PNF リサーチ

-PNF Research-

日本 PNF 学会会誌

Vol.13 No.1 2013

目次

日			
□原著 Effect of static contraction facilitation technique without stretching in the mide PNF pattern on the active range of motion of the knee joint in orthopedic patients.	ents	ge of motion of imoto Kazue	1
Effects of a resistive static contraction of the pelvic depressors technique on the motion of the knee joints in patients with lower-extremity orthopedic conditions.	ns.	Ü	
	Shira	tani Tomoko	8
一側下肢の筋収縮が対側下肢の筋放電に及ぼす影響	富田	浩・他	18
上肢の抵抗運動による静止性収縮促通が膝関節伸展自動可動域に及ぼす遠隔棘	削激後の 原田)効果 恭宏・他	30
骨盤の静止性収縮促通が遠隔の肩関節内旋可動域に及ぼす効果	道祖	悟史・他	38
□研究報告 骨盤パターンにおける静止性収縮が脳卒中後片麻痺患者の歩行速度に及ぼす影 〜用手接触による比較〜		有希・他	44
股関節回旋肢位の相違が膝伸展筋力へ与える影響	伊藤	貴史・他	50
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	竹澤	美穂・他	56

Effect of static contraction facilitation technique without stretching in the middle range of motion of the PNF pattern on the active range of motion of the knee joint in orthopedic patients

Masumoto Kazue ¹⁾	Arai Mitsuo ²⁾	Shiratani Tomoko ³⁾	Akagi Satoko ¹⁾
Shimizu Ayumi ¹⁾	Tsuboi Akio 4)	Yanagisawa Ken ⁵⁾	Michele Eisemann Shimizu ⁶⁾

Abstract: The purpose of this study was to investigate the immediate effects of a static contraction facilitation (SCF) technique utilizing a contraction of the target muscle without stretching in the middle range of motion using a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) pattern for the extremities on the active range of motion (AROM) of the knee joints in orthopedic patients. Twenty-one subjects with orthopedic knee joint disabilities (mean age=79.4 years, SD=8.1) were randomly assigned to a sustained stretch (SS) group, hold relax (HR) (a maximal static contraction of the antagonist muscles (hip extensorabductor-internal rotator muscles)) on stretch using a diagonal position (hip flexion-adduction-external rotation) group, or SCF (contraction of the target muscle (hamstrings) without stretching in the middle range of motion using a PNF pattern for the extremities (extension-abduction-internal rotation)) group. The AROM of knee extension with the hip stabilized at 90 degrees was measured in the supine position before and after each exercise. The percentage change in AROM before and after each exercise was calculated. Result: The result of a one-way ANOVA calculated between groups using the percentage change in AROM showed a significant difference between the groups (p<0.05). A post hoc Scheffé test revealed that the HR and SCF groups showed significant improvement as compared to the SS group (p<0.05). Conclusion: These results suggest that the SCF technique have immediate effects for increasing the AROM of knee joint in orthopedic patients.

Key words: PNF, hold relax (HR), static contraction facilitation technique (SCF), active range of motion, stretch

Introduction

The mass movement patterns for facilitation of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) are spiral and diagonal and closely resemble the movements used in sports and work activities¹⁾. PNF techniques are often used to induce muscle relaxation and increase active range of motion (AROM) for neurological and/or orthopedic conditions.

A basic PNF technique for increasing AROM

(i.e., straight leg raising) is the hold-relax (HR) technique, which utilizes a shortening contraction of the antagonist muscle on stretch. The antagonist muscle (i.e. hamstrings) is placed on stretch in a diagonal position (i.e., hip extension-abduction-internal rotation) and maximal resistance is applied with a static contraction (SC) of the antagonist muscle 1). Intrinsic stiffness or slackness of the intrafusal

muscle fibers at any given time is highly

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

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

4) Department of Occupational Therapy, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences, Japan

²⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tsukuba International University, 6-8-33 Manabe, Tsuchiura City, Ibaraki, 300-0051, Japan

⁵⁾ Department of Physical Therapy, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, 72-10 Higashiogu, Arakawaku, Tokyo, 116-8551, Japan

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

dependent on the immediate previous history of movements and contractions²⁾. To increase the AROM of the knee joints in normal subjects, a static contraction facilitation (SCF) technique utilizing a contraction of the target muscle (hamstrings) without stretching in the middle range of motion in a PNF pattern for the extremities may also have an immediate effect, as does the HR³⁾.

In the orthopedic patients, the SCF technique also has immediate effects for increasing the passive range of motion (PROM) of the knee joint⁴⁾. However, the effect of the SCF technique on the AROM has not been determined in patients with orthopedic problems. Deficits in AROM may reflect a number of factors, including muscle weakness, pain, muscle spasm, and soft tissue tightness, which has been reported following injury and with osteoarthritis^{5,6)}. If the SCF technique has an immediate effect on the AROM of knee joints in orthopedic patients, it may be useful when direct approaches to improve the AROM and strengthen the agonist muscles of severely restricted joints are difficult due to pain or weakness of the agonist muscle and/or increase of stiffness of the antagonist muscle.

The purpose of this study was to investigate the immediate effects of the SCF technique using a PNF lower extremity pattern (extensionabduction-internal rotation) on the AROM of the knee joints.

Participants

The source patients consisted of 21 patients (20 women, 1 male) with lower-extremity orthopedic conditions. Exclusion criteria included any neurological disorder within the last year that required medical attention. This study was performed in compliance with the revised Helsinki Declaration. All participants

gave their written informed consent. The mean (SD) age was 79.4 (8.1) years (range 50-88 years). The diagnoses of the subjects were coxarthrosis (two subjects), gonarthrosis (thirteen subjects), tibial plateau fracture (one subject), distal tibial fracture (one subject), and femoral neck fracture (four subjects).

Experimental design Independent variable (technique)

Subjects were randomly assigned to one of three groups: SS group, HR group or SCF group. Subjects were positioned supine on a table. Each technique was performed by the primary experimenter. The subject was instructed to verbally cue the examiner when he or she felt tension or additional increase in pain level.

- ① SS group: The sustained stretch (SS) technique is a method in which a target muscle is elongated to tolerance stretching of the hamstrings) at the relatively pain-free range and the muscle held at the greatest tolerated length⁷⁾. SS was used to maintain hip flexion at 90 degrees while the research assistant moved the tibia into the terminal position of knee extension. The subject was asked to relax the lower extremity in an effort to prevent a contraction of the muscles 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 kept there for twenty seconds.
- ② HR group: A maximal static contraction of the antagonist muscles (hip extensorabductor-internal rotator muscles) on stretch using a diagonal position (hip flexionadduction-external rotation) for twenty seconds was done (Fig.1a). This was







b) SCF technique

Figure 1. Intervention

- a) HR technique: A maximal static contraction of the antagonist muscles (hip extensor-abductor-internal rotators) on stretch using diagonal position (hip flexion-adduction-external rotation) for 20 seconds.
- b) SCF technique: Maximal resistance to a lower extremity pattern (hip extension-abduction-internal rotation) without stretching in the middle range of motion.

followed with a 4-second progressive buildup to a 20-second maximum voluntary isometric contraction of the hip extensor-abductor-internal rotator muscles. The subject pushed his or her leg against the hand of the experimenter during the contraction.

③ SCF group: We used maximal resistance against a lower extremity pattern (hip extension-abduction-internal rotation) without stretching in the middle range of motion (Fig.1b). This was followed with a 4second progressive buildup to a 20-second maximum voluntary isometric contraction of the hip extensor-abductor-internal rotator muscles.

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 or increasing quadriceps recruitments before and after each exercise (Fig.2). The percentage change in AROM after each technique was calculated in comparison with the AROM before the technique was performed.

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. The greater trochanter, the lateral epicondyle of the femur, and lateral malleolus were palpated and served as landmarks during the measurement, as outlined by the Japanese Orthopedic Association. The subject was asked to move the leg without assistance into knee extension while maintaining the angle of hip flexion.

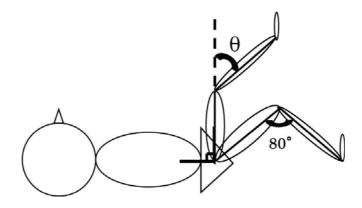


Figure 2. Measurement of active range of motion of the knee joint

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

Table 1. Result of a one-way analysis of variance (ANOVA)

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F value	P value
Technique	2597.93	2	1298.97	6.11	0.009
Error	3826.8	18	212.6		
Total	6424.73	20			

Data analysis Statistical Analysis

SPSS for Windows, PASW version 11.0 (SPSS Inc, Tokyo) was used for the analysis. A probability level of p<0.05 was used to determine the statistical significance.

- 1) Prior to the experimental study, a pilot study was conducted to determine the intratester reliability of the AROM values.
- 2) The differences in the values of AROM between the groups were examined using a one-way analysis of variance (ANOVA) with the post hoc Scheffé test.

Percentage changes in AROM were compared using a one-way ANOVA.

Results

The ICC (1,1) values calculated for the pretest-posttest knee extension data of the control group were. 96; therefore, the data was acceptable for the purposes of this study.

The mean (SD) percentage change in AROM was -12.3 (13.4) for the SS group, -37.1 (18.2) for the HR group, and -34.5 (11.2) for the SCF group.

The results of a one-way ANOVA calculated between groups using the percentage improvement in AROM showed a significant difference between groups (p<0.05) (Table 1). A post hoc Scheffé test revealed that the HR and SCF groups showed significant improvements as compared to the SS group (p<0.05) (Fig.3).

Discussion

We found that the SCF technique as well as the HR technique has significant immediate effects for increasing the AROM of knee extension as compared to the SS technique.

The superior changes in ROM that the HR technique often produces as compared with other stretching techniques have traditionally been attributed to autogenic inhibition⁸⁾. Autogenic inhibition is what occurs in a contracted or stretched muscle in the form of a decrease in the excitability caused by inhibitory signals sent from the GTOs of the same muscle⁸⁾. The lb afferents, which originate from Golgi tendon organs, have been reported to inhibit agonist (hamstrings) motoneurones (autogenetic inhibition) and, at the same time, to facilitate antagonistic (knee extensor) motoneurones ^{9,10)}.

A reduction in antagonist co-activation would allow an increased expression of agonist muscle force¹¹⁾, which may be a cause of

increasing the AROM after the HR and SCF techniques.

Reciprocally inhibitory action to antagonist motoneurones is seemingly peculiar, since the Ib effect on antagonist motoneurones is known as facilitatory⁹⁾. The Ib afferents, which originate from Golgi tendon organs, have been reported to inhibit agonist (hamstrings) motoneurones (autogenetic inhibition) and at the same time to facilitate antagonistic (knee extensor) motoneurones^{9,10)}.

Proprioceptive impulses set up by active contraction of the cat's hamstring muscles readily inhibit decerebrate tonus in the quadriceps extensor muscle of the same side¹²⁾. However, marked rebound contraction of the cat's quadriceps brings the tension to considerably more than its previous resting level¹²⁾. A reduction in antagonist co-activation would also allow increased expression of agonist muscle force.

