脳卒中の運動療法. 医学書院. p31-49. 2004.
- 10) 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.
- 11) 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. 1. p22-26. 2002.

- 12) 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). p27-31. 2002.
- 13) 中間孝一, 新井光男. 脳卒中後片麻痺患者に対する骨盤後方下制運動による下部体幹筋群の静止性収縮の促通手技が起き上がり動作に及ぼす影響. PNF リサーチ. 7 (1). p61-65. 2007.
- 14) 榎本一枝, 新井光男, 村上恒二, 他. 骨盤後方下制が麻痺側への荷重に及ぼす影響—脳卒中後片麻痺患者での検討—. PNF リサーチ. 7 (1). p6-16. 2007.
- 15) 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 (1). p56-60. 2007.
- 16) Low Pa, Singer W. Management of neurogenic orthostatic hypotension. an update. Lancet Neurol. 7(5). p451-458. 2008.
- 17) 大田尾浩, 村田 伸, 村田 潤, 他. 脳卒中片麻痺患者の下肢荷重力と下肢筋力および座位保持能力との関連. 理学療法科学. 25 (3). p427-430. 2010.
- 18) 田中彩乃, 網本 和, 松澤智美, 他. ハンドヘルドダイナモメーターによる坐高保持能力の測定—健常人における加齢的变化—. 理学療法学. 28. p282-285. 2001.
- 19) 日本リハビリテーション医学会診療ガイドライン委員会編. リハビリテーション医療における安全管理・推進のためのガイドライン. 第1版. 医歯薬出版. 東京. 2006.
- 20) Karatas M, Cetin N, Bayramoglu M, et al. Trunk Muscle Strength in Relation to Balance and Functional Disability in Unihemispheric Stroke Patients. Am J Phys. Med Rehabil. 83. p81-87. 2004.
- 21) Sandin KJ, Smith BS. The measure of balance in sitting in stroke rehabilitation prognosis. Stroke. 21. p82-86. 1990.
- 22) 柳澤 健, 乾 公美. PNF マニュアル. 改訂第2版. p3-22. 南江堂. 2005.
- 23) 新井光男, 柳澤健. 中枢神経疾患における筋力増強の実際—痙縮筋の筋力増強—. 理学療法. 21. p499-505. 2004.
- 24) 柳澤 健. PNF 最前線—PNFの理論的背景—. 理学療法. 14. p90-95. 1997.
- 25) 聖マリアンナ医科大学リハビリテーション部理学療法学科. 理学療法リスク管理マニュアル. 第2版. p5-21. 三輪書店. 2006.
- 26) 長谷川 治, 弓永久哲, 秋山純和. PNF 下部体幹パターンの実施による心肺機能への影響. PNF リサーチ. 10 (1). 2009.
- 27) 中村隆一, 小坂健二. 小脳運動失調に対するPNF, TRHの効果—皮質覚醒レベルと関連について. 厚生労働省特定疾患脊髄小脳変性症調査研究班昭和57年度研究報告書. p177-184. 1982.

上肢 PNF パターンの中間域での静止性収縮が
座位前方リーチ動作に及ぼす即時的影響

The immediate effects of a sustained contraction facilitation technique in the middle range of motion using flexion-abduction-external rotation pattern on the forward reaching task in sitting in hemiplegic patients

森川 雄義 ¹⁾	新井 光男 ²⁾	清水 幸恵 ¹⁾
Yugi Morikawa	Mitsuo Arai	Sachie Shimizu
高橋 晃子 ¹⁾	榎本 一枝 ³⁾	橋口 浩介 ¹⁾
Akiko Takahashi	Kazue Masumoto	Kousuke Hashiguchi
山中 健太郎 ¹⁾	本城 利康 ¹⁾	柳澤 健 ⁴⁾
Kentaro Yamanaka	Toshiyasu Honjo	Ken Yanagisawa

要旨：脳卒中後片麻痺患者に対し固有受容性神経筋促通法の上肢屈曲-外転-外旋パターンを用いた中間域での静止性収縮促通手技（SCF 手技）を非麻痺側上肢にアプローチすることで、座位前方リーチ動作への即時的影響を検証した。脳卒中後片麻痺患者 11 名を無作為にコントロール群と反復座位前方リーチ動作群、SCF 手技群に分類した。運動刺激の後効果の指標として運動刺激前後のリーチ距離から改善率を算出し、一元配置分散分析を行った結果、運動刺激群間の改善率に有意差を認めた ($p < 0.05$)。Sheffé 法の多重比較検定を行った結果、SCF 手技群がコントロール群と比較し有意に改善した ($p < 0.05$)。このことより、上肢の SCF 手技の後効果により遠隔反応が生じ体幹の安定性や座位での重心移動が促通された可能性が推察された。上肢の SCF 手技は座位前方リーチ動作への有効な治療手段の一つであることが示唆された。

キーワード：固有受容性神経筋促通法，上肢屈曲-外転-外旋パターン，SCF 手技，後効果，前方リーチ動作

Abstract : The purpose of this study was to compare the immediate effect of a resistive sustained contraction facilitation technique in the middle range of motion (SCF) using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation for flexion-abduction-external rotation pattern for increasing the reaching distance (RD) toward the affected side while using the unaffected upper extremity of hemiplegic patients. Eleven subjects with hemiplegia (mean age = 73.1) were randomly assigned to the SCF or the repetition of the forward reaching task in sitting or control group. RD were measured three times before each exercise and five times after each exercise. The results of a one way ANOVA calculated between the groups using the percentage improvement in RD showed a significant difference between the groups ($p < 0.05$). The Sheffé's post hoc revealed that the SCF group showed a significant improvement as compared to the control group. These results indicated that the immediate effect of SCF for increasing RD might increase postural stability and ability to control postural sway.

Key words : Proprioceptive neuromuscular facilitation, flexion-abduction-external rotation, static contraction facilitation technique, after effect, sitting forward reaching test

-
- 1) 本永病院
Department of Physical Therapy, Motonaga Hospital
 - 2) 首都大学東京 健康福祉学部 理学療法学科
Tokyo Metropolitan University, Faculty of Health Sciences, Division of Physical Therapy
 - 3) 広島厚生病院
Department of Physical Therapy, Hiroshima Kousei Hospital
 - 4) 首都大学東京大学院
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University Postgraduate

はじめに

日常生活活動 (Activities of daily living ; ADL) において, 端座位姿勢で行うリーチ動作は基本的な動作であり, 日常生活活動上欠かせない動作の一つとされている¹⁾. この端座位でのリーチ動作は座位バランスの向上やリーチ動作自体の獲得を目的に臨床でも運動療法として実施されることが多い. リーチ動作を安定して遂行するためには, 身体重心を支持基底面内に保持することや身体重心が支持基底面から逸脱した際に重心を引き戻し, 身体の平衡状態を維持する姿勢制御 (姿勢保持能力) が必要である²⁾. また, 姿勢制御に加え, 安定した姿勢で上肢運動が行えるよう体幹機能も重要な要素とされている³⁾. つまり, 安定した体幹機能と姿勢制御を必要とするリーチ動作の獲得は, ADL 動作向上に影響を与える要因³⁾ であることが推測される.

脳卒中後片麻痺患者は, 体幹の麻痺側, 非麻痺側での活動性や制動性に左右差が出現し, 安定した姿勢保持が困難なことが多く³⁾, それらがリーチ動作の阻害因子となっている. そのため, リーチ動作を獲得し, 姿勢制御の向上につなげることはリハビリテーションでの目標の一つと考えられる. 脳卒中後片麻痺患者のリーチ動作に対し, 臨床では様々な治療が行われている. 固有受容性神経筋促進法 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ; PNF) を用いての手技では, 骨盤パターンによるアプローチがいくつか報告されている. 田中ら⁴⁾ は, 骨盤の前方挙上に対して静止性収縮促進手技 (Static Contraction of Anterior Elevation ; SCAE 手技) 群と対照刺激であるリーチ課題の反復 (Repetition of Reaching Task ; RT) 群の 2 群に分類し, 4 週間にわたり運動刺激を行なった結果, 麻痺側方向へのリーチ距離の平均変化量が RT 群と比較し SCAE 群で有意に増大したと報告した. 竹澤ら⁵⁾ は, 骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮促進手技 (Sustained Contraction of Posterior Depression ; SCPD 手

技) 群と反復座位前方リーチ動作群の 2 群に分類し, 非麻痺側上肢での座位前方リーチ動作に及ぼす継時的効果を検討した. その結果, 反復座位前方リーチ動作群と比較し SCPD 手技後のリーチ距離 (reaching distance ; RD 値) が継時的に有意に増大したと報告している. 以上のように, PNF 骨盤パターンを用いた静止性収縮促進手技がリーチ動作へのアプローチとして有効であることが報告されているが, PNF 上肢パターンを用いた静止性収縮促進手技の後効果としてのリーチ動作への即時的影響は明確にされていない.

そこで本研究では, 脳卒中後片麻痺患者を対象とし, 上肢屈曲-外転-外旋パターンの中間域での静止性収縮促進手技 (Sustained Contraction Facilitation Technique in the middle range of motion ; SCF 手技) の後効果がリーチ動作へ及ぼす即時的影響を明確化することを目的とし, 検証することとした.

方法

(対象)

対象者には同意説明文に基づいて説明した後, 研究同意書に署名が得られた脳卒中後片麻痺患者 11 名を対象とした. 対象者は男性 7 名, 女性 4 名で, 平均年齢 (標準偏差 : SD) は 73.1 (9.2) 歳, 発症後年数 (SD) は 33.3 (30.0) ヶ月であった. 麻痺側は左片麻痺 3 名, 右片麻痺が 8 名であり, 上肢ブルンストロームステージはⅡが 4 名, Ⅲが 2 名, Ⅳが 1 名, Ⅴが 4 名で, 下肢はⅢが 1 名, Ⅳが 4 名, Ⅴが 6 名であった. 対象者は高次脳機能障害を有さず, 口頭指示の理解が良好で, 座位前方リーチ動作が可能な者とした.

全対象をコントロール群・反復座位前方リーチ動作群・上肢屈曲-外転-外旋パターンの SCF 手技群 (以下 SCF 手技群) の 3 群に乱数表を用いて無作為に分類した (表 1).

(座位前方リーチ距離の測定方法)

対象者の肢位は, 足底非接地の端座位に

表 1 各群の対象

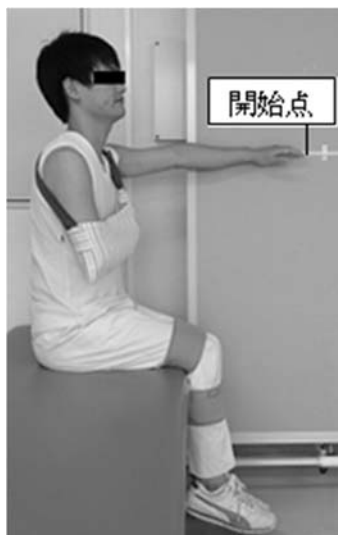
運動刺激群	性別(名)	平均年齢±SD(歳)	発症後年数±SD(ヶ月)	麻痺側(名)
コントロール群	男2 女1	78.3±11.1	32.0±36.3	右3 左0
反復座位前方リーチ動作群	男3 女1	71.3±7.1	21.3±17.8	右3 左1
SCF手技群	男2 女2	71.0±7.9	71.0±29.3	右2 左2

て、股・膝関節が 90° 屈曲位、肩峰と大転子を結ぶ線が座面と垂直になる位置⁶⁾とし、両下腿後面をベッドに接地することとした。リーチ動作時の下肢による影響を取り除くため、大腿遠位と下腿中央にバンドを使用し、固定した。また、麻痺側上肢の影響を取り除くためにアームスリングで麻痺側上肢を固定した。対象者の非麻痺側にボードを位置し、測定用のメジャーを対象者の肩峰の高さに合わせ、床面と平行になるように設置した⁵⁾。この時ボードと対象者との距離は対象者の握りこぶし1つ分を目安として設定した。

開始肢位は非麻痺側肩関節 90° 屈曲位、肘

関節・手指伸展位、前腕回内位⁷⁾とした。開始肢位時の非麻痺側第3指(中指)先端部を開始点とし、最大到達点を測定した(図1-a)。最大到達点は3秒間静止が可能な肢位での非麻痺側第3指先端部とした(図1-b)。リーチ距離は開始点から最大到達点までの間の長さとした。

座位前方リーチ距離の測定は、運動刺激前に2回練習を行った後、3回 RD 値の測定を行い、運動刺激後に5回 RD 値の測定を行った。1回の測定ごとに10秒間の休息をとることとした。



a) 開始肢位および開始点



b) 最大到達点

図 1 RD 値の測定方法

- a) 開始肢位は、非麻痺側肩関節 90° 屈曲位、肘関節・手指伸展位、前腕回内位とし、麻痺側は腹部に位置させた。開始点は、非麻痺側第3指先端部とした。
- b) 最大到達点は、3秒間静止が可能な肢位での非麻痺側第3指先端部とした。RD 値は、開始点から最大到達点の間の長さとした。