Tendon organ afferents tend to discharge

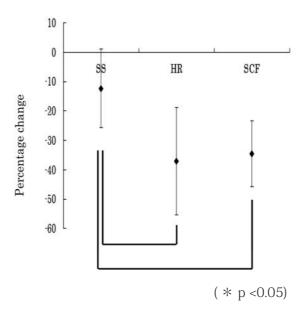


Figure 3. Percentage change of AROM

HR and SCF groups showed significant improvement as compared to the SS group (p<0.05)

during movements involving low^{14,15)} to high force levels¹⁵⁾ of active muscle force. Strong contractions, such as the SCF technique without stretch, may also change the motor strategies through the Ib fiber as well as the HR technique with stretch. After injury of muscles that cross multiple joints or have complex architecture, the muscles become weaker and at risk for further injury¹⁶⁾. The HR technique that produces the greatest gains in joint ROM may also produce the greatest increase in hamstrings EMG activity¹⁷⁾.

If application of the HR techniques with stretch is difficult because of muscle damage or pain, application of the SCF technique may be an effective approach in directly treating the extremities. The SCF technique without stretch of the target muscles is an effective and safe technique for orthopedic patients, who tend to have pain and/or increase of muscle damage (e.g., patients with lower-extremity orthopedic conditions).

The cause of improvement of the AROM may also be due to specific characteristics of the orthopedic disease. Disuse atrophy by immobilization also decreases muscle strength, which may be due to impairments in central neural activation and changes in the functional properties of the central nervous system ^{18,19)}. With regard to the Ib inhibitory interneurones, many researchers have demonstrated that they have a wide congervence from the supraspinal area, which controls the gain and the direction of the action of the lb effects ¹⁰⁾.

Improvement of the increase in the AROM of knee extension in orthopedic patients may be the result of the inhibition of the antagonist hamstrings activity from the Ib effects

We could not define the cause of the increase in the AROM of the knee joints, because we did not evaluate the neuromuscular parameters. The neuromuscular parameters, such as EMG activities, should be measured during the AROM of knee extension in future studies of the SCF technique.

Conclusion

Our study demonstrated that the SCF technique used in the middle range of motion might have immediate effects for increasing the AROM of knee joints as well as the HR technique. If antagonist muscle contraction with stretch is difficult because of pain, the SCF technique using a PNF pattern in the midrange of motion without stretch may be an effective approach.

References

- Voss DE, Inoka MK. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; Patterns and Techniqes. Third ed. p298-311, Harper & Row, USA, 1985.
- 2) Hagbarth KE, Nordin M. Postural aftercontractions in man attributed to muscle spindle thixotropy. J Physiol. 50 (3). p875-883, 1998.
- 3) Harada Y, Arai M, Hukushima Y, et al. Effects of hold relax and sustained contraction facilitation technique in the middle range of motion of PNF pattern on the active range of the knee joints. PNF Res. 11 (1). p27-34. 2011. (in Japanese)
- 4) Masumoto K, Arai M, Akagi S, et al. Effect of hold relax involved passive stretching of the target muscle and static contraction facilitation technique in the middle range of motion of PNF on the passive range motion of the knee joint in orthopedic patients. PNF Res. 11 (1). p46-51. 2012. (in Japanese)
- 5) Bearne LM, Scott DL, Hurley MV. Exercise can reverse quadriceps sensorimotor

- dysfunction that is associated with rheumatoid arthritis without exacerbating disease activity. Rheumatology (Oxford Journal). 41 (2). p157-66. 2002.
- 6) Povlsen B, Rose RL. Managing type II workrelated upper limb disorders in keyboard and mouse users who remain at work: a case series report. J Hand Ther. 21 (1). p69-78. 2008.
- 7) 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.
- 8) Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. Sports Med. 36 (11). p929-939. 2006.
- 9) Laporte Y, Lloyd DP. Nature and significance of the reflex connections established by large afferent fibers of muscular origin. Am J Physiol. 169 (3). p609-621.1952.
- 10) Yanagawa S, Shindo M, Nakagawa S. Increase in Ib inhibition by antagonistic voluntary contraction in man. J Physiol. 440. p311-323. 1991.
- 11) Gabriel DA, Kroll WP. Isometric successive induction resistance exercise. Clin Kinesiol. 45. p30-37. 1991.
- Cooper S, Creed RS. More reflex effects of active muscular contraction. J Physiol. 64 (3). p199-214. 1927.
- 13) Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. Sports Med. 36 (2). p133-49. 2006.
- 14) Houk J, Henneman E. Responses of Golgi tendon organs to active contractions of the soleus muscle of the cat. J. Neurophysiol.

- 30 (3). p466-481. 1967.
- 15) Binder MD, Kroin JS, Moore GP, et al. The response of Golgi tendon organs to single motor unit contractions. J Physiol. 271 (2). p337-349, 1977.
- 16) Garrett WE Jr. Muscle strain injuries. Am J Sports Med. 24 (6). S2-S8, 1996.
- 17) Ferber R, Osternig L, Gravelle D. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. J Electromyogr Kinesiol. 12 (5). p391-397. 2002.
- 18) Sale DG. Neural adaptation to resistance training. Med Sci Sports Exerc. 20. S135-S145. 1988.
- 19) Lundbye-Jensen J, Nielsen JB. Central nervous adaptations following 1 wk (week?) of wrist and hand immobilization. J Appl Physiol. 105 (1). p139-151. 2008.

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 conditions.

Shiratani Tomoko ¹⁾	Arai Mitsuo ²⁾	Masumoto Kazue ³⁾
Akagi Satoko ³⁾	Shimizu Ayumi ³⁾	Tsuboi Akio 4)
Nitta Osamu ⁵⁾	Yanagisawa Ken ⁵⁾	Michele Eisemann Shimizu ⁶⁾

Abstract: The purpose of this study was to determine the remote after-effects (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 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 passive range of motion (PROM) of knee extension by lengthening the hamstrings in patients with lower-extremity orthopedic problems. The effects of the duration of intervention were also considered. If a stretching approach is difficult because of pain, we previously found that the RAE of the SCPD could improve the PROM [Arai 2002] and active range of motion of the shoulder [Tanaka 2009] and knee joints [Shiratani 2009] without stretching.

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 groups) in which the technique and duration of intervention were combined. The percentage change in the PROM of the knee joint after each technique was calculated in comparison with the PROM before the technique was performed.

A two-way non-repeated ANOVA for percentage change in the PROM showed that only the group factor produced a main effect (p<0.05). Bonferroni post hoc testing revealed a significant difference only between the SCPD and SS group (p<0.05), reflecting a greater percentage change in PROM in the SCPD group. The results of this study on orthopedic patients suggest that the indirect SCPD technique without stretch may be an effective approach to improve the PROM as a RAE in patients with orthopedic conditions.

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

Introduction

Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques are often used to induce muscle relaxation and increase active range of motion (AROM) with neurological and/or orthopedic conditions¹⁾. A sustained stretching (SS) technique is a method in which a target

muscle is elongated to tolerance (i.e. stretching of the hamstrings) in the relatively pain-free range, and that position is held with the muscle at the greatest tolerated length²⁾. A basic PNF technique for increasing flexibility of hamstrings is the hold-relax (HR) technique which utilizes a shortening contraction of the

- 1) Department of Rehabilitation, Sonoda Second Hospital, 3-3-3 Hokima, Adachiku, Tokyo, 121-0813, Japan
- Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tsukuba International University, 6-8-33 Manabe, Tsuchiura City, Ibaraki, 300-0051, Japan
- 3) Department of Physical Therapy, Hiroshima Kousei Hospital,1-5-13 Nihoshin-machi, Minamiku, Hiroshima City, 734-0024, Japan
- 4) Department of Occupational Therapy, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences, Japan
- 5) Department of Physical Therapy, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University, 72-10 Higashiogu, Arakawaku, Tokyo, 116-8551, Japan
- 6) Department of Physical Therapy, Faculty of Nursing and Rehabilitation, Konan Women's University, 6-2-23, Morikita-machi, Higashinadaku, Kobe, 658-0001, Japan

hamstrings in a diagonal position (i.e. hip extension-abduction-internal rotation) followed by maximal resistance of a static contraction (SC) of the hip extensor-abductor-internal rotators¹⁾. Both the HR and SS techniques were considered direct approaches. However, if a stretching approach is difficult 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 improved the passive range of motion (PROM)³⁾ and AROM of the shoulder⁴⁾ and knee joints^{5,6)} without stretching.

It has already been shown that after a contraction of distal muscles, post-activation effects can appear in proximal muscles not involved in the previous voluntary activity as a RAE⁷⁾. The RAEs differ in duration (a few seconds up to several hours) depending on the sensory systems involved⁸⁾. 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 as compared to the SS for 20 seconds⁶⁾.

However, previous research did not focus on the RAE of SCPD technique as compared to direct approaches, such as the HR technique in patients with lower-extremity orthopedic conditions, and the effects of the duration of various techniques were not considered. The purpose of this study was to determine the immediate RAE of the SCPD technique on the improvement of the flexibility of hamstrings in patients with lower-extremity orthopedic conditions with consideration of the effects of the duration of intervention.

Methods

Participants

The source patients consisted of 24 outpatients (18 women, 6 men) with lower-extremity orthopedic conditions. Exclusion criteria included any neurological disorder within the last year that required medical attention. This study was performed in compliance with the revised Helsinki Declaration. All participants gave their written informed consent.

The mean (SD) age was 62.6 (9.5) years (range 39-74). The diagnoses of the subjects were total knee replacement (seven subjects), osteoarthrosis of the knee (six subjects), osteoarthrosis of the hip (three subjects), total hip replacement (one subject), knee joint contracture (three subjects), femoral head replacement (one subject), fracture of the tibia, fibula (one subject), fracture of the patella (one subject), and supracondylar femur fracture (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 20s or 40s for each of the three techniques. Subjects were randomly assigned to one of six groups (20s-SCPD, 40s-SCPD, 20s-HR, 40s-HR, 20s-SS, and 40s-SS).

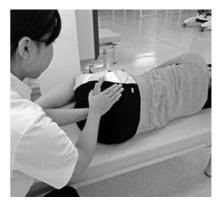
Each technique was performed by the primary experimenter.

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 length²⁾. Hip flexion was







a. SS technique

b. HR technique

c. SCPD technique

Fig. 1 Interventions

a) SS technique

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

b) HR technique

The subject followed with a 4-second progressive buildup to a 20-second or a 40-second maximum voluntary isometric contraction of the hip extensor-abductor-internal rotator muscles.

c) SCPD technique

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

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 was kept for twenty or forty seconds.

② HR technique

A maximal static contraction of the antagonist muscles (hip extensor-abductor-internal rotator) on stretch is done from a diagonal direction (hip flexion-adduction-external rotation) and is followed by relaxation, as shown in Fig. 1b. The procedure began with a 4-second contraction leading to a progressive buildup of a 20-second or 40-second

maximum voluntary isometric contraction of the hip 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, adjusting to the strength of the pelvic depressors. The subject pushed his or her

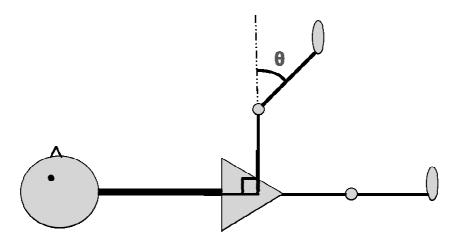


Fig. 2 Measurement of hamstring flexibility with knee extension test

The PROM 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.

pelvis against the hand of the experimenter during the contraction.

Dependent variable

The PROM 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, the PROM scores were normalized. To normalize the score of PROM, the percentage change in PROM of the knee joint after each technique was compared with the PROM before intervention.

Measurement protocol

Each measurement was performed by two experimenters. The PROM 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). The greater trochanter, lateral epicondyle of the femur, and lateral malleolus were palpated and served as landmarks during measurement, as outlined by the Japanese Orthopedic Association. 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 11.0 (SPSS Inc, Tokyo) was used for the analysis. A probability level of P<0.05 was used to

determine statistical significance.

- 1) Intraclass correlation coefficients (ICCs) for PROM were obtained before the intervention.
- 2) After randomizing the 24 patients, the differences in the scores of PROM for the six groups were examined using a one-way ANOVA with Bonferroni post hoc testing to determine the differences between the groups.
- 3) Percentage changes in PROM 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 (1,1) value calculated for pretest-posttest knee extension data of the control group was . 95. Therefore, this data is acceptable for the purposes of this study.
- 2) The mean (SD) scores for PROM before the intervention was -13.8 (12.5) for the 20s-SS group, -22.5 (9.6) for the 20s-HR group, -25.0 (14.7) for the 20s-SCPD group, -18.8

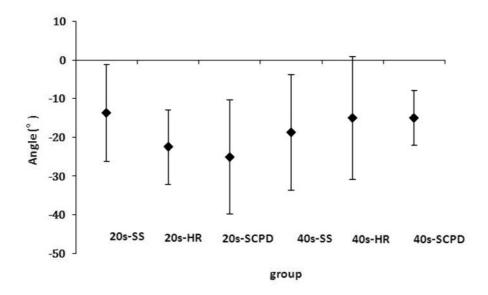


Fig. 3 The mean (SD) scores for PROM before the intervention for each group (mean ±SD)

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

	SS-20s	HR-20s	SCPD-20s	SS-40s	HR-40s	SCPD-40s
before	-13.8 (12.5)°	-22.5 (9.6)°	-25.0(14.7)°	-18.8 (14.9)°	-15.0 (15.8)°	-15.0 (7.1)°
after	-8.8 (7.5)°	-15.0 (10.8)°	-18.8 (11.1)°	-17.5 (15.6)°	-13.8 (13.8)°	-6.3 (6.3)°

(14.9) for the 40s-SS group, -15.0 (15.8) for the 40s-HR group, and -15.0 (7.1) for the 40s-SCPD group (Fig. 3; Table 1).

There were no significant differences between the groups in PROM scores before the intervention after randomizing 24 patients (F (2,18)=2.4, p=0.08).

3) The mean (SD) scores for PROM after the intervention was -8.8 (7.5) for the 20s-SS group, -15.0 (10.8) for the 20s-HR group, -18.8 (11.1) for the 20s-SCPD group, -17.5

- (15.6) for the 40s-SS group, -13.8 (13.8) for the 40s-HR group, and -6.3 (6.3) for the 40s-SCPD group (Fig. 4; Table 1).
- 4) The mean (SD) percentage change in PROM was -21.0 (24.2) for the 20s-SS group, -36.0 (17.8) for the 20s-HR group, -30.4 (14.3) for the 20s-SCPD group, -4.5 (14.1) for the 40s-SS group, -41.3 (42.5) for the 40s-HR group, and -62.5 (27.0) for the 40s-SCPD group (Fig.5).
- 5) A two-way non-repeated ANOVA for the percentage change in PROM showed that

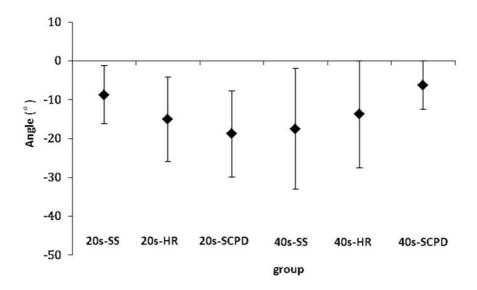


Fig. 4 The mean (SD) scores for PROM after the intervention for each group (mean ±SD)

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

	df	SS	MS	F	Р
Techmique	4993.60	2	2496.80	3.90	0.04
Duration	291.34	1	291.34	0.46	0.51
Technique × Duration	2364.23	2	1182.11	1.85	0.19
Erorr	11515.26	18	639.74		
Total	44650.81	24			

^{*:&}lt;sub>p</sub><0.05

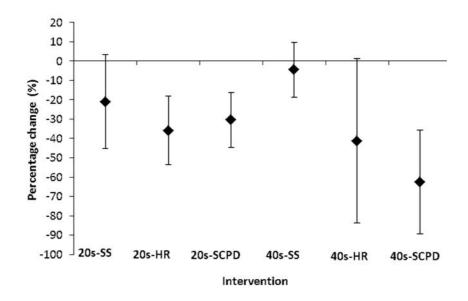


Fig. 5 The percentage change in PROM for each intervention (mean ±SD)

the group received a significant main effect (p<0.05). The duration did not produce a significant main effect (Table 2).

The mean (SD) percentage change in PROM was -12.7 (11.6) for the SS group, -38.6 (3.8) for the HR group, -46.5 (22.7) for the 20s-SCPD group.

Bonferroni post hoc testing revealed a significant difference only between the SCPD and SS groups (p<0.05), reflecting a greater percentage change in PROM in the SCPD group as shown in Fig.6.

Discussion

The duration of intervention did not effect the PROM of the knee joint in this study. This is concluded from the result that the RAE of the SCPD technique did not differ in duration in this study.

On the other hand, the SCPD technique only revealed a significant improvement in the PROM of knee extension as compared to the SS technique used in orthopedic patients.

These results suggest that the SCPD technique without stretch of the target muscles may be an effective indirect approach to improve the PROM in patients with lower-extremity orthopedic conditions.

It has often been suggested that the improvement of the PROM results from reduced passive stiffness of the muscle-tendon unit 10,11). Passive stiffness can be defined as the resistance to elongation or, in physics terms, the change in tension per unit change in length¹²⁾ . Resistance to musculotendinous stretching involves both the mechanical viscoelastic properties of muscle connective tissue, as well as the neurological reflexive and voluntary components of muscular contractions¹³⁾. Temporary profound inhibition of the H-reflex occurrs during the SCPD technique^{14,15,16)}, which may decrease muscle stiffness, allow enhanced muscle compliance and subsequently improve upper extremity PROM¹⁵⁾. The improvement of the PROM of the knee joint by the SCPD technique

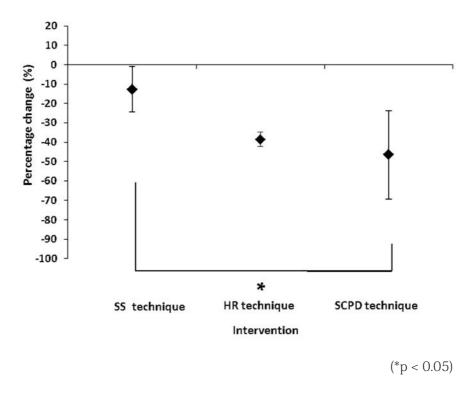


Fig. 6 Percentage change of PROM for each intervention (mean ±SD)

Bonferroni post hoc testing revealed a significant difference only between the SCPD and SS group (p<0.05), reflecting a greater percentage change in PROM in the SCPD group.

in this study was also considered a RAE^{4,15,16)}, which may influence the decrease of muscle stiffness of hamstrings in patients with orthopedic conditions.

In addition, the cause of the improvement of the PROM may also be due to specific characteristics of the orthopedic disease. Disuse atrophy by immobilization also causes a decrease in muscle strength, which may be due to impairments in central neural activation and changes in the functional properties of the central nervous system^{17,18)}. SCPD technique may be considered not only to reduce viscoelastic properties of muscle by reflexive inhibition during the SCPD technique^{14,15,16)}, but also to increase muscular recruitment activation after the SCPD technique^{14,15,16)}

probably via a spino-bulbo-spinal reflex as the $RAE^{16)}$. These effects may enhance the PROM of the knee joint in patients with orthopedic impairments in this study.

After injury (muscles that cross multiple joints or have complex architecture), the muscle is weaker and at risk for further injury¹⁹⁾. The indirect approach such as the SCPD technique is an effective approach for the orthopedic patients, who tend to have pain and/or increase of muscle damage.

Limitation of this study

Subjects with a restricted joint range of movements in a clinical test have stiffer hamstring muscles and a lower stretch tolerance²⁰⁾. In this study, we determined the

parameter of flexibility of hamstrings as the PROM, which we defined as the point at which the subject reported discomfort. However, subject sensations - not the degree of stiffness - that limit joint motion may be a significant factor in limiting joint motion during functional movements^{20, 21)}. We need to do further studies to determine the parameter of flexibility of hamstrings.

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

- 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) 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)
- 4) Arai M, Shiratani T. The remote aftereffects 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.
- 5) 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)
- 6) 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)
- 7) Gurfinkel, V. S, Levik, Y. S, Lebedev, M. A. Immediate and remote postactivation effects in the human motor system. Neurophysiology. 21. p343-351. 1989.
- 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) Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. Phys Ther Sport. 2 p186-193. 2001.
- 10) Guissard N, Duchateau J. Effect of static stretch training on neural and mechanical properties of the human plantar-flexor muscles. Muscle Nerve. 29 (2). p248-255. 2004.
- 11) Lung MW, Hartsell HD, Vandervoort AA. Effects of aging on joint stiffness: implications for exercise. Physiotherapy Canada. 48. p96-106. 1996.
- 12) Salsich GB, Mueller MJ, Sahrmann SA. Passive ankle stiffness in subjects with diabetes and peripheral neuropathy versus an age-matched comparison group. Phys Ther. 80 (4). p352-362. 2000.
- 13) Ferber R, Osternig L, Gravelle D. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. J Electromyogr Kinesiol. 12 (5). p391-397. 2002.

- 14) Arai M, Shiratani T, Shimizu ME 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 Res. 12 (1). 13-20, 2012.
- 15) Arai M, Shiratani T, Shimizu ME et al.

 Neurophysiological study of remote rebound-effect of resistive static contraction of lower trunk on the flexor carpi radialis H-reflex. Current Neurobiology 3 (1). 25-29. 2012.
- 16) Arai M, Shimizu H, Yanagisawa K, et al. Effects of pelvic exercise on a long loop reflex latency case study. PNF Res. 3 (1). p52-59. 2003. (in Japanese)
- 17) Sale DG. Neural adaptation to resistance training. Med Sci Sports Exerc. 20. S135-S145. 1988.
- 18) Lundbye-Jensen J, Nielsen JB. Central nervous adaptations following 1wk? of wrist and hand immobilization. J Appl Physiol. 105 (1). p139-151. 2008.
- 19) Garrett WE Jr. Muscle strain injuries. Am J Sports Med. 24 (6). S2-S8. 1996.
- 20) Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, et al. Determinants of musculoskeletal flexibility: viscoelastic properties, crosssectional area, EMG and stretch tolerance. Scand J Med Sci Sports. 7 (4). p195-202. 1997.
- 21) Weppler CH, Magnusson SP. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? Phys Ther. 90 (3). p438-449. 2010.

一側下肢の筋収縮が対側下肢の筋放電に及ぼす影響 Effects of muscle contraction in ipsilateral lower extremity on muscle activities in contralateral lower extremity

富田 浩 ¹⁾ 柳澤 健 ²⁾ Hiroshi Tomita Ken Yanagisawa

要旨:一側下肢の運動により対側下肢に筋放電が生じる.この筋放電が,運動関節(股関節・膝関節・足関節)及び運動方向(伸展・屈曲など)の相違により異なるのか,また,運動負荷量の相違により,対側下肢筋に生じる筋放電量が異なるのかを明らかにするために筋電図による実験を行った.