(各群の運動刺激の方法)

1) コントロール群の実施方法

被験者は、刺激前測定の後5分間休息をとり、その後測定を行った。

2) 反復座位前方リーチ動作の実施方法

被験者の肢位は、座位前方 RD 値の測定と同様の端座位とした。反復座位前方リーチ動作についても設置したメジャーを使用し、開始点から最大到達点までのリーチを行い、3秒間静止し、その後10秒間の休息をとった⁴⁾。これを1セットとし、5セット行った。

3) 上肢屈曲-外転-外旋パターンへの SCF 手技の実施方法

被験者の肢位は、座位前方 RD 値の測定と同様の端座位とした。被験者の非麻痺側上肢に対して、セラピストの近位手を上腕骨後外側近位部に指先で接触し、遠位手を虫様筋握りで第3中手骨に対し30°～45°斜め方向の橈側に用手接触した⁸⁾。そして、全運動域の中間域で近位手は肩関節に圧縮を加え、遠位手は手関節伸展・橈屈筋群に抵抗を加えて静止性収縮を10秒間行った。1回のSCF手技毎に10秒間の休息をとった。これを1セットとし、3セット行った(図2)。

(データ解析)

各群の運動刺激の効果の指標として、各群の運動刺激前の3回のRD値の平均値を基準値とし、以下の式より各群の運動刺激後5回のRD値の平均値から改善率を算出した。

$$\text{改善率} = (\text{運動刺激後のRD値の平均値} - \text{基準値}) / (\text{基準値}) \times 100$$

運動刺激前後のRD値測定の再現性を検証するために、11名の対象者から得られた各RD値3回(運動刺激前)と5回(運動刺激後)の級内相関係数(ICC; Intraclass Correlation Coefficient)を求めた。

各運動刺激後の改善率について比較するため、改善率を指標として一元配置分散分析を行った。その後、有意差のみられた要因についてSheffé法の多重比較検定を行った。すべての有意水準は5%とした。

結果

ICC(1, 1)は運動刺激前0.99, ICC(1, 5)は運動刺激後0.99であり、高い信頼性を認めた。

1) 座位前方リーチ距離の平均改善率

コントロール群のRD値の平均改善率(SD)



図2 上肢PNF肩関節屈曲-外転-外旋パターンへのSCF手技

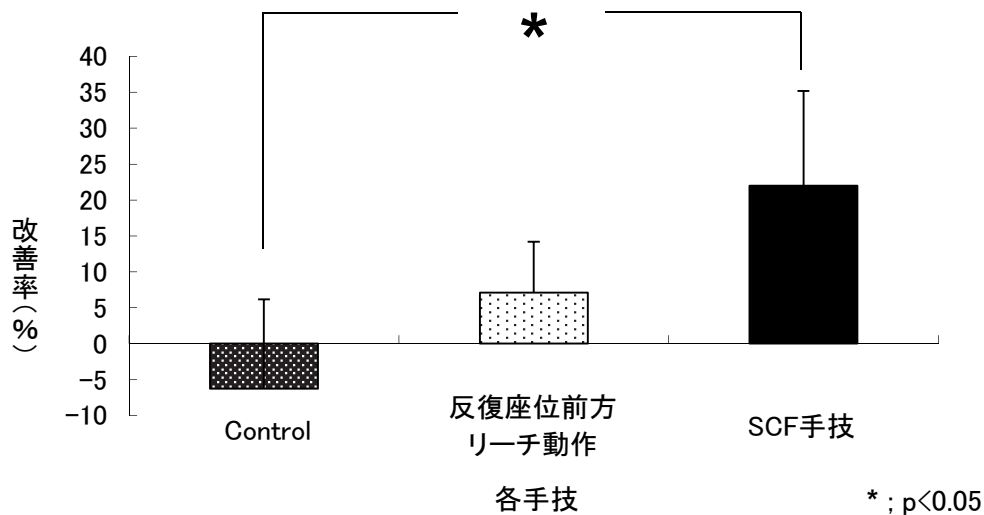


図3 各手技間における平均改善率

表2 各手技間の改善率による一元配置分散分析表

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	F(0.95)
全変動	2367.78	10.00				
手技間	1389.12	2.00	694.56	5.68	0.03*	4.46
誤差変動	978.65	8.00	122.33			

* ; p<0.05

は1回目-4.8 (1.8) % , 2回目-8.8 (8.7) % , 3回目-2.3 (3.3) % , 4回目0.8 (12.9) % , 5回目-4.3 (9.8) % であった。反復座位前方リーチ動作群は1回目2.3 (5.2) % , 2回目9.9 (5.0) % , 3回目5.5 (5.0) % , 4回目8.7 (7.0) % , 5回目8.6 (11.6) % であった。SCF手技群は1回目18.4 (13.5) % , 2回目18.5 (11.1) % , 3回目21.0 (13.0) % , 4回目23.0 (13.0) % , 5回目28.6 (9.6) % であった(図3)。

2) 一元配置分散分析

各運動刺激群と改善率を要因とした一元配置分散分析の結果、運動刺激群間の改善率に有意差を認めた(表2)。

3) 多重比較検定

多重比較検定(Scheffé法)の結果、コントロール群と比較してSCF手技群に有意な改善が認められた。

考察

今回、脳卒中後片麻痺患者に対してコントロール群・反復座位前方リーチ動作群・SCF手技群の3群に分類し、運動刺激を行なった結果、コントロール群のRD値と比較しSCF手技群のRD値が即時的に有意に増大した。このことから、上肢屈曲-外転-外旋パターンへのSCF手技により体幹の安定性や座位での重心移動が促進された可能性が示唆された。

このようにSCF手技によりRD値が有意に増大した理由として、運動時の遠隔反応が関与した可能性が推察された。遠隔反応の生理学的機序として、新井⁹⁾は、①脊髄固有反射・②超皮質性反射・③中枢パターン発動の3つを挙げている。本研究においては、非麻痺側上肢にSCF手技を実施したことにより、下行性の脊髄固有反射が関与し、脊髄レベルで

の興奮が下行性に伝達されたことにより RD 値が増大したものと推察された。新井^{8,10)}は、骨盤後方下制の SCF 手技(以下 SCPD 手技)とコントロール群の 2 群に分けて運動時及びその後の H 波・M 波振幅値を重複測定分散分析により比較した結果、SCPD 手技時に橈骨手根屈筋 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と報告している。井奥¹¹⁾は、H 波は脊髄内で形成させるものであるが、反射において促通や抑制をかける因子が、上位中枢からも末梢からも様々な形で及んでいると述べている。本研究においても H 波の研究より SCF 手技により上位中枢を刺激し、運動時の脊髄レベルの促通効果^{8,10)}が生じた可能性が推察された。

また、SCF 手技の効果の一つとして、主動筋の収縮力が上行性・下行性に力学的に伝達される神経筋膜効果(neuromuscular facial effect)による遠隔反応が述べられている⁸⁾。本研究においても、非麻痺側上肢の SCF 手技により脊柱起立筋や広背筋、体幹回旋筋群へと発散効果(irradiation)¹²⁾による体幹筋の収縮が推察されるため、これらの筋の収縮により神経筋膜効果が生じ、RD 値が増大した可能性が推察された。

本研究では、非麻痺側上肢屈曲-外転-外旋パターンの SCF 手技で、座位前方リーチ距離の増大が認められた。このことより、非麻痺側上肢屈曲-外転-外旋パターンの SCF 手技が座位前方リーチ動作へのアプローチとして有効な治療手段の一つであることが示唆された。

引用文献

- 1) 平井達哉. 健常成人における座位リーチ距離の見積もりに対する目標物の有無の影響. 理学療法科学. 25 (3). p463-467. 2010.
- 2) 大畑浩司, 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. 理学療法科学. 30. p1-7. 2003.
- 3) 阿部千恵, 吉原真紀, 真鍋祐子, 他. 脳卒中片麻痺患者における体幹運動機能と側方重心移動動作時の圧中心点変化との関係. 理学療法科学. 31. p130-134. 2004.
- 4) 田中良美, 新井光男, 清水一, 他. 脳卒中後片麻痺患者の骨盤への PNF アプローチが非麻痺側上肢リーチ動作に及ぼす継時的影響. PNF リサーチ. 7 (1). p66-72. 2007.
- 5) 竹澤美穂, 白谷智子, 新井光男, 他. 脳卒中後片麻痺患者に対する骨盤後方下制のアプローチが座位前方リーチテストに及ぼす継時的影響. PNF リサーチ. 13. p56-62. 2013.
- 6) 寺垣康裕, 新谷和文, 白田滋, 他. 脳血管障害患者における座位前方リーチテストの臨床的有用性の検討. 理学療法科学. 23 (1). p151-155. 2008.
- 7) Duncan PW, Weiner Dk, et al. Functional reach: new clinical measure of balance. J Gerontol. 45. p192-197. 1990.
- 8) 新井光男, 柳澤健監修. モビライゼーション PNF. 第 1 版. p18-21. メディカルプレス. 東京. 2009.
- 9) 新井光男, 柳澤健. 中枢神経疾患における筋力増強の実際. 理学療法. 21 (3). p499-505. 2004.
- 10) Arai Mitsuo, Shiratani Tomoko, Michele Eisemann Shimizu et al. Reproducibility of the neurophysiological remote rebound effects of a resistive static contraction using a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern in the mid-range of pelvic motion of posterior depression on the flexor carpi radialis H-reflex. PNF リサーチ 12 (1). p13-20. 2012.
- 11) 井奥匡彦. H 波. 運動の解析. p93-101. 医歯薬出版. 東京. 1980.
- 12) 柳澤健, 乾公美. PNF マニュアル. 第 2 版. 南江堂. 東京. 17. 2005.

骨盤への抵抗運動が整形外科疾患患者の荷重量に及ぼす即時的効果

The after-effects of a resistive static contraction of the pelvic depressors
on the improvement of full-weight-bearing in orthopedic patients

清水 歩 ¹⁾	榎本 一枝 ¹⁾	赤木 聡子 ¹⁾
Ayumi Shimizu	Kazue Masumoto	Satoko Akagi
新井 光男 ²⁾	柳澤 健 ³⁾	清水 ミシェル・アイズマン ⁴⁾
Mitsuo Arai	Ken Yanagisawa	Michele Eisemann Shimizu

要旨：体幹・下肢整形外科疾患患者に対し立位自重による荷重練習・PNF パターンの骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮促通手技（SCPD 手技）・前方拳上の中間域での静止性収縮促通手技（SCAE 手技）の荷重量の増大効果を検証した。対象は医師により全体重負荷が許可されたにもかかわらず痛み等により一側下肢への荷重が困難な体幹・下肢の整形外科疾患患者 18 名で、平均年齢（標準偏差）は 74.2（14.7）歳であった。18 名を荷重練習群、SCPD 手技群、SCAE 手技群に無作為に配置した、SCPD 手技と SCAE 手技の用手接触は荷重が多い側とした。一元配置分散分析の結果、各手技間において有意差を認め（ $P<0.01$ ）、多重比較検定（Scheffé 法）を行った結果、SCPD 手技群は荷重練習群に比べ有意に増加した（ $P<0.01$ ）。また、SCPD 手技群は SCAE 手技群に比べても有意に増加していた（ $P<0.05$ ）。本研究より荷重の改善には荷重が多い側の SCPD 手技の後効果により痛みが軽減し荷重増大が得られる可能性が示唆された。

キーワード：固有受容性神経筋促通法（PNF）、中間域での静止性収縮、荷重、後効果

Abstract : The purpose of this study was to determine the remote after-effects (RAE) of a resistive static contraction of the pelvic depressors (SCPD) or anterior elevators (SCAE) technique as an indirect approach in comparison with a weight-shift exercise toward the affected side as tolerated by orthopedic patients who were prescribed full-weight-bearing by the surgeon.

Eight orthopedic patients had difficulty in bearing weight due to pain. Subjects (mean age=74.2 years, SD=14.7) were randomly assigned to the SCPD group, SCAE group, or a repeated weight-shift exercise as tolerated (WSE) group. The result of a one-way ANOVA analysis calculated between the groups using the percentage improvement in weight-shift showed a significant difference between the groups ($p<0.01$). Scheffé's post hoc testing revealed that the SCPD group showed significant improvements as compared to both the WSE group ($p<0.01$) and SCAE group ($p<0.05$). These results suggest that SCPD may have immediate after-effects for increasing the weight-bearing load of orthopedic patients.