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,左下肢筋に生じる筋放電について網羅的に分析した.

その結果,遠位関節に比較し近位関節である右股関節周囲筋の静止性収縮によって左下肢筋の筋放電が生じやすく,左下肢筋に生じた筋放電は,遠位関節周囲筋より近位関節周囲筋で大きかった。また,右下肢筋の負荷量が大きいほど,左下肢筋の筋放電量は増大した。中殿筋など一部の筋に限られるが,一側下肢筋で静止性収縮(最大筋力の80%強度)を行うと,対側下肢筋には,筋力維持や筋力増強が期待できる程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,対側下肢,発散現象,表面筋電図

Abstract: The purpose of this study was to verify that the amount of muscle activity in contralateral lower extremity becomes correspondingly varied on the activities of joints in ipsilateral lower extremity (hip joint/knee joint/ankle joint) and its activities of the motion (e.g. extension, flexion) as well as loading intensity in activities.

Healthy male subjects were assigned to perform the eight types of static contraction, which were extension, flexion, abduction and adduction in right hip joint, extension and flexion in right knee joint, and dorsi flexion and planter flexion in right ankle joint, in 20%, 40%, 60% and 80% of maximal voluntary contraction (MVC) in order to comprehensively analyze the myoelectric activities caused in the muscles of left lower extremity.

Higher muscle activities tended to occur by the static contraction around muscles in the right hip joint (proximal joint) compared to the one, which occurred in the right ankle joint (distal joint), and the muscle activities which occurred around muscles in the left hip joint (proximal joint) tended to be higher than the one in the left ankle joint (distal joint). And it indicates that as the loading intensity in the muscles of right lower extremity grew, the muscle activities of left lower extremity increased. Also, although it was limited to gluteus medius muscle and some other muscles, when static contraction (80%MVC) was performed in ipsilateral lower extremity, it generated muscle contraction which could be enough to expect to maintain or/and enhance muscle strength in contralateral lower extremity.

Key Word: muscle contraction, ipsilateral lower extremity, contralateral lower extremity, 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

I. はじめに

理学療法では、ギプス固定などにより関節 運動が施行できない場合や麻痺があって十分 な随意運動が行えない場合、一側肢の運動を 行うことにより対側肢の筋力維持を図ること がある $^{1)\sim 4}$. 一側の上肢や下肢の運動を行うと対側肢などに筋放電が生じることが報告 $^{1)\cdot 2)\cdot 4}$ されており、その運動の負荷量を大きくすると対側の筋放電は大きくなる $^{5)\cdot 6}$. また、その一側の抵抗運動を長期間継続して行うと対側の筋力が増強するなどの報告 $^{7)\cdot 8}$ もあり、これらの現象は発散現象やクロス・エデュケーション(cross-education)と呼ばれている.

一側の膝関節伸展運動を行った時の対側の膝関節伸筋および屈筋の筋電図を分析すると、伸筋と屈筋ともに筋放電が確認できる. さらに、運動肢の負荷量が大きくなると伸筋と屈筋ともに筋放電が大きくなることが確認されている⁹⁾. しかし、負荷量の相違によって対側の筋放電量に差異があるのかについては統計学的に検証されていない. また、対側の筋放電が膝関節伸筋および屈筋以外のどのような範囲にわたって生じるのかなどについても分析されていない.

このように、一側の上肢や下肢の運動によって対側の同名筋や拮抗筋に筋放電が生じ、運動抵抗が大きいほど対側の筋放電は増大すると考えられる.しかし、股関節・膝関節・足関節など運動を行う関節や、屈曲・伸展・外転・内転などの運動方向の相違に対し、対側の各筋に生じる筋放電がどのように異なるのかなどの網羅的な分析はなされていない.また、運動肢の負荷量の違いによる対側の筋放電量の相違についても明確ではない.そこで、運動関節および運動方向の相違により対側肢の筋放電がどのように異なるのか、また、運動肢の負荷量の相違によって、対側肢の筋放電量が異なるのか否かを明らかにすることを目的として網羅的に解析した.

Ⅱ. 方法

1.被験者

被験者は健常男性 23 名であり, 平均年齢 21.2 歳(範囲 20 ~ 23 歳), 平均身長 173.6cm (165.0 ~ 182.0cm), 平均体重 64.5kg (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、首都大学東京荒川キャンパス研究倫理委員会(受理番号:0804)、および、群馬パース大学研究倫理委員会(受理番号:18)の承認を受けて実施した.

2.課題

右下肢筋の静止性収縮時の最大筋トルク値 (Maximal Voluntary Contraction; 以下 MVC と略す)を測定後,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被験者に施行させた.静止性収縮を行う関節と向き(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・底屈の8通りとした(表1).4段階の静止性収縮は,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.

この課題の実施中,同時に,左下肢筋(中殿筋・大内転筋・内側広筋・大腿二頭筋・前脛骨筋・腓腹筋)から表面筋電図によって筋放電を記録した(表 2). なお,大殿筋および腸腰筋は,測定姿勢と解剖学的理由により表面筋電図の適正な記録は困難と判断し,除外した.

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) 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

表 1 運動課題(静止性収縮)

		-				_
_	右下肢関節		向	き		
	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		

表2 筋電図の被検査筋と電極貼付位置

検査筋 (左下肢)	電極貼付位置
中殿筋	大転子の上,腸骨稜中心より約 2.5cm 遠位
大内転筋	恥骨結節と大腿骨内側上顆の中点
内側広筋	膝蓋骨内側縁上で膝蓋骨上縁4横指近位部
大腿二頭筋	腓骨頭と坐骨結節を結んだ線分の中点
前脛骨筋	脛骨稜外側1横指外側で脛骨粗面下4横指
腓腹筋	ふくらはぎ内側で膝窩皮線5横指遠位

(Delagi ら ¹⁰⁾ による)

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に記録を開始した. 20・40・60・80% MVCの負荷量の調整は、被験者の左側に置いたモニターに筋トルク値をグラフとして表示し、視覚的フィードバックにより行った. なお、課題を行う関節および運動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.

筋電図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、皮膚表面を アルコール面で清拭した後に貼り付けた. 電極貼付位置は、Delagi ら 10) の方法に準じ、

表2の通りとした. また, ウレタンシートを くりぬいたマットを座面と身体の間に敷き, 電極が座面に触れることを防いだ.

筋トルクおよび筋電図は、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ーに取り込んだ.

4. データ処理

20%・40%・60%・80% MVC の各負荷量で安定(目標値の ±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. さらに, その値を左下肢各筋の最大収縮時の RMS 値で除して 100 を乗じた値(% RMS)を求めた.

5. 統計

右下肢の運動課題および負荷量の相違に よって左下肢筋の筋放電がどのように異なる のかを検討するため、%RMS値について以下

- の通り統計処理を行った.
- ①右下肢の課題毎に、「左下肢筋」と「負荷量」 の2要因について二元配置分散分析を行っ た.
- ②課題 (80% MVC) 毎に多重比較 (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.20 を使用した.

Ⅲ.結果

右下肢の各課題により左下肢筋に生じた筋 放電(% RMS)の平均値を表3~表10に示

表3 右股関節伸展時の左下肢筋の筋放電量(% RMS)と多重比較の結果

(単位:%)

被検査筋		負	荷量	
(左下肢)	20%MVC	40%MVC	60%MVC	80%MVC
(在下版)	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)
中殿筋	4.1 (2.2)	6.0 (4.9)	7.3 (5.0)	ר ה (11.6)
大内転筋	3.1 (1.6)	5.3 (3.0)	8.6 (5.7)	15.2 (12.3) * אַר
内側広筋	1.7 (0.8)	2.0 (1.4)	1.8 (1.0)	2.8 (1.9)
大腿二頭筋	2.7 (1.3)	4.8 (4.9)	6.1 (4.7)	11.0 (9.2)
前脛骨筋	2.4 (3.5)	4.1 (5.3)	4.4 (5.8)	4.8 (6.7)
腓腹筋	4.1 (3.5)	5.9 (4.9)	6.7 (4.7)	8.8 (7.5)

(n=23, *: p<0.05, **: p<0.01,***: p<0.001)

表 4 右股関節屈曲時の左下肢筋の筋放電量(% RMS)と多重比較の結果

(単位:%)

被検査筋		負	荷量	
饭快宜肋 (左下肢)	20%MVC	40%MVC	60%MVC	80%MVC
(在下版)	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)
中殿筋	13.7 (8.9)	23.5 (12.7)	40.7 (16.8)	69.3 (28.4)
大内転筋	3.1 (1.6)	5.3 (3.0)	8.6 (5.7)	15.2 (12.3)
内側広筋	2.9 (3.9)	4.1 (2.4)	9.9 (6.2)	26.1 (26.0) * * * *
大腿二頭筋	5.5 (5.6)	7.7 (8.7)	18.4 (18.9)	$45.6 (29.6) \frac{1}{7} \frac{1}{4} ^*$
前脛骨筋	4.5 (10.8)	2.3 (2.2)	2.9 (3.3)	10.0 (15.1) 1* J
腓腹筋	7.1 (6.6)	8.0 (5.4)	13.4 (11.2)	37.6 (38.8) J* J

(n=23, *: p<0.05, **: p<0.01,***: p<0.001)

表 5 右股関節外転時の左下肢筋の筋放電量 (% RMS) と多重比較の結果

(単位:%)

								, ,	<u>· · · · · · · · · · · · · · · · · · · </u>
被検査筋				負	荷量				
(左下肢)	20%MV	C	40'	%MVC	60	%MVC		80%MVC	
(在下版)	平均値(標準	偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均值	(標準偏差	<u></u> (主)
中殿筋	15.1 (11	1.1)	22.0	(10.1)	37.1	(13.1)	67.9	(24.7) ₇ *	1111
大内転筋	3.2 (2.	7)	3.6	(2.9)	6.1	(6.4)	9.9	(15.1) ^{J*}	* * *
内側広筋	3.1 (2.	0)	4.4	(3.2)	8.6	(9.3)	15.8	(14.8)]
大腿二頭筋	4.3 (3.	5)	4.2	(2.0)	6.5	(4.1)	10.9	(8.6)] *
前脛骨筋	2.5 (1.	4)	3.0	(1.8)	6.8	(8.3)	15.9	(13.6)	7
腓腹筋	5.3 (4.	7)	6.5	(7.0)	10.2	(13.7)	15.9	(15.5)	J

(n=23, *: p<0.05, **: p<0.01,***: p<0.001)

表 6 右股関節内転時の左下肢筋の筋放電量 (% RMS) と多重比較の結果

(単位:%)

				(1 = /
地长木笠		負	荷量	
被検査筋 (左下肢)	20%MVC	40%MVC	60%MVC	80%MVC
(在下版)	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)
中殿筋	8.1 (10.3)	6.9 (4.9)	9.2 (5.4)	ר היר (8.3)
大内転筋	5.5 (3.6)	8.1 (4.1)	13.5 (7.6)	25.5 (12.4) ^{J*} * _{1*} -
内側広筋	2.1 (2.1)	2.2 (1.5)	2.6 (2.1)	4.2 (3.9)
大腿二頭筋	4.5 (4.3)	5.1 (3.8)	6.9 (5.1)	10.3 (7.8)
前脛骨筋	3.7 (4.1)	2.8 (2.1)	3.2 (3.7)	4.8 (7.6) J J
腓腹筋	7.3 (6.5)	5.8 (4.3)	7.1 (10.3)	9.4 (8.2)

(n=23, *: p<0.05, **: p<0.01,***: p<0.001)

表 7 右膝関節伸展時の左下肢筋の筋放電量(% RMS)と多重比較の結果

(単位:%)

				(+12.70)
地		負	荷量	
被検査筋 (左下肢)	20%MVC	40%MVC	60%MVC	80%MVC
(在下版)	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)
中殿筋	7.0 (6.1)	8.8 (7.7)	14.7 (13.8)	23.8 (19.9)
大内転筋	2.7 (1.9)	2.6 (2.8)	4.1 (3.8)	7.5 (6.2)
内側広筋	2.1 (1.8)	2.7 (2.8)	3.6 (5.3)	10.3 (14.3) _*
大腿二頭筋	4.2 (3.4)	6.6 (6.1)	10.1 (10.8)	19.2 $(16.2)^{-1}_{1*}$
前脛骨筋	1.7 (1.1)	1.6 (0.8)	2.4 (2.1)	5.2 (6.2) $\frac{1}{1}^*$
腓腹筋	5.4 (5.7)	4.9 (4.4)	7.1 (8.6)	16.0 (20.8) ¹

(n=23, *: p<0.05, **: p<0.01,***: p<0.001)

表8 右膝関節屈曲時の左下肢筋の筋放電量(% RMS)と多重比較の結果

(単位<u>:%)</u>

				-				
被検査筋				負	荷量			
(左下肢)	20	%MVC	40	%MVC	60	%MVC		80%MVC
(在下版)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均值	(標準偏差)
中殿筋	3.7	(2.4)	4.1	(3.2)	9.0	(14.3)	21.9	(35.0)
大内転筋	3.2	(2.6)	4.4	(5.0)	8.3	(13.9)	19.3	(32.5)
内側広筋	1.7	(1.1)	2.0	(1.4)	3.5	(3.6)	7.8	(10.1)
大腿二頭筋	2.9	(2.1)	2.9	(1.8)	5.1	(5.7)	17.6	(22.8)
前脛骨筋	1.7	(1.0)	2.0	(2.1)	2.5	(3.0)	13.9	(20.2)
腓腹筋	4.6	(3.3)	5.0	(4.2)	6.2	(5.0)	16.5	(20.6)

(n=23, *: p<0.05, **: p<0.01,***: p<0.001)

表 9 右足関節背屈時の左下肢筋の筋放電量 (% RMS) と多重比較の結果

(単位:%)

				\ + \(\frac{1}{2}\)\(\frac{1}{2}\)
地岭木笠		負	荷量	
被検査筋 (左下肢)	20%MVC	40%MVC	60%MVC	80%MVC
(左下胶)	平均値(標準偏差	ン 平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)	平均値(標準偏差)
中殿筋	4.4 (4.5)	3.7 (2.1)	3.5 (1.9)	7.3 (6.6)
大内転筋	2.8 (2.2)	2.6 (1.9)	2.5 (1.7)	3.0 (2.7) []] *
内側広筋	1.8 (1.6)	1.9 (1.4)	2.0 (1.4)	4.4 (4.9) *
大腿二頭筋	2.6 (1.7)	2.7 (2.4)	2.9 (2.6)	4.7 (5.0)
前脛骨筋	2.0 (1.5)	1.7 (0.9)	2.0 (1.2)	3.3 (3.6)
腓腹筋	4.5 (3.0)	3.8 (2.6)	4.0 (3.0)	5.4 (4.3)

(n=23, *: p<0.05, **: p<0.01,***: p<0.001)

表 10 右足関節底屈時の左下肢筋の筋放電量(% RMS)と多重比較の結果

(単位:%)

				(= : / = /
被検査筋		負	荷量	
(左下肢)	20%MVC	40%MVC	60%MVC	80%MVC
(在下版)	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)
中殿筋	5.9 (5.2)	7.0 (6.4)	13.6 (13.9)	25.1 (25.0) פרך דירן
大内転筋	3.1 (3.2)	2.6 (2.0)	5.0 (6.9)	9.0 (11.9) ^{J*} *
内側広筋	1.9 (1.5)	1.9 (1.2)	2.5 (3.1)	2.7 (1.5) $_{1*}$ $ * _{*}$
大腿二頭筋	3.8 (3.3)	5.9 (5.8)	11.1 (12.2)	18.9 (19.0) ^{J*}
前脛骨筋	1.8 (1.0)	2.6 (1.8)	5.6 (9.0)	9.9 (13.3) []]
腓腹筋	4.1 (2.4)	6.2 (4.8)	8.4 (7.3)	12.2 (12.4)

(n=23, *: p<0.05, **: p<0.01,***: p<0.001)

表 11 右下肢筋の静止性収縮が左下肢各筋の筋放電に与える影響 (二元配置分散分析結果)

関節・方向	変動要因	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
	左下肢筋	2617. 1	5	523. 422	9. 1	<i>p</i> <0.001
股関節伸展	負 荷 量	3233. 9	3	1078. 0	29. 5	<i>p</i> <0. 001
	交互作用	1502. 6	15	100. 176	5. 6	<i>p</i> <0.001
	左下肢筋	60479. 9	5	12096. 0	28. 0.	<i>p</i> <0. 001
股関節屈曲	負 荷 量	68494.8	3	22831.6	55. 2	<i>p</i> <0.001
	交互作用	21919. 3	15	1461.3	11. 3	<i>p</i> <0.001
	左下肢筋	61596. 3	5	12319. 3	66. 2	<i>p</i> <0. 001
股関節外転	負 荷 量	24665.3	3	8221.8	50. 3	<i>p</i> <0.001
	交互作用	21104. 9	15	1407. 0	26. 9	<i>p</i> <0.001
	左下肢筋	6812. 5	5	1362. 5	18. 7	<i>p</i> <0. 001
股関節内転	負 荷 量	3609. 4	3	1203. 1	27. 5	<i>p</i> <0.001
	交互作用	3344. 7	15	223. 0	11. 4	<i>p</i> <0. 001
	左下肢筋	7855. 0	5	1571. 0	11. 3	<i>p</i> <0.001
膝関節伸展	負 荷 量	8338. 4	3	2779. 5	11. 3	<i>p</i> <0.001
	交互作用	2034. 8	15	135. 7	4. 5	<i>p</i> <0.001
	左下肢筋	2410. 9	5	482. 2	2. 1	NS
膝関節屈曲	負 荷 量	15806. 6	3	5268. 9	13. 6	<i>p</i> <0.001
	交互作用	1489. 6	15	99. 3	1. 1	<i>p</i> <0.001
	左下肢筋	457. 6	5	91.5	5. 7	<i>p</i> <0. 001
足関節背屈	負 荷 量	311. 2	3	103. 7	5. 6	<i>p</i> <0.01
	交互作用	103. 7	15	6. 9	1.8	<i>p</i> <0.05
	左下肢筋	6903. 8	5	1380. 8	8. 4	<i>p</i> <0. 001
足関節底屈	負 荷 量	7718. 7	3	2572. 9	19. 9	<i>p</i> <0. 001
	交互作用	3160. 7	15	210. 7	5. 7	<i>p</i> <0. 001
	3	-9-	-			(00)

(n=23)

二元配置分散分析の結果を表 11 に示す. 二元配置分散分析の結果,右膝関節屈曲時の 「左下肢筋」の主効果を除いて,「左下肢筋」 「負荷量」の主効果および交互作用効果が認 められた.

左下肢各筋の間で筋放電に差異があるかを確認するため、各課題 80% MVC 時の筋放電量について多重比較(Tukey)を行った、そ

の結果、有意差のあったもの(組み合わせ) を表 $3 \sim$ 表 10 に併せて示す.

以下に、筋放電量の大きかった各課題 80% MVC 時について、顕著な筋放電のあった被検筋の結果を記す.

右股関節伸展 80% MVC 時の筋放電平均値 は,大内転筋では 15.2% RMS,中殿筋では 15.1% RMS,大腿二頭筋では 11.0% RMS で あった.大内転筋と内側広筋,大内転筋と前 脛骨筋,中殿筋と内側広筋,中殿筋と前脛骨筋,大腿二頭筋と内側広筋の各々の間に有意差があった.

右股関節屈曲 80% MVC 時の筋放電平均値は、中殿筋では 69.3% RMS,大腿二頭筋では 45.6% RMS, 腓腹筋では 37.6%,内側広筋では 26.1% RMS であった。中殿筋と他の筋の全てとの間に、大腿二頭筋と大内転筋、大腿二頭筋と前脛骨筋、腓腹筋と前脛骨筋との間に有意差があった。

右股関節外転 80% MVC 時の筋放電平均値は,中殿筋では 67.9% RMS,前脛骨筋および腓腹筋では 15.9% RMS,内側広筋では 15.8% RMS であった.中殿筋と他の筋の全てとの間に有意差があった.

右股関節内転 80% MVC 時の筋放電平均値 は、大内転筋では 25.5% RMS,中殿筋では 14.5% RMS,大腿二頭筋では 10.3% RMS で あった.大内転筋と他の筋の全てとの間に、 中殿筋と内側広筋、中殿筋と前脛骨筋との間 に有意差があった.

右膝関節伸展 80% MVC 時の筋放電平均値 は,中殿筋では 23.8% RMS,大腿二頭筋では 19.2% RMS, 腓腹筋では 16.0% RMS であった. 中殿筋と大内転筋, 中殿筋と内側広筋, 中殿筋と前脛骨筋の間に, 大腿二頭筋と大内転筋, 大腿二頭筋と前脛骨筋, 腓腹筋と前脛骨筋との間に有意差があった.

右膝関節屈曲 80% MVC 時の筋放電平均値は、中殿筋では 21.9% RMS, 大内転筋では 19.3% RMSであったが、各筋の間に統計学的な差は認められなかった.

右足関節背屈 80% MVC 時の筋放電平均値は、中殿筋では 7.3% RMS、腓腹筋では 5.4% RMS、大腿二頭筋では 4.7% RMS であった、中殿筋と大内転筋、中殿筋と前脛骨筋との間に有意差があった。

右足関節底屈 80% MVC 時の筋放電平均値は、中殿筋では 25.1% RMS, 大腿二頭筋では 18.9% RMS, 腓腹筋では 12.2% RMS であった. 中殿筋と大内転筋,中殿筋と内側広筋,中殿筋と前脛骨筋,中殿筋と腓腹筋,大腿二頭筋と内側広筋の間に有意差があった.

各課題 80% MVC において,筋放電が顕著 (20% RMS 以上) に見られた左下肢筋について,表 12 にまとめて示す.