Key words : Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF), Sustained contraction facilitation technique in the middle range of motion, after-effect, weight-shift

-
- 1) 広島厚生病院
Department of Physical Therapy, Hiroshima kousei Hospital
 - 2) 首都大学東京
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University
 - 3) 郡山健康科学専門学校
Koriyama Health Sciences College
 - 4) 甲南女子大学
Department of Physical Therapy, Faculty of Nursing and Rehabilitation, Konan women's university

はじめに

身体重心の偏位と結びつく整形外科疾患は多く、安定した姿勢は多くの疾患の予防となるため¹⁾、身体重心の偏位の減少を図ることは重要である。谷ら²⁾は、大腿骨近位部骨折術後患者の歩行能力の関連要因として、患側荷重率、疼痛、患側・健側の静止性膝伸展筋力と握力を測定した結果、最も関連する要因は患側荷重率としてその重要性を報告している。

臨床的に、整形外科患者に対する固有受容性神経筋促通法 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF)³⁾ パターンの骨盤の中間域での抵抗運動による静止性収縮 (Sustained Contraction Facilitation Technique in the middle range of motion; SCF 手技) による荷重量に対する有効性を経験している。また、SCF 手技を障害側と非障害側に行った場合では、非障害側で疼痛の増悪が無いことも臨床的に経験している。

脳卒中後片麻痺患者に対する SCF 手技が荷重、歩行速度を改善する可能性についての報告は散見される^{4~6)}。しかし、整形外科疾患患者への骨盤の抵抗運動による荷重量増加の効果についての研究報告はない。今回、PNF パターンの骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮促通手技 (Sustained Contraction of Posterior Depression in the middle range of motion Technique; SCPD 手技) と骨盤の前方拳上の中間域での静止性収縮促通手技 (Sustained Contraction of Anterior Elevation in the middle range of motion Technique; SCAE 手技) の有効性を検証するために、対象者自身の立位での自重による荷重練習を対照刺激として、痛み等により一側下肢への荷重が困難な体幹・下肢整形外科疾患患者に対し、荷重量に及ぼす即時効果について検証を行った。

対象

対象者には同意説明文に基づいて説明した

後に、研究同意書に署名が得られた体幹・下肢の整形外科疾患の既往があり、医師により全体重負荷が許可された患者で、神経学的疾患がなく、口頭指示の理解が良好な者とした。対象は男性 2 名、女性 16 名、計 18 名で、平均年齢(標準偏差)(範囲)は 74.2 (14.7) (39 ~ 90) 歳であった。対象疾患は、変形性膝関節症 5 名・大腿骨頸部骨折 3 名・人工膝関節置換術 2 名・膝関節炎 1 名・胸椎圧迫骨折 1 名・腰椎圧迫骨折 1 名、腰椎椎間板症 1 名・脛骨骨幹部骨折 1 名・足関節開放脱臼骨折 1 名・左脛骨開放骨折 1 名・変形性股関節症 1 名であった。

方法

対象者を①荷重練習群・② SCPD 手技群・③ SCAE 手技群の 3 群に乱数表を用いて無作為に配置した。下肢荷重量を電子体重計 (オムロン社製) を用いて計測し、各手技前の荷重量を基準値として改善率を求め指標とした。

(各手技の実施方法)

- ① 荷重練習群は、平行棒内で両上肢を把持して、両下肢を接地したまま、荷重が困難な下肢へ 10 秒間のできる限りの荷重を 3 セット行った (図 1 - a)。
- ② SCPD 手技群は、荷重が多い側の坐骨結節に用手接触した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)。
- ③ SCAE 手技群は、荷重が多い側の腸骨に用手接触した骨盤の前方拳上の中間域での静止性収縮を 2 ~ 3kg の抵抗量で行った (図 1 - c)。

SCPD 手技、SCAE 手技は、測定下肢とは反対の荷重量の多い側を刺激側とした。側臥位で SCPD 手技は坐骨結節に、SCAE 手技は上前腸骨棘に用手接触し、10 秒間の静止性収縮を 3 セット行った。セット間の休憩は 10 秒とした。

(荷重量の測定方法)

電子体重計を用い、両足部の位置が、両中指間を 15cm とした立位で、2m 前方の目線に目印をつけ立位姿勢を崩さないように測定下肢に荷重した。測定下肢は荷重が困難な側とし、測定は介入前後で 3 回ずつ行いそれぞれ

の平均値を算出した (図 2)。

18 名を対象に 3 回測定した電子体重計での測定値の級内相関係数 ICC (1, 1) は、0.96 と高い再現性が得られた。



a) 荷重練習



b) SCPD 手技



c) SCAE 手技

図 1 各手技の実施方法

荷重練習群は、平行棒内で両上肢を把持して、両下肢を接地したまま、荷重が困難な下肢へできる限りの荷重を行った。

SCPD 手技群は、骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮を、SCAE 手技群は、骨盤の前方拳上の中間域での静止性収縮を、両手技とも 2 ~ 3kg の抵抗量で行った。

SCPD 手技、SCAE 手技は、測定下肢とは反対の荷重量の多い側を刺激側とした。



図 2 荷重量の測定方法

電子体重計を用い、測定下肢は、荷重が困難な側とした。両足部の位置は、両中指間を 15cm とし、2m 前方の目線に目印をつけ、立位姿勢を崩さないように測定下肢に荷重した。

(データの分析方法)

統計解析は各手技前の荷重量の値を基準値とし、次式により各手技後の荷重量の改善率を算出した。荷重量の改善率を指標とし一元配置分散分析を行い、有意差が検出されたものについては多重比較検定 (Scheffé 法) を行った。有意水準は 1% 未満とした。

$$\text{改善率 (\%)} = \frac{(\text{介入後 3 回の平均値} - \text{介入前 3 回の平均値})}{(\text{介入前 3 回の平均値})} \times 100$$

結果

各群の平均改善率 (標準偏差) は、荷重群は - 2.10 (5.18) % , SCPD 手技群は 22.50 (12.44) % , SCAE 手技群は 6.20 (2.99) % で

あった。一元配置分散分析の結果、各手技間において有意差を認めた (P<0.01)。多重比較検定 (Scheffé 法) を行った結果、SCPD 手技群が荷重練習群に比べ有意に増加し (P<0.01)、また、SCPD 手技群は SCAE 手技群に比べても有意に増加していた (P<0.05) (図 3)。

考察

本研究の結果より、荷重が困難な整形外科疾患の改善には SCPD 手技により効率的に荷重増大が得られる可能性が示唆された。SCPD 手技が荷重量の改善に至ったのは、疼痛が軽減し、体幹筋と股関節伸展筋の運動単位が増員した可能性が考えられる。

本研究では、荷重の多い側を刺激側とした。抵抗による静止性収縮の促進により、荷

表 1 一元配置分散分析

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
手技間変動	1879.97	2.00	939.98	14.79	0.0003
誤差変動	953.06	15.00	63.54		
全変動	2833.02	17.00			

各群の平均改善率 (標準偏差) は、荷重群は - 2.10 (5.18) % , SCPD 手技群は 22.50 (12.44) % , SCAE 手技群は 6.20 (2.99) % であった。一元配置分散分析の結果、各手技間において有意差を認めた。

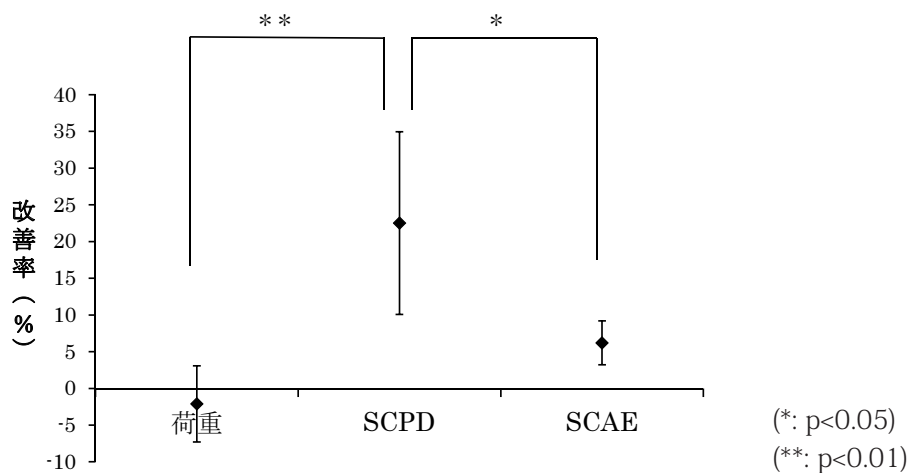


図 3 各群の荷重量改善率

多重比較検定 (Scheffé 法) を行った結果、SCPD 手技群が荷重練習群に比べ危険率 1% で有意に増加していた、また SCAE 手技群に比べ危険率 5% で有意に増加していた。

重が少ない側の腰方形筋や体幹側屈筋群の収縮後の後効果（after-effect）の可能性⁷⁾と、患側下肢筋群への発散とその後の後効果により患側の荷重量が増大したと考えられる。

新井ら⁸⁾は、整形外科疾患患者 16 名に対して、SCPD 手技が痛みに及ぼす効果を検証した結果、SCPD 手技施行後に痛みが緩解し継時的効果があることが示唆されたと報告している。SCPD 手技の反射性抑制と運動後の促通効果より、運動時の反射的抑制により筋スパズムが緩和され、そのあとの促通により痛みの中樞抑制が開放され自動運動が促通される（リバウンド効果）と推察している。よって、本研究でも同様に痛みが軽減し、その後、背筋や下肢筋群の運動単位が動員され、荷重量が増えたと考えられる。

本研究から、SCPD 手技と SCAE 手技を行い、SCPD 手技が有効である可能性が示唆された。新井ら⁹⁾は、SCPD 手技と SCAE 手技が橈側手根屈筋 H 波の振幅値に及ぼす効果を比較した。その結果、SCPD 手技の場合は、SCAE 手技の場合よりも橈側手根屈筋への抑制作用が強く、そのあとの促通効果が大きいことが示唆されたと報告している。このように、手技による効果の違いが報告されている。また、柳澤ら⁶⁾は、脳卒中後片麻痺患者に対して、PNF の骨盤の前方拳上の SCAE 手技と後方下制の SCPD 手技を行った結果、SCAE 手技が歩行速度の改善に即時効果があると報告しており、SCAE 手技が歩行速度の改善に効果があった理由として、骨盤の前方拳上は股関節屈曲・内転・外旋パターンの要素の一つであり、歩行の遊脚相に活動する主動筋群の運動単位の動員が促通された可能性が推察されると報告している。骨盤の後方下制は股関節伸展・外転・外旋パターンの要素の一つであり、立脚相に活動する主動筋の運動単位を動員する。つまり荷重量の増大に関して、立脚期の安定性に SCPD 手技が有効と考えられる。

引用文献

- 1) 山寄 勉. 整形外科理学療法 of 理論と技術. 第 1 版. p2-9, p199. メジカルビュー社. 東京. 2006.
- 2) 谷 勇介, 石月亜由美, 尾熊洋子, 他. 大腿骨近位部骨折術後の歩行能力と関連する要因. 平成 22 年度 高知リハビリテーション学院紀要 第 12 巻.
- 3) 柳澤 健, 乾公 美. PNF マニュアル. 改訂第 3 版. 南江堂. 2001.
- 4) 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片麻痺患者 1 症例に対する骨盤後方下制の効果. PNF リサーチ 6. p45-49. 2006.
- 5) 新井光男, 白谷智子, 原田恭宏, 他. 脳卒中後片麻痺患者に対する固有受容性神経筋促通法の骨盤運動パターンの中間域での抵抗運動による静止性収縮が歩行時間に及ぼす効果. PNF リサーチ 11. p15-20. 2011.
- 6) 柳澤真純, 白谷智子, 新井光男, 他. 脳卒中後片麻痺患者に対する骨盤運動パターン中間域での静止性収縮方向が歩行時間に及ぼす効果の差異. PNF リサーチ 11. p9-14. 2011.
- 7) Arai M, Shiratani T, Shimizu ME. Reproducibility of the neurophysiological remote rebound effects of a resistive static contraction using a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern in the mid-range of pelvic motion of posterior depression on the flexor carpi radialis H-reflex. PNF Research 12. p13-20. 2013.
- 8) 新井光男, 田中良美, 柳澤 健. 骨盤の後方下制への抵抗運動による静止性収縮が痛みに及ぼす効果. 第 6 回 PNF 学会抄録. p12. 2005.
- 9) 新井光男, 他. 骨盤への抵抗運動が橈側手根屈筋 H 波に及ぼす影響. 第 6 回日本 PNF 学会抄録. p13. 2005.

一側下肢筋の筋収縮が対側足関節周囲筋の筋放電に及ぼす影響

Effects of muscle contraction in ipsilateral lower extremity
on muscle activities in the contralateral ankle joint富田 浩¹⁾
Hiroshi Tomita新田 收²⁾
Osamu Nitta柴田 雅祥¹⁾
Masayoshi Shibata秋山 純和¹⁾
Sumikazu Akiyama柳澤 健³⁾
Ken Yanagisawa

要旨：一側下肢の筋収縮により対側下肢筋に筋放電が生じる。この筋放電は、股関節周囲筋の収縮時に対側股関節周囲筋で特に観察される。また、そのとき、一側下肢の収縮強度が増加すると、その筋放電は増加する。しかし、一側下肢の筋収縮が対側足関節周囲筋の筋放電に及ぼす影響については明らかではない。そこで、一側下肢筋の静止性収縮時の足関節周囲筋の筋放電について筋電図を用いて実験を行った。

右股関節（伸展・屈曲・外転・内転）、膝関節（伸展・屈曲）、足関節（背屈・底屈）の8種類の静止性筋収縮を、最大筋力の20・40・60・80%の強度で健常男性に行わせ、左前脛骨筋および左腓腹筋に生じる筋放電について分析した。

その結果、左前脛骨筋では右股関節外転時、左腓腹筋では右股関節屈曲時に筋放電が大きかった。また、右下肢筋の収縮強度が大きいほど、その筋放電は増大した。一側下肢筋の静止性収縮（最大筋力の80%強度）を行うと、対側腓腹筋には、筋力維持が期待できる程度の筋収縮が生じることが示唆された。

キーワード：筋収縮、一側下肢、対側足関節、発散現象、表面筋電図

Abstract : The purpose of this study was to verify that the muscle activity in the contralateral tibialis anterior and gastrocnemius was correlatively affected by the muscle contraction in the ipsilateral lower extremity (hip/knee/ankle joints), its motion (e.g. extension, flexion), and its loading intensity.

Twenty-one healthy male subjects were assigned to perform eight types of static contractions: extension, flexion, abduction and adduction in the right hip joint, extension and flexion in the right knee joint, and dorsiflexion and plantar flexion in the right ankle joint, with 20%, 40%, 60% and 80% of maximal voluntary contraction (MVC) in order to comprehensively analyze the myoelectric activities caused in the muscles of the left tibialis anterior and the left gastrocnemius .

Higher muscular activities in the left anterior tibialis muscle were generated when the right hip joint was abducted. Similarly, higher muscular activities in the left gastrocnemius muscle were generated when the right hip joint was flexed. These results indicate that as the loading intensity in the muscles of the right lower extremity increased, the muscle activities of the left lower extremity also increased. Also, in the gastrocnemius muscle, when a static contraction (80%MVC) was performed in the ipsilateral lower extremity, a muscle contraction was generated which was sufficient to maintain muscle strength in the contralateral lower extremity.

Key words : muscle contraction, ipsilateral lower extremity, contralateral ankle joint, irradiation, electromyography

-
- 1) 人間総合科学大学保健医療学部リハビリテーション学科
Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, University of Human Arts and Sciences
 - 2) 首都大学東京大学院人間健康科学研究科理学療法科学域
Department of Physical Therapy, Graduate school of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University
 - 3) 郡山健康科学専門学校
Koriyama Institute of Health Sciences

I. はじめに

一側肢の随意筋収縮により、対側肢の筋に筋放電が生ずることや^{1), 2)}、一側下肢の抵抗運動により対側下肢筋の筋力が増強することなどが報告されている^{3), 4)}。固有受容性神経筋 促 通 手 技 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF) などでは、これらの現象は発散現象と呼ばれ、随意運動が困難な場合や直接運動を行うことができない部位の筋力維持などを目的として利用されており^{5~8)}、また、患者の筋収縮をより強く引き出すため、最大抵抗が用いられている⁹⁾。

一側の随意筋収縮に対する対側同名筋の筋放電は、随意収縮に負荷の無い場合に比べ、負荷を加えた場合に増大することが報告されている^{10), 11)}。また、股関節・膝関節・足関節周囲筋の随意筋収縮により対側下肢筋に生ずる筋放電を分析した報告によれば¹²⁾、股関節周囲筋の随意収縮時に、対側股関節周囲筋に特に大きな筋放電が生じ、近位関節周囲筋においてその効果が認められた。さらに、その時の随意収縮の強度を増すと対側の筋放電が増大することが確認されている。しかし、下肢の遠位関節である足関節周囲筋に対して筋放電を生じさせる関節運動や収縮力については詳細に分析されていない。本研究では、足関節周囲筋の筋放電に着目し、筋放電を生じさせる関節運動と収縮力を検討する目的で実験を行った。

II. 方法

1. 被験者

被験者は健常男性 21 名であり、平均年齢 21.2 歳(範囲 20 ~ 23 歳)、平均身長 173.4cm (165.0 ~ 182.0cm)、平均体重 64.3kg (54.0 ~ 75.0kg) であった。下肢の整形外科的・神経学的疾患の既往のある者、実験当日に激しい運動を行った者は対象から除外した。

被験者には書面を用いて研究について説明し、同意書に署名を得た。なお、この研究は群馬パース大学研究倫理委員会の承認(受理

番号 18) を受けて実施した。

2. 課題

被験者の右下肢に、関節と方向について 8 通り、それぞれ 4 段階の収縮力で静止性収縮を行わせた。関節・方向は、股関節の伸展・屈曲・外転・内転、膝関節の伸展・屈曲、足関節の背屈・底屈とした。各々の関節・向きについて静止性収縮時の最大筋トルク値(Maximal Voluntary Contraction; 以下 MVC と略す)を測定し、その 20%・40%・60%・80%の 4 段階の筋トルク値(以下、各々 20% MVC・40% MVC・60% MVC・80% MVC とする)における静止性収縮を施行させた。4 段階の筋トルク値による静止性収縮は、各% MVCの保持時間を 3 秒間とし、弱い負荷から強い負荷の測定を連続的に行った。

これらの課題の実施中に、左前脛骨筋および左腓腹筋から表面筋電図法により筋放電を記録した。

3. 実験機器および手順

筋トルクの測定には筋トルク測定装置(BIODEX SYSTEM3 BDX-3; BIODEX MEDICAL SYSTEMS 社製)を用いた。被験者を筋トルク測定装置の測定シート上に固定して課題を実施した。測定体位は、右股関節外転および内転時は側臥位、それ以外の課題では背臥位とした。下肢肢位は筋トルク測定装置の測定肢位に準じ、測定関節は中間位とした。左下肢については、骨盤・大腿・足部を非伸縮性のベルトで固定し、両上肢は胸の前で組ませた。最大筋トルクの測定および運動課題は数回の練習を行い、課題を理解したことを確認した後、記録を開始した。20・40・60・80% MVCの筋トルクの調整は、被験者の左側に設置したモニターに、筋トルク値をグラフにして表示し、視覚的フィードバックにより行った。課題を行う関節および方向の順番はランダムとし、それぞれの課題間には 2 分以上の休息を入れた。

表 1. 各課題に対する左前脛骨筋の筋放電量 (% RMS)

(単位: %)

課題 (右下肢)	筋 ト ル ク							
	20%MVC		40%MVC		60%MVC		80%MVC	
	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	
股 伸展	2.4 (3.7)	4.1 (5.5)	4.1 (5.8)	4.2 (6.2)				
股 屈曲	4.8 (11.3)	2.4 (2.3)	3.0 (3.5)	10.3 (15.7)				*
股 外転	2.6 (1.4)	2.9 (1.8)	6.5 (8.5)	15.6 (13.7)				*
股 内転	3.1 (1.9)	2.6 (1.8)	3.2 (3.9)	4.6 (7.9)				*
膝 伸展	1.7 (1.2)	1.6 (0.8)	2.5 (2.1)	4.7 (5.9)				*
膝 屈曲	1.6 (0.9)	2.1 (2.2)	2.6 (3.2)	14.8 (20.9)				*
足 背屈	2.0 (1.6)	1.8 (0.9)	2.1 (1.3)	3.4 (3.8)				*
足 底屈	1.8 (1.1)	2.7 (1.9)	5.5 (9.3)	9.6 (13.3)				*

(n=21, *: $p < 0.05$)

筋電位の記録には表面筋電図 (Biometrics 社製, SX230W) を用い, 電極には能動電極 (電極間距離 20mm) を使用した. 電極は皮膚表面をアルコール面で清拭した後に貼り付けた. 電極は, Delagi ら¹³⁾ の方法に準じ, 前脛骨筋では脛骨稜外側 1 横指で脛骨粗面下 4 横指を中心に, 腓腹筋ではふくらはぎ内側で膝窩皮線 5 横指遠位部を中心に貼付した.

筋トルクおよび筋電位は, A/D 変換器 (Power Lab, Power Lab A-D instruments 社製) を通して, サンプリング周期 1kHz でパーソナルコンピュータに取り込んだ.

4. データ処理

20%・40%・60%・80% MVC の各筋トルクで安定 (目標値の $\pm 5\%$ 範囲) していた 1 秒間について筋電図を切り出し, Root mean square (RMS) 値を算出した. 各被検筋の最大収縮時の筋電図値 (Root mean square; RMS) を 100% とし, 各課題における RMS 値を正規化した (% RMS).

5. 統計

右下肢の運動課題および負荷量の相違による左前脛骨筋および腓腹筋の筋放電の差異に

ついて検討するため, % RMS 値について以下の統計処理を行った.

- ①左前脛骨筋および左腓腹筋の筋放電各々について, 「関節・方向」と「筋トルク」を要因とした二元配置分散分析を行った.
- ②筋トルクによる筋放電の差異を確認するため多重比較 (Tukey) を行った.

有意水準はすべて 5% とし, 分析には統計ソフト IBM SPSS Statics Ver.22 を使用した.

Ⅲ. 結果

右下肢の各課題により左前脛骨筋および左腓腹筋に生じた筋放電 (% RMS) の平均値を表 1・表 2 に示す. 二元配置分散分析の結果を表 3 に示す.

二元配置分散分析の結果, 主効果および交互作用効果が認められた. さらに, 各課題の 80%MVC 時の値について多重比較 (Tukey) を行った. 前脛骨筋では, 股関節外転時 (15.6%) が他の課題に対し有意に大きく, 腓腹筋では, 股関節屈曲時 (33.6%) が他の課題に対し有意に大きかった.

筋トルクの相違による, 対側下肢筋に生ずる筋放電の差異を検討するため, 前脛骨筋では股関節外転時, 腓腹筋では股関節屈曲時の

表 2. 各課題に対する左腓腹筋の筋放電量 (% RMS)

(単位: %)

課題 (右下肢)	筋 ト ル ク							
	20%MVC		40%MVC		60%MVC		80%MVC	
	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	
股 伸展	4.1 (3.6)	5.8 (5.0)	6.8 (4.9)	8.5 (7.4)				
股 屈曲	7.2 (6.8)	7.8 (4.9)	12.1 (7.6)	33.6 (31.3)				
股 外転	5.6 (4.7)	6.8 (7.2)	10.9 (14.2)	16.1 (15.9)				
股 内転	7.0 (6.4)	5.6 (4.5)	7.0 (10.7)	8.5 (6.5)				
膝 伸展	5.7 (5.8)	4.8 (4.3)	6.3 (7.5)	14.1 (18.4)				
膝 屈曲	4.5 (3.4)	4.7 (4.0)	5.9 (4.4)	15.4 (19.8)				
足 背屈	4.6 (3.0)	3.8 (2.6)	3.8 (2.9)	4.9 (4.2)				
足 底屈	4.3 (2.5)	6.1 (4.9)	8.7 (7.5)	12.5 (12.8)				

(n=21, *: p<0.05)

表 3. 右下肢筋の静止性筋収縮が左前脛骨筋および左腓腹筋の筋放電に与える影響
(二元配置分散分析結果)

	変動要因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
前脛骨筋	筋トルク	3975.7	3	1325.2	18.0	p<.001
	関節・方向	1388.9	7	198.4	2.9	p<.01
	交互作用	2763.9	21	131.6	3.1	p<.001
腓腹筋	筋トルク	8435.6	3	2811.9	15.1	p<.001
	関節・方向	6088.9	7	869.8	7.4	p<.001
	交互作用	6757.5	21	321.8	5.7	p<.001

(n=21)

筋放電について一元配置分散分析および多重比較(Tukey)を行った。その結果, 両者とも, 20・40・60% MVC 時の筋放電に比較して, 80% MVC 時の筋放電が有意に大きかった(図 1・図 2)。

IV. 考察

<右下肢の課題の相違が左足関節周囲筋の筋放電に及ぼす影響について>

左前脛骨筋の筋放電は右股関節外転時に特に大きく(15.6% RMS), 左腓腹筋の筋放電

は右股関節屈曲時に大きかった(33.6% RMS)。

一側下肢の各関節の静止性収縮(80% MVC)により対側中殿筋に生じる筋放電は, 膝関節屈曲時と足関節底屈時に比較し, 股関節屈曲時に約 3 倍の筋放電が生じるという¹²⁾。今回の左腓腹筋の筋放電も, 膝関節屈曲および足関節底屈時に比べ右股関節屈曲時に有意に大きく, その値は 2~3 倍の値となっており, 先行研究に一致する結果となった。