表 12 各課題において筋放電量が大きかった筋

ナエはの細節	筋放電平均値 20%以上の筋			
右下肢の課題 (静止性収縮、80%MVC)	 左下肢筋	筋放電平均值		
(用于正 主文和日, 00 90 m v 0)	在 1.11文刊	(%RMS)		
	中殿筋	69. 3		
股関節屈曲	大腿二頭筋	45. 6		
胶舆即压曲	内側広筋	26. 1		
	腓腹筋	37. 6		
股関節外転	中殿筋	67. 9		
股関節内転	大内転筋	25. 5		
膝関節伸展	中殿筋	23.8		
膝関節屈曲	中殿筋	21.9		
足関節底屈	中殿筋	25. 1		
		/ 00\		

(n=23)

Ⅳ. 考察

〈右股関節・膝関節・足関節運動による左下 肢筋放電の差異について〉

全課題を通して結果を見ると、左中殿筋の 筋放電が他の筋に比較して大きい(表3~表 10,表 12).特に,右股関節屈曲時に左中殿 筋の筋放電が大きかった. また, 右股関節屈 曲時(80% MVC), 右膝関節屈曲時(80% MVC), 右足関節底屈時(80% MVC) につい て左中殿筋の筋放電平均値を比較すると, 各々69.3% RMS(表4), 23.8% RMS(表8), 25.1% RMS (表 10) となっており、膝関節 屈曲や足関節底屈に比べ, 股関節屈曲時には 左中殿筋に3倍弱の筋放電が生じていた。ま た, これら3の筋放電値について一元配置分 散分析および多重比較(Tukey)を行ったと ころ, 右股関節屈曲時と右膝関節屈曲時, 右 股関節屈曲時と右足関節底屈時の各々の間に 有意差があり、右膝関節屈曲時・右足関節底 屈時に比較して、右股関節屈曲時の左中殿筋 の筋放電量がより大きいことが確認できた.

柳澤ら11)は、一側の他動的膝関節肢位保 持の相違と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、膝関節肢位 の相違による H 波振幅への影響に比較して, 股関節肢位の相違はH波振幅に対し約4倍の 影響を与えることを示した. そして, この H 波振幅の変化は二重相反神経支配が関与し, 交叉性反射の影響であるとしている. また. Magnus¹²⁾は,遠位関節である足関節や膝関節 よりも近位関節である股関節が最も強く交叉 性反射の影響を受けることを示している. 本 研究のみから, その機序を明らかにすること はできないが、柳澤らや Magnus の示した反 射による対側肢への影響と同様に、右股関節 周囲筋の随意的な筋収縮が, 左中殿筋に大き な筋放電を生じさせていた. 以上の事象か ら,一側下肢の静止性収縮により対側下肢筋 に生ずる筋放電は、股関節周囲筋の筋収縮に より最も影響を受け,対側の股関節周囲筋に 生じやすいことが示唆された.

Markos⁴⁾ は,固有受容性神経筋促通法(proprioceptive neuromuscular facilitation; PNF)で用いられる多関節による複合面での運動(集合運動)を一側下肢に行い,対側下肢筋に筋放電が生じることを報告した.さらに,Arai ら¹⁾ は,矢状面の運動に比較し,PNF運動パターンを一側下肢に適応することが,対側の筋放電や最大筋トルクの増大に効果があることを報告している.今回の結果は,集合運動や複合面での運動ではなく,一平面上での下肢の静止性収縮による対側下肢への効果(発散現象)を明らかにした.

〈右下肢筋の静止性収縮の方向と左下肢筋の 筋放電について〉

右股関節外転時には左中殿筋の筋放電が、 右股関節内転時には左大内転筋の筋放電が他 の筋に比べて有意に大きかった. (表 5,表 6,表 12). このように、股関節ではレイミ ステ反応と同様に、前額面上で左右対称的な 運動を行うことにより大きな筋放電(発散現 象)が生じることが確認された.

また、右股関節屈曲(80% MVC)時には、 左中殿筋、左大腿二頭筋、左腓腹筋、左内側 広筋で顕著な筋放電がみられ、各々の筋電図 平均値は、69.3% RMS、45.6% RMS、37.6% RMS、26.1% RMS であった(表 4、表 12). このように、股関節屈曲により、対側の抗重 力筋(中殿筋・大腿四頭筋・大腿二頭筋・腓 腹筋)に大きな筋放電(発散現象)が生じて いた.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(柳澤ら¹³⁾). これは、交叉性反射の影 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.

〈右下肢の負荷量の相違による左下肢筋放電量の差異について〉

二元配置分散分析の結果,右下肢筋の負荷量の相違によって左下肢筋の筋放電に差があることが確認された(表 11).

一側の示指に運動を行わせるとき、運動に 負荷をかけた場合のほうが無負荷の場合に比 べて、対側同名筋の筋活動が生じる頻度が高 い (Cernacek¹⁴⁾). さらに、一側手指の運動に 対する負荷が大きい方が、対側の筋活動は増 大する (Hess⁵⁾, Toder⁶⁾). 本研究の結果もこ れらの報告と一致しており、右下肢に対する 負荷を増加させた方が左下肢筋の筋放電は増 大していると考えられたが、さらに、運動側 の負荷量の違いにより対側の筋放電に統計学 的な相違があるかを検討した. 本研究の結果 では、右下肢の負荷量の変化と左下肢筋の筋 放電の変化のパターンは、右下肢の課題や左

下肢の被検筋により異なる. そこで,「右下 肢筋の静止性収縮の方向と左下肢筋の筋放電 について」において取り上げた,右股関節外 転時の左中殿筋と右股関節内転時の左大内転 筋について、20・40・60・80% MVC のそれ ぞれの負荷量で筋放電に差があるのか,一元 配置分散分析および多重比較 (Tukey) を行っ た. 一元配置分散分析の結果, 右股関節外転 時の左中殿筋,右股関節内転筋時の左大内転 筋ともに、負荷量による有意差が認められ、 多重比較の結果より,右下肢の負荷量が大き くなると左下肢の筋放電も増大することが確 認できた (図1, 図2). さらに, 右股関節屈 曲時の左中殿筋, 左大腿二頭筋, 腓腹筋につ いても同様に解析したところ, 20・40・60% MVC 時に比較して 80% MVC 時の筋放電は有 意に増大していた.

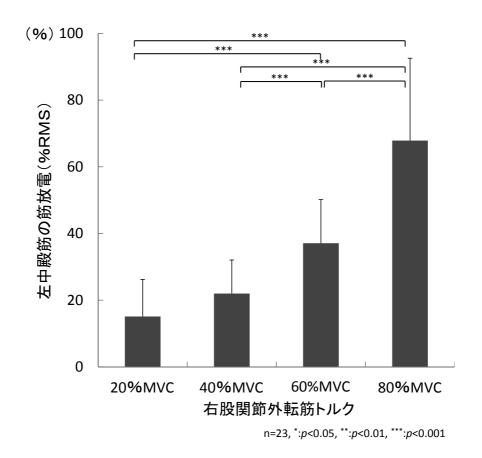


図1 右股関節外転時の左中殿筋の筋放電平均値(標準偏差)

PNF リサーチ 13巻1号 2013年3月

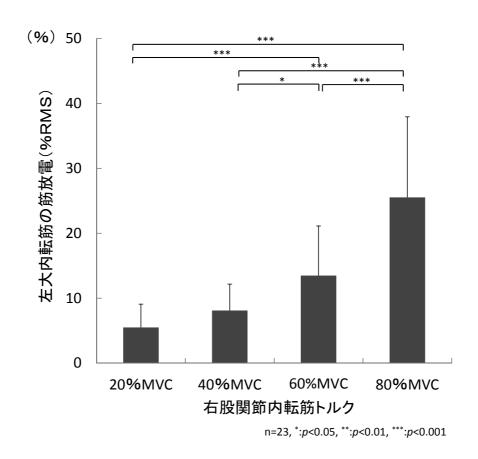


図2 右股関節内転時の左大内転筋の筋放電平均値(標準偏差)

筋放電平均値を見てみると, 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 の筋放電が生じていた. Kannus ら⁷⁾ は、一側の膝関節伸筋の求心性 および静止性収縮による抵抗運動により,対 側の膝関節伸筋および屈筋の筋力が増強した こと示し、Weir ら⁸⁾ は、膝関節伸筋の求心 性収縮による抵抗運動により, 対側の膝関節 伸筋の筋力が増強したことを示した. 本研究 とこれらの報告は、筋の収縮様態などが異な り単純に比較することはできない. しかし, 筋力を維持するためには 20~30% MVC 程 度の筋収縮を行うことが必要であり、筋力を 増強するにはそれ以上の筋収縮を行うことが 必要であること 15) から考えると, 中殿筋な ど一部の筋に限られるが,一側下肢筋の静止

性収縮を行うと,発散現象によって対側下肢 筋に筋力維持,さらには,筋力増強に必要な 筋収縮を生じさせ得ることが,本研究の結果 から示唆された.

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下肢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く、対側の股関節周囲筋に生じやすいことが明らかにされた。さらに、一側股関節外転に対する対側中殿筋など一部の運動や筋に限られるが、一側下肢の静止性収縮により、対側下肢に筋力維持や増強に必要な筋収縮を生じさせ、対側下肢筋の筋力維持や筋力増強が期待できることが示唆された。

文献

- 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.
- 2) 半田健壽, 星 文彦. isokinetic exercise を 用いた筋力強化訓練における crosseducation 効果の検討. 臨床理学療法. 8. p101-101. 1981.
- 3) 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.
- 4) Markos PD. Ipsilateral and contralateral effects of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques on hip motion and electromyographic activity. Phys Ther. 59. p1366-73. 1979.
- 5) Hess CW, Mills KR, Murray NMF. Responses in small hand muscles from magnetic stimulation of the human brain. J Physiol. 388. p397-419. 1987.
- 6) Todor JI, Lazarus JC. Exertion Level and The Intensity of Associated Movements.

 DevelopMental Medicine & Child Neurology. 28. p205-212. 1986.
- 7) 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.
- 8) 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.

- 9) 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.
- 10) Delagi EF, Perotto A. Anatomic guide for the electromyographer the limbs, second edition. C. C. Thomas. Illinois. 1979.
- 11) 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.
- 12) Magnus R. Korperstellung. Julius Springer. Berlin. 1924.
- 13) 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.
- 14) Cernacek J. Contralateral Motor Irradiation Cerebral Dominance. Archives of Neurology. 4. p165-172. 1961.
- 15) 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.

上肢の抵抗運動による静止性収縮促通が膝関節伸展自動可動域に及ぼす 遠隔刺激後の効果

Remote after-effects of static contraction of the upper extremity muscle on the active range of motion of the knee joints

原田 恭宏 ¹⁾ 新井 光男 ²⁾ 新田 收 ³⁾ Yasuhiro Harada Mitsuo Arai Osamu Nitta

柳澤 健³⁾ 清水 ミシェル・アイズマン⁴⁾ Ken Yanagisawa Michele Eisemann Shimizu

要旨:遠隔の肩関節伸筋群の抵抗運動による静止性収縮促通(上肢伸展)・PNF 運動パターンを用いた肩関節伸展・外転・内旋筋群の抵抗運動による静止性収縮促通(上肢 PNF)がハムストリングスの伸展性の改善に及ぼす遠隔後効果(remote after-effects; RAE)について検討した。対象は、健常人45名、平均年齢(標準偏差)は22.1(4.2)歳。45名を直接アプローチであるハムストリングスの持続的ストレッチ(SS)群、上肢伸展群、上肢 PNF 群の3群に無作為に配置し、各手技を20秒実施して、その前後の膝関節伸展自動関節可動域の改善率を算出した。一元配置分散分析の結果、各手技群間において有意差を認めた(p<.05)。手技群の要因において Scheffe post hoc 検定を行った結果、SS手技群と上肢 PNF 群間、上肢伸展群と上肢 PNF 群間において有意差を認めた(p<.05)。ハムストリングスの伸展性の改善において SS手技や上肢伸展よりも上肢 PNF の効果が大きいことが認められ RAEが生じた可能性が示唆された。RAEにより膝伸展主動筋の促通が生じた可能性が推察された。

キーワード: PNF, ハムストリングス, 静止性収縮促通手技, 自動関節可動域, 遠隔後効果

Abstract: Aim: The purpose of this study was to investigate the immediate remote after-effect (RAE) of a resistive static contraction of the upper extremity muscles using a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) pattern for the improvement of the active range of motion (AROM) of the knee joints. Design: Randomized design. Methods: Forty five healthy volunteers (mean age: 22.1 years, SD: 4.2) were randomly assigned to the sustained stretch (SS) group, extension (extension-internal rotation) group, or PNF (extension-abduction-internal rotation) group. The AROM of knee extension with the hip stabilized at 90 degrees was measured in the supine position before and after each exercise to determine the hamstrings flexibility. Results: A one-way ANOVA test showed a significant difference between the groups (p<0.05). The Scheffe post hoc test revealed that the PNF group showed significant improvements as compared to the SS group, and the PNF group showed significant improvements as compared to the extension group (p<0.05). Conclusion: Compared to both the SS and extension groups, the PNF group showed an immediate RAF for increasing the extensibility of the hamstrings, It is suggested that RAE may be used to facilite knee extension muscles.