一側の他動的膝関節肢位保持の相違および

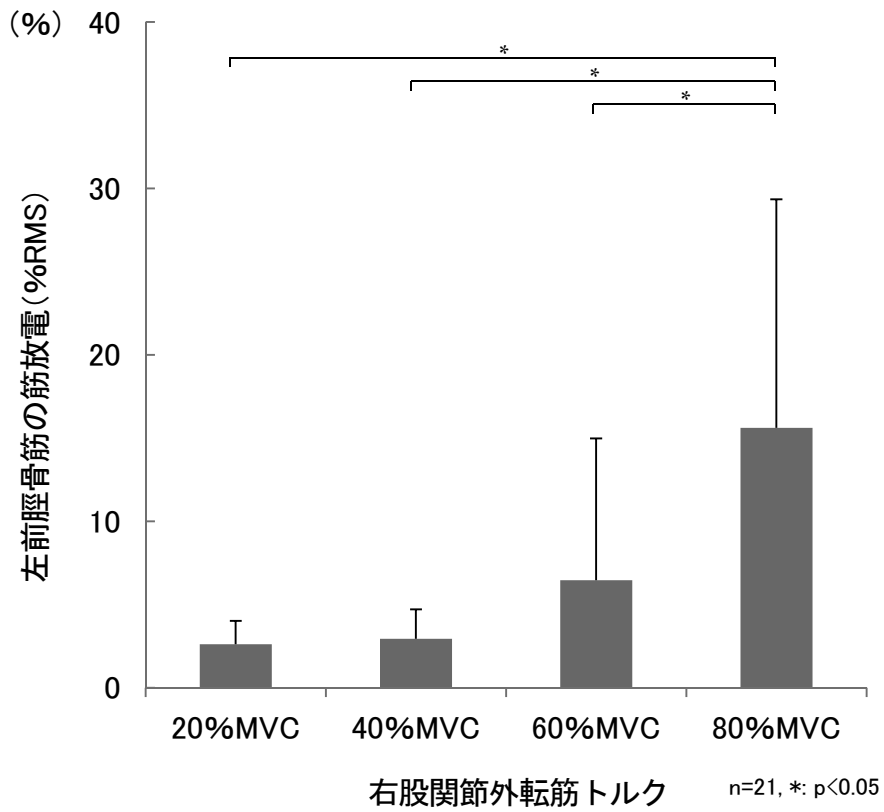


図 1. 右股関節外転時の左前脛骨筋の筋放電平均値 (標準偏差)

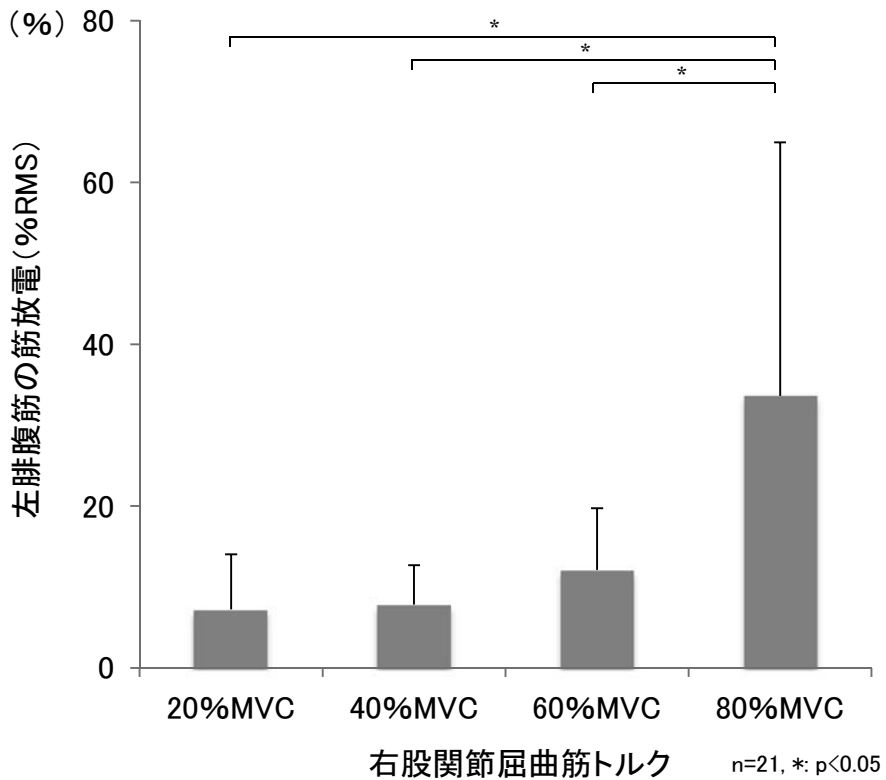


図 2. 右股関節屈曲時の左腓腹筋筋放電平均値 (標準偏差)

股関節肢位保持の相違が対側ヒラメ筋H波に与える影響を検討した研究¹⁴⁾では、膝関節肢位の相違に比較し、股関節肢位の相違はH波振幅に対し約4倍の影響を与えるといい、これは二重相反神経支配が関与した交叉性反射の影響であると解釈されている。本研究の結果のみから、機序について言及することはできないが、反射による対側肢への影響と同様に、一側下肢の静止性収縮が対側足関節周囲筋の筋放電に与える影響は、近位関節である股関節周囲筋の筋収縮が最も影響を及ぼすことが確認できた。

また、ヒラメ筋H波振幅を解析した研究では¹⁵⁾、一側の股関節を屈曲位で保持すると、対側ヒラメ筋H波振幅が増大し、股関節伸展位で保持すると対側ヒラメ筋H波振幅が減少するという。これは、交叉反射の影響、および歩行周期の筋活動に対応した運動ニューロンの興奮性を反映していると解釈されているが、本研究の結果もこれと類似し、一側の股関節屈曲時に対側の足関節底屈筋である左腓腹筋の筋放電が大きい結果となった。

<右下肢の筋トルクの相違が左下肢筋放電に及ぼす影響について>

特に、筋放電が大きかった右股関節外転時の左前脛骨筋、および、右股関節屈曲時の左腓腹筋の筋放電について、筋トルク値の相違による筋放電の差異をみると、20・40・60% MVCに比較して80% MVC時の筋放電量は有意に大きかった(図1・2)。手指筋の収縮に対する負荷量の相違と対側同名筋の筋活動の差異を分析した研究^{1), 2)}では、筋収縮に対する負荷を増加させると筋放電も増大したという。本研究の結果は、これらの報告と一致するものであった。さらに、下肢筋を対象にした研究では、右股関節外転時の左中殿筋、および、右股関節内転時の左大内転筋の筋放電値は、右股関節の筋トルク値により筋放電量が異なり、筋トルクを増加すると筋放電も増大するという¹²⁾。この報告とも本研究の

結果は一致し、一側下肢筋の筋トルクを増加させると対側足関節周囲筋の筋放電が有意に増大することが確認できた。80% MVC時の筋放電量が20~60% MVC時に比較して大きいことは、発散現象を目的に運動を行う際には、80% MVC以上の収縮を生じさせるような強い抵抗を用いるべきであることを示唆する。

一側膝関節伸筋の求心性または静止性収縮による抵抗運動は、対側の膝関節伸筋や膝屈筋の筋力を増強させるという^{3) 4)}。また、前述の下肢筋を対象にした研究¹²⁾によると、右股関節外転時(80% MVC)には左中殿筋に67.9% RMS、右股関節内転時(80% MVC)には左大内転筋に25.5% RMSの筋放電が生じ、一側下肢の筋収縮により対側下肢筋の筋力が維持または増強される可能性がある。本研究では、右股関節屈曲時(80% MVC)の左腓腹筋の筋放電平均値は33.6% RMSであった。筋力維持のためには20~30% MVC程度の筋収縮力による運動が必要であり、筋力増強のためにはそれ以上の筋収縮力による運動が必要であること¹⁶⁾を考慮すると、一側の股関節屈曲の抵抗運動により、発散現象によって対側腓腹筋の筋力が維持でき得ることが示唆された。

結語

本研究の結果から、一側下肢の静止性収縮により対側足関節周囲筋に生ずる筋放電は、一側の股関節周囲筋の筋収縮によって影響を受けやすいことが明らかにされた。さらに、一部の運動や筋に限られるが、一側股関節周囲筋の静止性収縮により、対側足関節周囲筋に筋力維持に必要な強度の筋収縮が生じ得ることが示唆された。

文献

- 1) Hess CW, Mills KR, Murray NMF. Responses in small hand muscles from magnetic stimulation of the human brain. J

- Physiol. 388. p397-419. 1987.
- 2) Todor JI, Lazarus JC. Exertion Level and The Intensity of Associated Movements. *DevelopMental Medicine & Child Neurology*. 28. p205-212. 1986.
 - 3) Kannus P, Alosa D, Cook L, et al. Effect of one-legged exercise on the strength, power and endurance of the contralateral leg. A randomized, controlled study using isometric and concentric isokinetic training. *Eur J Appl Physiol Occup Phschiatry*. 64. p117-126. 1992.
 - 4) Weir JP, Housh DJ, Housh TJ, et al. The effect of unilateral concentric weight training and detraining on joint angle specificity, cross-training, and the bilateral deficit. *J Orthop Sports Phys Ther*. 25. p264-270. 1997.
 - 5) Arai M, Shimizu H, Shimizu ME, et al. Effect of the Use of Cross-education to the affected side through Various Resistive Exercises of the Sound Side and Settings of the Length of the Affected Muscles. *Hiroshima J Med Sci*. 50. p65-73. 2001.
 - 6) 半田健壽, 星 文彦. isokinetic exercise を用いた筋力強化訓練における cross-education 効果の検討. *臨床理学療法*. 8. p101-101. 1981.
 - 7) 今井基次, PNF アプローチ治療編, 細田多穂, 柳澤 健編. *理学療法ハンドブック第2巻*. 第4版. p299-344. 協同医書出版. 東京. 2010.
 - 8) Markos PD. Ipsilateral and contralateral effects of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques on hip motion and electromyographic activity. *Phys Ther*. 59. p1366-73. 1979.
 - 9) 柳澤 健, 柳澤 健, 乾 公美編. *PNF マニュアル第3版*. p15. 南江堂. 東京. 2011.
 - 10) Cernacek J. Contralateral Motor Irradiation Cerebral Dominance. *Archives of Neurology*. 4. p165-172. 1961.
 - 11) 富田 浩, 中野香緒里, 成田あゆみ, 他. 一側下肢の筋収縮が対側下肢の筋活動に及ぼす影響 (予備実験). *理学療法群馬*. 18. p21-25. 2007.
 - 12) 富田 浩, 柳澤 健. 一側下肢の筋収縮が対側下肢の筋放電に及ぼす影響. *PNF リサーチ*. 13. p18-29. 2013.
 - 13) Delagi EF, Perotto A. *Anatomic guide for the electromyographer-the limbs, second edition*. C. C. Thomas. Illinois. 1979.
 - 14) 柳澤 健, 齋藤 宏, 大橋ゆかり, 他. 膝関節肢位変化による対側ヒラメ筋H波への影響. *日本リハビリテーション医学会誌*. 27. p695. 1990.
 - 15) 柳澤 健, 齋藤 宏, 中村隆一, 他. 一側股関節肢位の他動的変化の対側H波への影響. *リハビリテーション医学*. 26. p244. 1989.
 - 16) ヘティンガー著, 猪飼道夫, 他訳. *アイソメトリックトレーニング*. p92-112. 大修館書店. 東京. 1970.

一側股関節屈曲角度の変化が対側足関節底屈筋力に与える影響

Effects of changing unilateral hip flexion position on the muscle strength of contralateral ankle plantar flexors in healthy subjects

志村 圭太^{1), 5)}

KEITA SHIMURA

今井 智也^{4), 5)}

TOMOYA IMAI

小山 貴之²⁾

TAKAYUKI KOYAMA

柳澤 健^{5) *}

KEN YANAGISAWA

伊藤 貴史³⁾

TAKASHI ITO

要旨：本研究の目的は、一側股関節屈曲角度の変化が対側足関節底屈筋力に及ぼす影響を明らかにすることである。対象者は、健常成人男性 18 名（平均年齢 28.3 歳）とした。対象者に関節トルク測定装置上で背臥位をとらせ、検者は対象者の右股関節を解剖学的基本肢位、膝関節 0° 伸展位のままで股関節 15°・30°・45°・60° 屈曲位に他動的に保持し、これら 5 通りの肢位において左足関節底屈の最大静止性収縮を行わせ、最大底屈筋力を測定した。左足関節最大底屈筋力と最大底屈筋力体重比をそれぞれ従属変数、右股関節屈曲角度を説明変数とした反復測定分散分析を行った結果、主効果は認められなかった。

先行研究では交叉性反射の影響が近位関節ほど大きくなるということが明らかになっており、今回研究対象とした足関節は下肢遠位に位置するため反射の影響を受け難かったと推察された。今後はより近位の膝関節や股関節での検討を加える必要があると考えられた。

キーワード：股関節肢位，足関節筋力，交叉性反射

Abstract : The purpose of this study was to examine the effects of position changing in unilateral hip flexion on the contralateral muscle strength of the ankle plantar flexors. Eighteen healthy male subjects (mean age 28.3 years old) who had no neurologic or orthopedic diseases participated in this study. The subjects lay supine on a torque table (BIODEX System 3) with their left ankle joint plantar flexed at a 20-degree angle. Then the examiner held the right hip joint passively at 0, 15, 30, 45, 60-degree angles by the original attachment. Subjects were tested for the maximum isometric plantar flexion strength of the left ankle joint in these testing positions. Three trials were measured for each testing position. The isometric peak muscle torque of ankle plantar flexion (Nm) was recorded, and its percent body mass (Nm/kg) was calculated. A repeated measure ANOVA was used to identify significant effects. A data analysis was performed using IBM SPSS statistics 20 for Windows. The results showed that there were no significant effects on the isometric peak muscle torque of the ankle plantar flexors and its percent body mass. We also investigated the effects of the cross extension reflex on voluntary movement, but our results were negative. In a previous study, it was shown that the effect of the cross extension reflex is stronger on the proximal joints in a spinal dog. Our results were the same as in this previous study, and an effect of the cross extension reflex on the contralateral muscle torque in the distal joint was not found. The results suggest that a further study on the proximal joints is needed to determine the effects of changing the position of a unilateral hip joint on contralateral muscle torque.

Key words : position of hip joint, muscle strength of ankle joint, crossed extension reflex

1) 東京厚生年金病院 リハビリテーション室
Department of rehabilitation, Tokyo Koseinenkin Hospital

2) 日本大学文理学部体育学科
College of Humanity and Sciences, Nihon University

3) 苑田第三病院 リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, Sonoda Third Hospital

4) 東京都済生会中央病院 リハビリテーション科
Department of Rehabilitation, Saiseikai Central Hospital

5) 首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 理学療法科学域
Department of Physical Therapy, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

* 現所属：郡山健康科学専門学校 Koriyama Institute of Health Sciences

【はじめに】

外傷やその後の治療において一側下肢が安静や固定を強いられると周囲の筋力は低下する¹⁾。これに対し理学療法では筋力強化運動を頻繁に用いる。これまで効果的な下肢筋力強化運動を明らかにする目的でさまざまな研究が行われてきたが、その多くは筋力低下を起こした筋およびその筋を収縮させる関節運動に関するものである。また、これらは当該関節の運動や負荷量に関するものが多く、対側の下肢肢位や運動を対象としたものは少ない。

これまでの神経生理学的研究で、一側下肢肢位を変化させると対側下肢の運動ニューロンに影響を及ぼすことが明らかになっている。一側下肢を屈曲位あるいは伸展位に変化させた時の反射機構について、Magnus²⁾は脊髄イヌ・ネコを用いた交叉性反射の研究を行った。これによると一側の膝蓋腱を叩打した時に対側下肢の伸張された筋群に遠心性インパルスを生じ、交叉性反射が起こるとされている。また、交叉性反射への影響は近位関節ほど強くなることが明らかにされている。一方、ヒトを対象にした柳澤ら³⁾の研究では、一側股関節を他動的に伸展位から屈曲位に変化させると対側ヒラメ筋H波が増大すると報告しており、この結果は交叉性反射の影響によるものと考えられている。

一側股関節の随意屈曲を伴う対側下肢伸展運動は反射のパターンに近く、神経生理学的に力を発揮しやすいと考えられている。河村⁴⁾は、健常成人男性を対象に座位で閉運動連鎖による一側下肢筋力を測定した結果、対側股関節屈曲を伴う場合ではそうでない場合と比較して筋力値が増大したと報告している。この理由を骨盤帯に発生する前傾モーメントに対しハムストリングスの筋活動が増大したことに加え、交叉性伸展反射が生じ下肢伸展運動を促通したと考察している。また、Nakajimaら⁵⁾は、背臥位で一側大腿四頭筋セッティングを実施する際に対側下肢を挙上

することでより強力なハムストリングスの収縮を起こさせることができると報告している。ただし、これらの報告はいずれも一側股関節のみを屈曲させたのではなく膝関節屈曲を含む複数関節が関与しているため、純粋に反射の影響が認められたかは定かではない。

このように、一側下肢肢位の変化が対側下肢運動ニューロンの興奮性に与える影響は反射の研究により明らかにされているが、随意運動に対する影響を検討したものは少ない。一側下肢肢位の変化に対する対側下肢随意運動への影響を検証することは、一側下肢の筋力増強を目的とした理学療法において有効な対側下肢肢位を明らかにする上で重要と考えられる。そこで今回は、一側股関節屈曲角度の変化が対側足関節底屈筋力に及ぼす影響を明らかにすることを目的として健常者を対象に実験を行った。

【方法】

1) 研究対象者

研究対象者は下肢および体幹に整形外科的・神経学的疾患による障害がなく、他動下肢伸展挙上角70°以上を有する健常成人男性18名とした。対象者の平均年齢(標準偏差)は28.3(4.5)歳、平均身長(標準偏差)は172.8(5.7)cm、平均体重(標準偏差)は66.9(8.4)kgであった。

2) 説明と同意

本研究は東京厚生年金病院倫理委員会(受理番号H24-3)および首都大学東京荒川キャンパス研究安全倫理審査委員会の承認(受理番号12)を得た。また、対象者には事前に研究の主旨を文書ならびに口頭で説明し、同意が得られてから実験を行った。また、研究への参加に一度同意した後も途中で参加を中止することを申し出ることができ、研究に参加しないあるいは途中で撤回した場合も不利益は生じないことを説明した。

表 1：各肢位における左足関節底屈最大静止性筋力ならびに最大筋力体重比

	基本肢位	15°	30°	45°	60°
最大筋力 (Nm)	30.8(14.8)	33.2 (16.1)	34.3 (17.1)	35.6 (16.3)	36.7 (16.1)
最大筋力体重比 (%)	0.46 (0.19)	0.49 (0.21)	0.51 (0.22)	0.53(0.22)	0.54 (0.22)

平均値 (標準偏差)

3) 測定方法および手順

対象者に関節トルク測定装置上 (BIODEX medical system 社製 BIODEX system 3) で両上肢を胸の前で組ませ背臥位をとらせ、検者は対象者の左下肢に足関節底背屈筋力測定用アタッチメント装着し、左股関節 0° 屈曲位、左膝関節 0° 伸展位、左足関節 20° 底屈位に固定した。体幹は非伸縮性のバンドで固定した。次に、対象者の右下肢を専用アタッチメントにより解剖学的基本肢位、他動的に膝関節 0° 伸展位のままで股関節 15°・30°・45°・60° 屈曲位に保持し、これら 5 通りの右下肢肢位で左足関節底屈の最大静止性収縮を行わせ、最大底屈筋力を測定した(図 1)。なお、対象者には測定中右下肢に力を入れず、リラックスさせておくように指示した。各肢位での一回の筋力測定時間は 5 秒間、測定回数は 3 回とした。筋疲労の影響を考慮して各試行の間には 1 分間の休息、右下肢肢位を変える際には 5 分間の休息を設けた。測定肢位の順序はブラックボックスからくじを引かせることで無作為化した。

4) データ解析

5 通りの右下肢肢位につきそれぞれ 3 回の測定で得られた左足関節底屈筋力のうち、最大値を最大筋力 (Nm) として採用した。また、最大筋力を被験者の体重で除した最大筋力体重比 (Nm/kg) を求めた。データは平均 (標準偏差) で示した。

統計学的解析では左足関節最大底屈筋力 (Nm) と最大底屈筋力体重比 (Nm/kg) をそれぞれ従属変数、右股関節屈曲角度 (0°・15°・30°・45°・60°) を説明変数とした反復測定分散分析を行った。解析ソフトには IBM SPSS Statistics ver.20 を用いた。

【結果】

左足関節最大底屈筋力の平均値 (標準偏差) は基本肢位で 30.8 (14.8) Nm, 15° 屈曲位で 33.2 (16.1) Nm, 30° 屈曲位で 34.3 (17.1) Nm, 45° 屈曲位で 35.6 (16.3) Nm, 60° 屈曲位で 36.7 (16.1) Nm だった (表 1)。

左足関節最大底屈筋力体重比の平均値 (標準偏差) は基本肢位で 0.46 (0.19) %, 15°

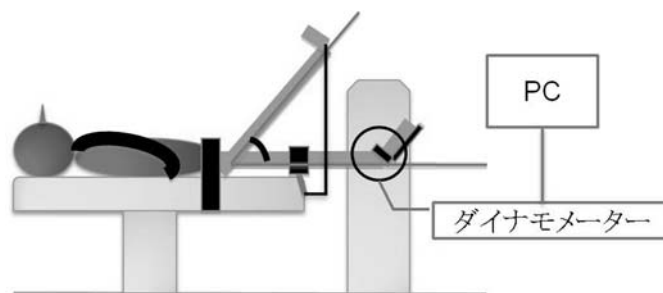


図 1：測定方法

屈曲位で 0.49 (0.21) %，30° 屈曲位で 0.51 (0.22) %，45° 屈曲位で 0.53 (0.22) %，60° 屈曲位で 0.54 (0.22) % だった (表 1)。

反復測定による分散分析の結果，足関節最大底屈筋力および体重比に対する主効果は認められなかった。

【考察】

これまでの神経生理学的な先行研究において一側股関節屈曲位は，対側ヒラメ筋の H 波を増大させることが明らかになっており，これは α 運動ニューロンの興奮性を高めたと解釈できる。しかし，一側下肢肢位の変化が対側下肢の随意運動にどのような影響を及ぼすかは研究されてこなかった。本研究では単シナプス反射の研究でみられた現象が随意運動にどう発現するか足関節底屈筋力を指標に検討したが，統計学的解析の結果，一側股関節屈曲角度の変化が対側足関節最大底屈筋力に及ぼす影響は認められなかった。

その理由として，反射の影響の大きさが挙げられる。Magnus²⁾ は脊髄イヌの一側膝蓋腱を叩打したときの対側下肢を観察した結果，交叉性反射の起こる確率は近位関節，中間関節，遠位関節の順に多く，その影響が近位関節ほど大きくなるということを報告している。今回本研究で対象としたのは下肢遠位の足関節であり，反射の影響を受けにくかったと推察される。

また，H 波と随意運動における筋収縮強度の違いも結果に影響したと考えられる。柳澤³⁾ はヒトの一側股関節を他動的に伸展位から屈曲位に変化させると対側ヒラメ筋 H 波が増大すると報告している。しかし，H 波を記録するために脛骨神経を経皮的に電気刺激することで得られる筋収縮は極めて小さいものであり，本研究のように最大随意努力によって得られる筋収縮と大きく異なる。このことが単シナプス反射で認められた現象が随意運動で成立しなかった原因のひとつと推察される。また，本研究では対象者のスポーツ歴な

どを考慮していなかったことも足関節最大底屈筋力および体重比のばらつきが大きくなった原因と考えられる。

以上の理由から，今後は近位の膝関節や股関節での検討を加える必要があると考える。その際には一側下肢肢位を屈曲位のみには保持するのではなく伸展位も合わせて検討することで交叉性反射の影響をより明らかにすることができると考える。さらに，今回は一側股関節肢位の変化に対して対側の足関節底屈筋力のみを測定したが，矢状面上で逆の運動方向対しても検討することが必要である。柳澤ら⁶⁾ はヒトの一側膝関節肢位を他動的に伸展位から屈曲位変化させると対側ヒラメ筋 H 波を抑制すると報告している。また，この研究では膝関節角度の変化が対側 H 波に及ぼす程度は股関節角度の約 3 倍に相当することが明らかとなっている。本研究では一側股関節肢位を変化させたが，今後は一側膝関節肢位を変化させた場合に対側下肢随意運動にどのような影響を与えるかも検討する必要があると考えられる。これらの課題を検討していくことで，他動的な一側下肢肢位の変化が対側下肢筋力へ及ぼす影響が明らかになり，理学療法臨床で一側下肢を対象とした運動療法を実施するにあたって有効な対側下肢肢位が決定できると考えられる。

【引用文献】

- 1) Sale D. G, McComas A. J, et al. Neuromuscular Adaptation in human thenar muscles following strength training and immobilization. *J. Appl. Physiol.* 53. p419-424. 1982.
- 2) Magnus R. *Korperstellung.* Julius Springer. Berlin. 1924.
- 3) 柳澤健，斎藤宏，中村隆一，他. 一側股関節肢位の他動的変化の対側 H 波への影響. *日本リハビリテーション医学会誌.* 第 26 巻 4 号. p244. 1989.
- 4) 河村顕治，岡田育子，松尾高行. 対側股関

屈曲が下肢閉運動連鎖筋出力に及ぼす影響. 日本臨床バイオメカニクス学会誌. 第25巻. 2004.