Key words : PNF, Hamstrings, Static facilitation contraction , Active range of motion, Remote aftereffect

- 1) 専門学校 東京医療学院
 - Tokyo Medical College
- 2) つくば国際大学
- Department of Physical Therapy, Faculty of Medical and Health Sciences, Tsukuba International University
- 3) 首都大学東京大学院
 - School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University Postgraduate
- 4) 甲南女子大学
 - Department of Physical Therapy, Faculty of Nursing and Rehabilitation, Konan women's university

【はじめに】

関節可動域 (Range of Motion; ROM) 制限は 日常生活のさまざまな動作を困難にする一要 因となり、ROMの確保は理学療法において重 要な位置を占める. ROM を増大する手技と して, 固有受容性神経筋促通法 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF) ¹⁻³⁾ や持続的ストレッチ手技 (Sustained Stretch 手技; SS 手技) などがある. 臨床に おいては、ROM制限がみられる部位に痛み等 がある場合,SS手技などの直接的アプローチ が困難な時があり、遠隔的な間接的アプロー チを行う. PNF は、運動肢が安静肢に及ぼす 効果と、より強い筋群を収縮することによ り,弱い筋群への溢れ出しにより強化するこ とを発散 (irradiation) と表現している ^{1,2,3)}. 運動している筋群から安静にしている筋群へ のオーバーフロー効果に基づき、そのインパ ルスの発散の効果が抵抗運動を行っている主 動筋か拮抗筋に呼応した筋群に直接働きかけ ていると考えられる1). しかし,抵抗運動後 の遠隔後効果 (remote after-effects: RAE) につ いては言及していない. 上肢 PNF 運動パ ターンの短縮域での静止性収縮促通手技 (sustained contraction facilitaion technique; SCF 手技) SCF 手技による下肢の AROM への RAEを検証した先行研究として,西浦ら⁴⁾は, 健常人を対象に肩関節 PNF 肢位(伸展・外 転・内旋位)と肩関節非 PNF 肢位(伸展位や 屈曲位) で肩関節周囲筋群への抵抗運動を行 い、肩関節 PNF 肢位による静止性収縮が股関 節屈曲可動域に対して有意な改善が認められ たことを報告している. 重松ら5)は健常人を 対象に上肢 PNF パターン (伸展・外転・内旋 パターン) 方向の静止性収縮位置が下肢伸展 挙上角度に及ぼす影響を検証して,静止性収 縮位置の違いによる効果を報告している. ま た,原田ら⁶⁾は,ハムストリングスへの直接 的アプローチである SS 手技と間接的アプ ローチである上肢 PNF 運動パターン (伸展・ 外転・内旋筋群)の短縮域での SCF 手技が膝 関節伸展 AROM に及ぼす効果を比較検討して、間接的アプローチの上肢 PNF 運動パターン(肩関節伸筋ー外転ー内旋筋群)の短縮域での SCF 手技が SS 手技より有意な効果が認められ、下行性の脊髄固有反射の発散後に膝伸展主動筋の促通とハムストリングスの抑制の可能性が推察された.

しかし、上肢肩関節伸展の静止性収縮や上肢 PNF 運動パターンの短縮域での SCF 手技、ハムストリングスの SS 手技が膝関節伸展 AROM に及ぼす効果を比較検討した先行研究はみられない。そこで、本研究ではハムストリングスの SS 手技後と上肢肩関節伸筋の静止性収縮後、上肢 PNF 運動パターンの短縮域での SCF 手技後のハムストリングスの伸張度の差異を膝関節伸展 AROM において比較検討することを目的とした。

【対象と方法】

対象は、ヘルシンキ宣言に則り、整形外科的・神経学的な既往がない健常人45名.平均年齢(標準偏差)は22.1 (4.2)歳.対象者には、研究の概要と得られたデータを基にして学術雑誌の投稿や学会発表を行うことを同意説明文書に基づいて説明した後に、研究同意書に署名を得た人を対象とした。また、対象者には研究同意書の撤回がいつでも可能なことを説明した。

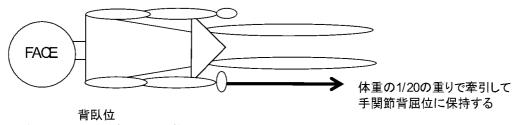
方法は、45 名を SS 手技群、上肢肩関節伸展の静止性収縮(以下上肢伸展)群、上肢 PNF 運動パターン(伸展・外転・内旋パターン)の短縮域での SCF 手技(以下上肢 PNF)群の3 群に無作為に配置した。

〔各手技の実施方法〕

- ② 上肢伸展:上肢肩関節伸展位 0°・内外転位 0°・内旋位での静止性収縮(体重の1/20の抵抗). ベッド上背臥位にて対象上肢肩関節伸展位 0°・内外転位 0°・内旋位,肘関節伸展位,前腕回内位,手関節背屈位



a) SS 手技

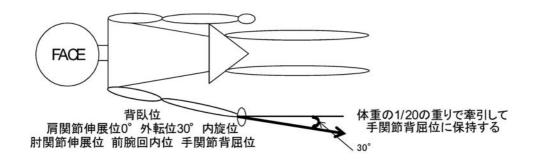


肩関節伸展位0°内外転位0°内旋位 肘関節伸展位 前腕回内位 手関節背屈位

b)上肢伸展







e) 上肢 PNF







g) 上肢 PNF

図1 各手技の実施方法

をとり、ロープに取り付けた体重の 1/20 の重りを手関節背屈位で保持する(図 1 - b,c,d). 被験者には静止性収縮の間、対象上肢中央でマットを押すように指示した.

③ 上肢 PNF:上肢肩関節伸展位 0°・外転位 30°・内旋位で体重の 1/20 の抵抗による SCF 手技を行う.ベッド上背臥位にて対象 上肢肩関節伸展位 0°・外転位 30°・内旋位,肘関節伸展位,前腕回内位,手関節背屈位をとり,ロープに取り付けた体重の 1/20 の重りを手関節背屈位で保持する(図1-e,f,g).被験者には静止性収縮の間,対象上肢内側でマットを押すように指示した.

対象上肢は利き手として,膝関節伸展AROM測定下肢は同側とした. 各手技の実施時間は20秒,手技実施前の膝関節伸展AROM測定20秒後,手技実施,手技実施20秒後,手技実施後の膝関節伸展AROM測定という手順で行った.

〔膝関節伸展の測定方法〕

膝関節伸展AROMは,各手技前後で2回測定した.膝関節伸展の測定方法は,背臥位で測定側の股関節を90°屈曲位に固定し,被検者が3秒間保持できる程度膝関節を自動的に伸展させたときの伸展角度を測定した.その際,反対側の股関節,膝関節は伸展位とした.2名の理学療法士が測定して,2名の理学療

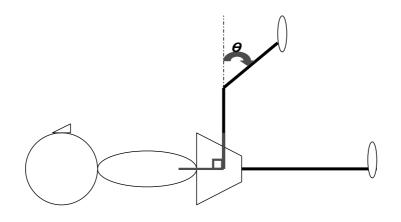


図2 膝関節伸展の測定方法

背臥位で測定側の股関節 90° 屈曲位に固定して、被験者が 3 秒間保持できる程度 膝関節を自動的に伸展させたときの伸展角度を測定した.

法士養成校の学生が固定と確認を行った. 1 人の理学療法士は測定側の股関節を 90° 屈曲 位で固定して, もう 1 人の理学療法士はゴニ オメーターを用い伸展制限の角度を測定し た. 1 人の学生は計測中に股関節を 90°であ ることを確認させ, 1 人の学生は反対側下肢 を固定した(図 2). 実施効果の判定は, 上記 の方法によって得られた測定値を指標とし た.

[データの分析]

手技前のROM角度を基準値として,次式によりROM改善率を算出した.

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

測定角度は,膝関節伸展 0° からの角度を計測したため,改善がみられた場合改善率は一で表記される.一での数値が高いほど改善率は高い.

AROM 測定の再現性を検証するために、45名の対象者から得られた各AROMの2回の測定値を基に級内相関係数(ICC: Intraclass Correlation Coefficient)を求めた.

分析は、各群のROM改善率について比較するため、ROM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 (Scheffe post hoc 検定)を行った.

【結果】

ICC (1,1) は,手技前 0.96,手技後 0.97 であり高い信頼性が認められた.

- 1) 各手技前後での改善角度の平均値(標準 偏差)・最大値・最小値は表に示した(表 1).
- 2) 各手技前後での改善率の平均値(標準偏差)・最大値・最小値は表に示した(表2). 各手技前後のAROM改善率の平均値(標準偏差)は,SS手技群2.4(15.7)%,上肢伸展群 - 0.7(14.5)%,上肢PNF群 - 14.4(11.9)%であった.

3) 一元配置分散分析

算出された各手技群の改善率について一元配置分散分析を行った結果,各手技群間において危険率 5%で有意差を認めた.(表3).

4) 多重比較検定

手技群の要因において、Scheffe post hoc 検定を行った結果、SS手技群と上肢 PNF 群 間、上肢伸展群と上肢 PNF 群において危険 率 5%で有意差を認めた. (図 2).

表 1 各手技前後での改善角度の平均値(標準偏差),最大値,最小値

(n=45)

	平均値(標準偏差)	最大値	最小値
SS群	-1(4.7)	9	-8
上肢伸展群	-0.1(4.6)	7	-10
上肢PNF群	4.5(3.4)	10	-2

(単位:°)

表 2 各手技前後での改善率の平均値(標準偏差), 最大値, 最小値

(n=45)

	平均値(標準偏差)	最大値	最小値
SS群	2.4(15.7)	-22.2	26.7
上肢伸展群	-0.7(14.5)	-21.9	25
上肢PNF群	-14.4(11.9)	-37.5	8.7

(単位:%)

表 3 一元配置分散分析

(n=45)

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
群間変動	2410.11	2	1205.05	6.05	0.01
誤差変動	8364.75	42	199.16		
全変動	10774.86	44			

各手技群間において危険率5%で有意差を認めた.