- 5) Nakajima M, Kawamura K, Takeda I. Electromyographic Analysis of a Modified Maneuver for Quadriceps Femoris Muscle Setting with Co-contraction of the Hamstrings. Journal of Orthopaedic Research. Vol. 21. p559-564. 2003.
- 6) 柳澤健, 中村隆一, 藤原孝之, 他. 膝関節肢位変化による対側ヒラメ筋 H 波への影響. 日本リハビリテーション医学会誌. 第27巻7号. p695. 1990.

日本 PNF 学会の研究動向

Research trends in the PNF Society of Japan Journal

秋山 純和¹⁾

Sumikazu AKIYAMA

富田 浩¹⁾

Hiroshi TOMITA

要旨：本報告は 2001 年から 2012 年の「PNF リサーチ」の研究動向について分析を行った。総論文数 122 編の内訳は、原著 62 編、研究報告 49 編があり、原著と研究報告の多いのが特徴と考えられる。対象者のある論文数では 120 編のうち、健常人 65 編、患者（障害・疾病を持つ人）50 編であった。疾病・障害の内訳は、脳血管障害 26 編と最も多く、整形外科障害は 15 編であった。脳卒中 7 編、片麻痺 3 編を合わせると脳血管障害による片麻痺障害に関することが多く、脳血管患者が多く治療されていると推察される。研究指標と器具の種類では、メジャー、ゴニオメータ、ストップウォッチなどで安価で簡便な道具で対象者の変化を数値化した報告は、臨床家に研究のきっかけの可能性を示すものと考えられる。総論文数 122 編に対して症例報告が 3% と少ない現状にある。経験したことを報告しておくことは経験医学の観点から重要であり、今後奨励されるべきと考えられる。

キーワード：PNF リサーチ、研究動向、脳血管障害、症例報告

Abstract : The research trends in "The PNF Research" journal were reviewed from 2001 to 2012. For the total number of 122 papers, there were 62 original articles and 49 research reports. In a breakdown of the diseases studied, 26 papers involved brain blood vessel syndromes and 15 papers involved patients with orthopedic diagnoses. Hemi-paralysis from a cerebral vascular disorder was mostly used, but seven papers involved a stroke, and three papers involved matched hemi-paralytic diagnoses. The subject's measurements were usually expressed numerically by using an inexpensive, handy tool, e.g., a goniometer, stopwatch, etc., which tends to suggest that the clinician has the possibility of performing research. In the future, we expect to see an increase in case reports by 3% of the total number of 122 papers over 12 years. The journal should promote case study reports from the viewpoint of advancing clinical medicine.

Key Words : PNF research, reserach direction, CVA, case report

【目的】

日本で理学療法士の養成が開始されたのは、国立療養所東京病院附属リハビリテーション学院が設立されたことに始まる。その 3 年後の 1966 年に第 1 回の国家試験が実施された。5 番目に設立された学校が高知リハビリテーション学院であった。現日本 PNF 学会の理事である清水ミシェル・アイズマン先生が米国から教員として、高知リハビリテーション学院で教授活動を行った。日本理学療法士の黎明期でもあり、また PNF のはじ

めての導入と考えられる。その後府中リハビリテーション学院が設立され、カイザー病院で PNF 研修を受けたフランス出身のエリックビエール先生が府中リハビリテーション学院で教鞭をとられた。高知リハビリテーション学院の後に清水先生が府中リハビリテーション学院に勤務された。現日本 PNF 学会理事長の柳澤先生、副理事長今井先生と多くの理事が府中リハビリテーション学院の卒業生であり、PNF の普及に努力されてきたのはこの歴史的経過のためとも考えられる^{1,2)}。

1) 人間総合科学大学保健医療学部リハビリテーション学会理学療法専攻
University of Human Arts and Science, Faculty of Health Sciences, Department of Rehabilitation, Course of physical therapy

1994年に日本理学療法士協会からの要請を受け、PNFの教育と普及のために日本PNF学会の学術活動が開始された。目的は、PNFの手技と理論の正しい普及を図るためである。1999年には新体制で研究大会と講習会が開始されるようになった。2005年から日本PNF学会は学術団体として活動を続けている。日本理学療法士協会の黎明期にわずか数十人から始まった理学療法士養成が2013年には13,000名の養成が行われるようになった。英語で言うところのphysical therapistを文字通り訳せば身体を治療する人である。対象者に直接触れて疾病・障害を持っておられる方の状態の改善を促す人であると考えられる。運動療法の一つでもあり、治療技術の一つでもあるPNFは定められた手技であるので、個人が直接対象者に施行するものではあるが、等しく施行することができ、また、比較、検討が可能な治療技術である。複雑な障害を持つ対象者に対しては、個人のパーソナリティによるアートの部分もあるが、運動学、神経生理に基づいているので論文化が可能であり、論文の形になれば反証も可能である。アートと同時にKabat博士のサイエンスとしてのPNFを受け継ぎ発展させていると考えられる。

本報告では、学術団体である日本PNF学会発行の雑誌、「PNFリサーチ」について第1巻から第12巻の12年間の研究動向を分析したので報告したい。

【方法】

2001年から2012年まで「PNFリサーチ」から総論文数122編から、原著、研究報告、調査研究、症例研究・症例報告、報告に分類した。分類方法は「PNFリサーチ」の雑誌に示され目次によって行った。論文は、各論文数、論文・研究内容の対象、疾病・障害の種類、対象者が患者（疾病・障害を持つ人）では、中枢神経系、整形外科系、中枢神経系を中心に論文中から適宜分類した。また、研究

方法としての指標、使用した測定機器、器具を論文中から適宜分類した。

【結果】

総論文数122編の内訳は、図1に示すとおり、原著62編（51.8%）、研究報告49編（40.2%）、調査研究4編（3.3%）、症例研究・症例報告4編（3.3%）、報告3編（2.5%）であった。対象者のある論文数は120編でその内訳は、健常人編65（54.2%）、患者（障害・障害を持つ人）50編（41.7%）、学校2編（1.67%）、理学療法士2編（1.67%）、障害者スポーツ選手1編（0.83%）であり、学校2編はPNF教育に関することである。海外におけるPNF教授活動の報告は除外した（図2）³⁾。対象者が疾病・障害を持つ人で論文中に患者として診断名の記載のあるものは、脳血管障害26編（33.3%）と最も多く、整形外科は15編（22.9%）、脳卒中7編（14.6%）、片麻痺（10.4%）、複合（2つ以上の複合した疾患を対象としたもの）6.3%、嚥下障害者、人工股関節、頭部外傷、脊髄小脳変成症、脊椎圧迫骨折、認知症各1編（各2.1%）とした（図3）。脳血管障害、脳卒中、片麻痺は同じ障害と考えられるが原論文の用語に従って分けた。

研究指標と器具の種類では、関節可動域テスト30編（28.3%）、軌道解析装置12編（10.0%）、徒手筋力計7編（5.8%）、歩行時間5編（4.2%）、誘発筋電図5編（4.2%）、リーチ動作（4.0%）、三次元解析装置（3.3%）、重心動揺計（3.3%）、動作遂行時間（3.3%）、アンケート調査、筋電図とロードセル、時間測定、質問紙法、ハンドヘルドダイナモメータ、メジャー各2編（各1.7%）に分類した（図4）。

【考察】

医学中央雑誌でPNFに関する原著論文、報告、解説などの総数は1993年から2012年の29年間で364編であり漸増の様子が窺え

る(図5)。PNF リサーチの第1巻が発行された2001年から2012年までの12年間の論文数は122編であった。12年の同期間のPNF リサーチ以外の雑誌(以下その他の雑誌)の論文数と比べると各年の平均論文数がPNF リサーチ平均10.1編に対してその他の雑誌の平均は11.1編であった。PNF リサーチが各雑誌の総数に匹敵する数の論文を報告している(表1)。その他の雑誌では、会議録、解説が多く、PNF リサーチでは原著論文が多くなっているのが特徴と考えられる(表1)。その理由として日本 PNF 学会の講習会により、

PNF を施行できる理学療法士数の増加が一因と考えられる。12年間で PNF リサーチはほぼ一定の論文数を発表しているが、これに対してその他の雑誌が漸増している様子が窺える(表1)。その他の雑誌の研究者名を確認すると日本 PNF 学会会員も認められる。PNF リサーチ以外に日本 PNF 学会会員がその他の雑誌にも多くの論文を発表していると推察される(表1)

患者を対象者とした研究では、脳血管障害、脳卒中、片麻痺が多く、継いで整形外科である。このことは臨床の対象として障害全

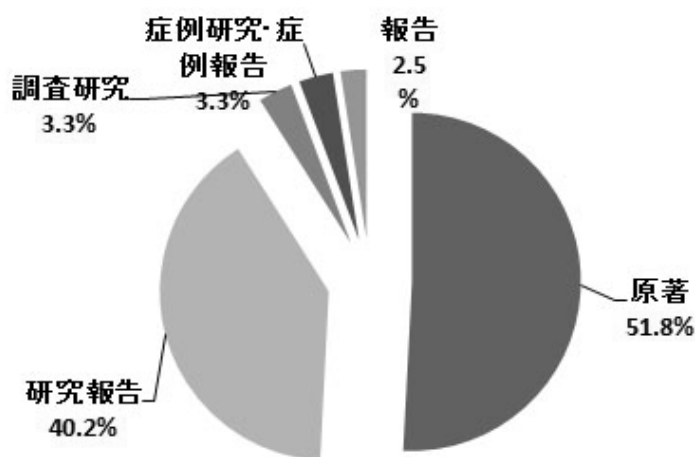


図1 研究論文の内訳 (n=122編)

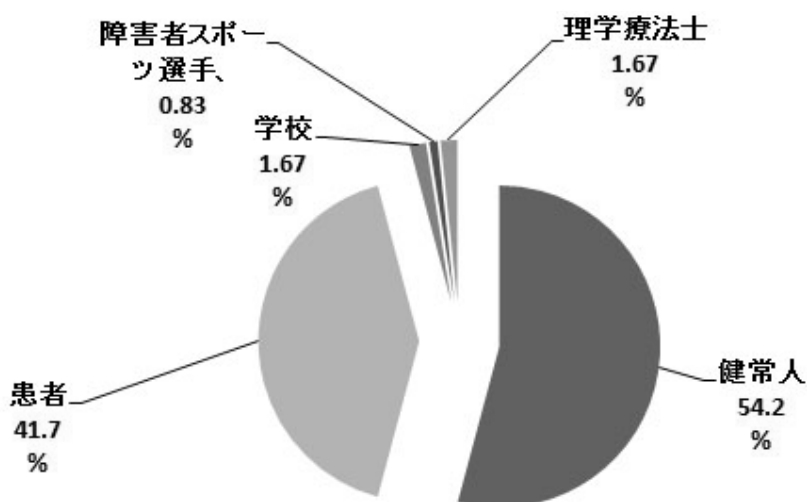


図2 対象と対象者の内訳 (n=120編)

体の母数の大きさをそのまま反映しており、PNF を果敢に用い治療している様子が窺える。同時に嚥下障害、脊髄小脳変性症、脊椎圧迫骨折、認知症など幅広く用いていること

が推察される(図 3)。日本 PNF 学会が組織されたことで、PNFに関する原著論文数は、PNF リサーチ以外にも影響を与えていると推察される。

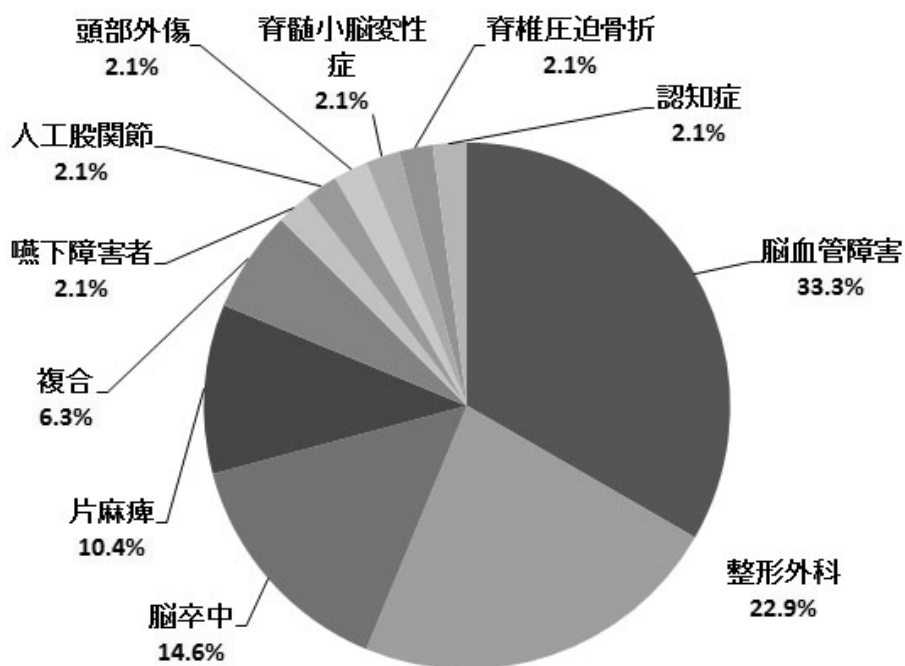


図 3 疾病, 障害の状況 (n=48 編)

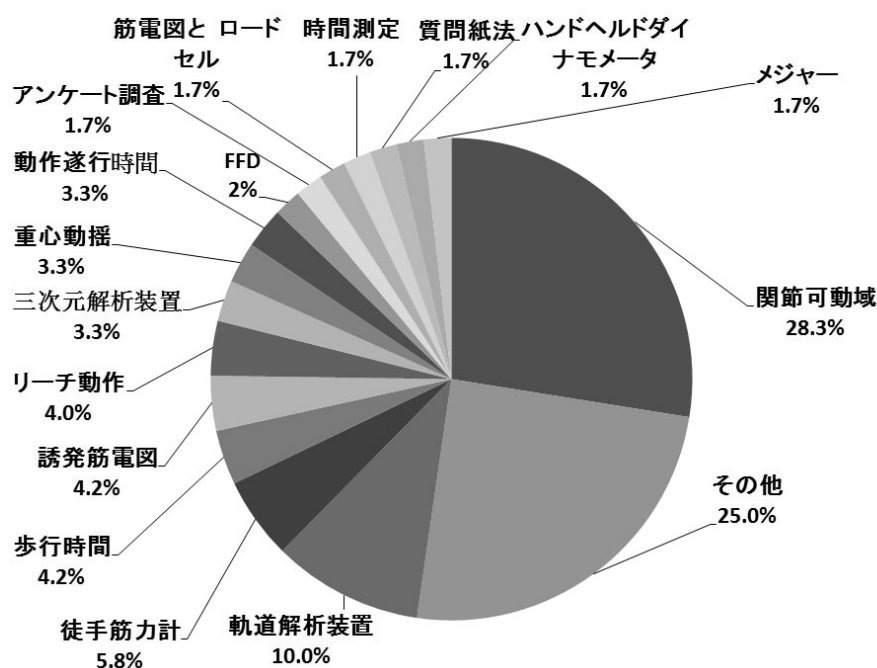


図 4 研究方法, 器具 (n=120 編)

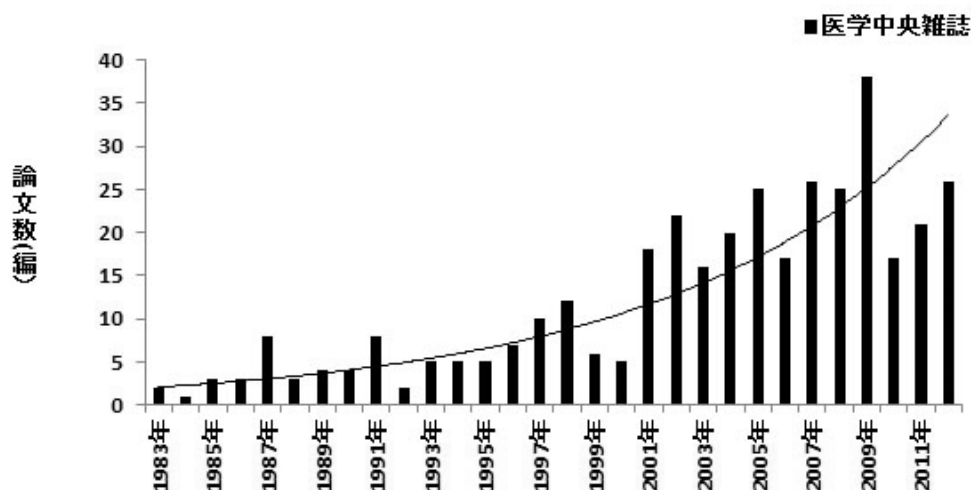


図5 PNFに関する論文数の推移 (n=364 編)

表1 PNFリサーチとその他の雑誌の比較 (n=271 編)

年	その他の雑誌			合計	PNFリサーチ		合計
	会議録	解説	原著		解説	原著	
2001年	2	4	2	8	1	9	10
2002年	4	4	0	8	5	9	14
2003年	0	4	0	4	1	11	12
2004年	5	4	2	11	0	9	9
2005年	3	6	4	13	1	11	12
2006年	5		3	8	0	9	9
2007年	5	1	4	10	0	16	16
2008年	8	1	5	14	0	11	11
2009年	21	4	1	26	0	12	12
2010年	5	1	3	9	0	8	8
2011年	7	1	4	12	0	9	9
2012年	6	3	9	18	1	7	8
合計	71	33	37	141	9	121	130
平均	5.9	3.0	3.1	11.8	0.8	10.1	10.8

表2 測定機器 (n=120 編)

	簡単	複雑
安価	角度計、ストップウォッチ、メジャー、カメラ、アンケート調査 ADL 筋力テスト、体重計	加速度センサー デジタル筋力計 各種センサー
高価	三次元加速度センサー 電気角度計 筋電図	等速度筋力測定計 誘発筋電図 三次元解析装置 超音波 MRI

研究に使用された機器・器具に関しては、相対的に高価な測定機器類を使用しなくても、メジャー、ゴニオメータ、ストップウォッチなどで安価で簡便な道具で対象者の変化を数値化した報告は、臨床家に研究のきっかけの可能性を示すものと考えられる(図4)。表2には、便宜的に測定機器をまとめてみた。これらの測定を用いた研究論文は、病態生理的なメカニズムの解明としては十分とは言えないが、論文として残しておくことにより、将来において研究の帰納上の最終段階である病態生理的な解明への橋渡しになると考えられる⁴⁾。次の時代に技術革新を得たとき、分析の礎になると考えるので、やはり果敢に研究の論文文化に挑戦する必要を感じる。最近では複雑で高価なMRIを用いた論文が散見されるようになったが、脳における変化、骨格筋における運動分析などは技術革新の一つ考えられる^{5), 6)}。

これから期待される論文は、総論文数122編に対して症例報告が3%と少ない現状にある。経験したこと報告しておくことは経験医学からするととても重要であり、今後奨励されるべきと考えられる。

なお、本報告は第7回北京国際リハビリテーションフォーラムでデータの一部を発表した。

【引用文献】

- 1) 柳澤健. 技術を考えるPNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation). 臨床理学療法. 10. p5-6. 1983.
- 2) 今井基次. 片麻痺のためのファシリテーション・テクニックPNFを中心として. 理学療法と作業療法. 17. p97-104. 1983.
- 3) 秋山純和. 病態生理と理学療法. 日本病態生理学会雑誌. 19. p28-31. 2010.
- 4) 秋山純和. 中華人民共和国における神経筋促進指導. PNFリサーチ. 5. p61-65. 2005.

- 5) 白谷智子, 新田 収, 新井光男, 松田雅弘, 多田裕一, 妹尾淳史, 清水ミシェル・アイズマン, 柳澤 健. 固有受容性神経筋促進法の骨盤のパターンの中間域での抵抗運動による静止性収縮が手運動野の脳活動に及ぼす影響. 機能的MRIにおける検討. 12. p39-45. PNFリサーチ. 2012.
- 6) 秋山純和, 高森正祥, 今泉好偉, 早川実佳, 拜師智之, 瀬尾芳輝. 運動後のT₂緩和時間変化によるMRI画像変化~手関節運動における筋活動分析. 第15回マイクロイメージング研究会. 2011.

日本 P N F 学 会 会 誌 投 稿 規 定

投 稿 要 綱

1. 本誌への投稿資格は本学会会員とする。ただし、原稿依頼に関してはこの限りではない。
2. 研究や調査の際に、倫理上人権上の配慮がなされていること。
3. 原稿は未発表のものに限る。(投稿中の原稿も対象外とする)。
4. 原稿は次のカテゴリーのいずれかに分類する。
 - ・総説：研究や調査論文の総括および解説
 - ・原著：未発表のオリジナルな研究論文
 - ・研究と報告：明確な構想に基づき、研究調査結果をまとめたもの(事例報告等も含まれる)
 - ・その他
5. 投稿原稿の採否は、査読後に本学会の編集委員会において決定する。
6. 審査の結果は投稿者に通知する。
7. 原稿の分量および形式は以下の通りとする。
 - 1) 和文原稿はパソコン(テキストファイル形式保存)を用い、A4版横書き、縦40行/横40字の1,600字分を1枚とし、引用文献、図表、写真等を含み、本文の合計が概ね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(日本字/ローマ字)、所属機関名(日本語/英表記)、希望する原稿のカテゴリー(総説/原著/報告/短報/その他)を明記する。原稿本文には、和文の要旨(400字以内)と、キーワード(5語以内)、本文、引用文献、英語要旨(300語以内のAbstractを必ず添付)、Keywords(5語以内)の順に記載し、通し番号を付け、図表および写真を添付する。
 - 2) 本文：はじめに、対象と方法、結果、考察、引用文献に分けて記載する。それぞれの項目の中で小項目を記載するときには、例)対象と方法 1. 対象 2. 課題 3. 実験機器と手順・・・のように半角数字をつけて小項目に分ける。
 - 3) 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。
 - 4) 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。
 - 5) 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及ぶような大幅な変更は認めない。
12. 採択した原稿およびフロッピー等は原則として返却しない。
13. 原稿の送付先：日本PNF学会学術誌編集委員長
〒104-0033 東京都中央区新川1丁目10-182
専門学校 東京医療学院 理学療法学科 昼間部 原田恭宏 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●

本年度も無事に「PNF リサーチ Vol.14」を皆様のお手元にお届けすることができました。

今回も骨盤の後方下制パターンの中間域での静止性収縮の効果を整形外科疾患患者や健常者を対象に検証した英文の原著論文が1編ずつ2編寄せられました。また、対象が脳卒中患者や下肢整形外科疾患患者の原著論文が3編、急性期脳卒中患者の座位耐性練習における骨盤の後方下制パターンの中間域での静止性収縮の効果が血圧変動の変化も含めて検証されたり、上肢のPNF運動パターンの中間域での静止性収縮がバランス能力を改善して前方リーチ動作の有効な治療である可能性が示唆されたり、整形外科疾患患者の荷重量における骨盤の後方下制パターンの中間域での静止性収縮の効果が検証されたりと臨床において困難な問題を改善するPNFアプローチの興味深い効果が検証されています。またPNFの特徴である一側下肢の筋収縮の他肢への発散効果を筋放電をみることで新奇性を持って検証した原著論文が1編、一側下肢肢位が他肢の筋力に与える影響をみた研究報告論文が1編寄せられました。このように今までPNFの効果が様々な視点から検証されていますが、秋山論文では日本PNF学会の研究動向ということで報告としてまとめられています。

皆様、臨床においてPNFを行って「これは効果があったぞ。」ということテーマにして先行研究を探索しながらエビデンスに則って新たに検証していただきたく思います。健常人においてそれらの根拠を検証するのも興味深いですね。日本PNF学会は、PNFの臨床的意義や効果について研究を通して活発に討議していきたいと思えます。多くの論文が投稿されることを期待しています。(Y.H.)

[日本PNF学会役員]

役 職	氏 名	所 属
理 事 長	柳澤 健	郡山健康科学専門学校 副校長 首都大学東京 名誉教授
副 理 事 長	乾 公美	札幌医科大学大学院 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	首都大学東京 大学院 教授
学 術 局 長	富田 浩	人間総合科学大学 理学療法学専攻 教授
渉 外 局 長	山元総勝	熊本保健科学大学 理学療法学専攻 教授
理 事	秋山純和	人間総合科学大学 理学療法学専攻 教授
理 事	田村陽子	特別養護老人ホーム さくら館 通所サービス課
理 事	清水ミシェル・アイズマン	甲南女子大学 理学療法学科 教授
理 事	萩原利昌	川崎市健康福祉局 障害保健福祉部長
理 事	原田恭宏	東京医療学院 理学療法学科 学科長代理
顧 問	中村隆一	東北大学 名誉教授 のぞみ病院 顧問
顧 問	奈良 勲	金城大学 学長
監 事	太田 誠	日本福祉リハビリテーション学院 学校長
監 事	田口孝行	埼玉県立大学大学院 准教授

[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
- ・清水ミシェル・アイズマン ・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14巻 第1号
2014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) 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。