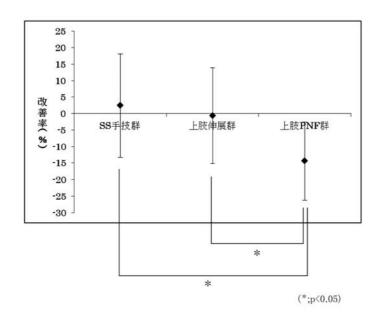


図3 各手技の膝関節伸展 AROM 改善率

各手技の膝関節伸展 AROM 改善率の平均値と標準偏差をグラフに示した. SS 手技群と 上肢 PNF 群間において危険率 1%で有意差を認め、上肢伸展群と上肢 PNF 群間におい て危険率 5%で有意差を認めた.

【考察】

今回の研究で、ハムストリングスのSS手技よりも上肢 PNF 運動パターン(伸展・外転・内旋パターン)の短縮域での SCF 手技が膝関節伸展 AROM において有意な改善を認めた。ハムストリングスに対しての直接的アプローチである SS手技の生理学的機序は、ゴルジ腱器官(腱紡錘)と筋紡錘の両者を刺激するが、Weppler⁷⁾は、SS手技を行っても筋の伸展性が変化しないでストレッチ感の耐用性が上昇するのみであると報告している。したがって、SS手技では自動運動の改善率が低値を示したと推察される。

また、上肢肩関節伸展の静止性収縮よりも 上肢 PNF 運動パターンの短縮域での SCF 手技 が膝関節伸展 AROM において有意な改善を認 めた.

これは、PNFの間接的アプローチは操作部

位から脊髄の異なった分節で上行性に作用す るものと下行性に作用するものの2種類の報 告があり、上肢 PNF 促通パターン (伸展・外 転・内旋パターン)を用いた SCF 手技の膝関 節伸展への影響は操作部位から脊髄の異なっ た分節で同側の脊髄下行性に作用するもので ある. 上肢の刺激による下肢の脊髄レベルへ の報告は、上肢の随意収縮による下肢の深部 腱反射の増強法である Jendrassik 法が有名で あり8-11)上肢から下肢への遠隔反応の促通の 報告は脊髄固有反射の機序が推測されてい る. また、遠隔反応の抑制と促通の報告とし て新井¹²⁾ は、骨盤の後方下制の SCF 手技は、 骨盤の抵抗運動時に橈側手根屈筋H波に有意 な抑制が生じ,運動80秒後に有意な促通が生 じたことにより、運動時の上行性に抑制後の 促通効果が遠隔部位に生じた(RAE)可能性 を示唆している. 柳澤ら¹³⁾は,上肢PNF(伸 展・外転・内旋)肢位が上肢基本肢位と比較して、有意に脊髄運動ニューロンの興奮性が高まったことを報告しており、富田ら¹⁴⁾は、肩関節の回旋肢位だけでも上肢基本肢位と比較して、有意に脊髄運動ニューロンの興奮性が高まったことを報告している。今回の研究の生理学的機序として、上肢 PNF 群が上肢伸展群より回旋筋の筋活動が増大して、脊髄運動ニューロンの興奮性を高め、中枢覚醒レベルの上昇が起き RAE が生じやすくなった可能性が推察される。また、下行性の脊髄固有反射の発散効果の後、RAE が増大して膝伸展主動筋の促通が生じた可能性が示唆された。

今後の課題として、SS手技後と上肢肩関節伸展の静止性収縮、上肢 PNF 運動パターンの静止性収縮上肢の静止性収縮後のハムストリングスの伸張度の差異を膝関節伸展他動ROM において検証したい。

文献

- 1) 柳澤 健,乾 公美. PNFマニュアル. 第2 版. p107-111. 南江堂. 東京. 2005.
- 2) Voss DE, Ionta MK, Myer. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; Patterns and Techniqes. Third ED. p298-311. Harper & Row. U.S.A. 1985.
- 3) Sullivan PE, Markos PD, Minor MA. 臨床 PNF. 石川友衛・吉松俊一監訳. p44-159. メディカル葵出版. 1988.
- 4) 西浦健蔵,新井光男,重松栄一他.肩関節の抵抗運動が股関節屈曲可動域に及ぼす影響. PNF リサーチ. 6. p15-19. 2006.
- 5) 重松栄一, 新井光男, 小畑順一他. 上肢 PNF パターン方向の静止性収縮位置の相違が下肢伸展挙上角度に及ぼす影響. 8. p21-26. 2008.
- 6) 原田恭宏,新井光男,柳澤 健. 上肢PNF運動パターンの静止性収縮が膝関節伸展自動可動域に及ぼす効果. 12. p52-57. 2012.
- 7) Weppler CH, Magnusson SP. Increasing

- Muscle Extensibility: A Matter of Increasing Length or Modifying Sensation?. Phys Ther. 90. p438-449. 2010.
- 8) Delwaide PJ, Toulouse P. Facilitation of monosynaptic reflexes by voluntary contraction of muscles in remote parts of the body. Brain. 104. p701-719. 1981.
- 9) E. P. Zehr, Richard B. Stein. Interaction of the Jendrassik maneuver with segmental presynaptic inhibition. Experimental Brain Research Vol. 124. Number 4. p474-480.1999.
- 10) Delwaide PJ, Toulouse P. Jendrassik maneuver vs controlled contractions conditioning the excitability of soleus monosynaptic reflexes. Experimental Neurology Vol. 101. p288-302.1988.
- 11) Robert Dowman, Jonathan R.Wolpaw. Jendrassik maneuver facilitates soleus Hreflex without change in average soleus motoneuron pool membrane potential. Experimental Neurology Vol. 101. p288-302.1988.
- 12) 新井光男. 手関節自動関節運動改善のアプローチ法の検討 上肢静止性収縮が手関節自動関節運動に及ぼす影響. 広島大学. 2004.
- 13) 柳澤 健,中村隆一,藤原孝之. 上肢PNF肢 位のヒラメ筋 H 波に及ぼす影響. 理学療法 学 16. p19-22. 1989.
- 14) 富田 浩, 柳澤 健, 竹井 仁. 上下肢の 回旋肢位がヒラメ筋 H 波に及ぼす影響. 理 学療法学 22. p175-177. 1995.

骨盤の静止性収縮促通が遠隔の肩関節内旋可動域に及ぼす効果

The remote after-effects of a resistive static contraction facilitation technique on the improvement of range of motion of internal rotation of shoulder joint

道祖 悟史	1) 新井	光男 ²⁾ 福	島	卓矢1)
Satoshi Say	a Mits	suo Arai Taku	ya H	ukushima
水野 博彰	1) 鐘井	: 光明 ¹⁾	木 光	軍真 ³⁾
Hiroaki Mizu	no Mitsu	aki Kanei Teru	masa	a Hayashi
きゃ ミシェル・ア	ノブラヽ/4) 1何遅	型 は まち)		

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

要旨: 肩関節内旋の関節可動域改善法として骨盤からの抵抗運動による静止性収縮促通手技(SCF 手 技)が間接的アプローチとして有効であることが報告されている. 今回, SCF 手技として骨盤の前方 挙上の中間域での静止性収縮(SCAE)手技と骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮(SCPD)手技 が肩関節内旋の自動関節可動域(AROM)に及ぼす効果の差異と直接的アプローチ法の持続的スト レッチ (SS) との差異を比較検証した. 対象は健常成人 30名 (男性 26名, 女性 4名) で平均年齢 (標準偏差) は、26.7 (7.0) 歳であった. 右肩関節内旋 AROM 変化値を指標とした一元配置分散分 析の結果、各群間において有意差が認められ、Tukey Test により、SS 群と比較し SCAE 手技群は有意 な改善が認められた。また SCAE 手技群, SS 群と比較し SCPD 手技群に有意な改善が認められた。骨 盤からの SCF 手技が健常者の肩関節可動域の改善により、軟部組織である肩関節周囲筋群の柔軟性の 改善に有効であることが示唆された.

キーワード:後効果 (after-effect), SCPD 手技, SCAE 手技, 柔軟性, 固有受容性神経筋促通法 (PNF)

Abstract: The purpose of this study was to determine the remote after-effects of resistive a static contraction facilitation technique (SCFT) applied with manual resistance using a proprioceptive neuromuscular facilitation pattern in the mid-range pelvic posterior depression technique (SCPDT) or anterior elevation technique (SCAET) on the improvement of the active range of motion (AROM) of shoulder joint internal rotation. The exercises included a sustained stretching of shoulder internal rotation (SS), SCAET, and SCPDT. Thirty normal subjects without any neurologic deficits (26 men; 4 women), with a mean average age (SD) of 26.7 (7.0) years, were randomly assigned to one of three exercise groups. The result of a one-way ANOVA test showed a significant difference between the groups. Tukey's HSD post-hoc test revealed that the SCAET showed a significant improvement as compared with the SS group, and SCPDT showed significant improvements as compared with the SS and SCAET groups. Conclusion: Remote after-effects of both SCPDT and SCAET on the AROM of shoulder internal rotation were found in normal subjects without neurological deficits. These results suggested that SCFT may influence the flexibility of shoulder muscles in normal subjects.

Key words: remote after-effect, static contraction facilitation technique, flexibility, proprioceptive neuromuscular facilitation

- 1) 下関市立市民病院リハビリテーション科
- Department of Rehabilitation, Shimonoseki City Hospital
- つくば国際大学医療保健学部理学療法学科
 - Department of Physical Therapy, Faculty of health Sciences, Tsukuba International University
- 3) 下関看護リハビリテーション学校
 - Shimonoseki Nursing and Rehabilitation School
- 4) 甲南女子大学看護リハビリテーション学部理学療法学科
- Department of Physical Therapy, Faculty of Nursing and Rehabilitation, Kounan Women's University 5)首都大学東京大学院 人間健康科学研究科
- - Department of Physical Therapy, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

はじめに

我々理学療法士が, 関節可動域制限に対し てアプローチする機会は、非常に多い. その 方法は多岐にわたり、セラピストにより異な る 1). 静止性収縮を用い関節可動域を改善す る方法として新井ら^{2,3)} は、PNF 運動パター ンの中間域での静止性収縮促通手技(static contraction facilitaion technique: SCF 手技)が 有効であると述べている. この方法は, 近隣 関節筋群を含む筋を伸張せず、PNF パターン の中間域肢位を保持させた位置で当該関節筋 群を静止性収縮させる方法(直接的アプロー チ)と、可動域改善を目的とする当該関節の 遠隔部位の関節筋群を PNF 中間域肢位で静 止性収縮させる方法(間接的アプローチ)の2 つの方法を用いる. SCF 手技の間接的アプ ローチについて、特に骨盤の後方下制の中間 域での静止性収縮 (sustained contraction of posterior depression; SCPD 手技) の効果につ いて多くの報告がなされている.新井ら4) は,SCPD 手技前後の上肢障害関節他動関節 可動域の改善効果を,障害関節の持続伸張手 技をコントロールとして比較検証した結果, SCPD 手技が有意に上肢障害関節の他動関節 可動域を改善させたと報告している. また, 手関節自動関節可動域 (active range of motion; AROM) について新井ら 5) は、SCPD 手技は健常群・手関節に運動時痛を有する整 形外科疾患患者である患者群とも手関節屈曲 AROM を改善させる作用が直接的アプローチ より有意に大きく,間接的アプローチの有効 性を明らかにした. 上広⁶⁾ らは, 脳卒中後片 麻痺患者を対象とし、SCPD 手技と骨盤の前 方挙上の中間域での静止性収縮(sustained contraction of anterior elevation: SCAE 手技) が 患側肩関節屈曲可動域に及ぼす影響を安静時 をコントロールとして比較し, SCPD 手技 は他動関節可動域 (passive range of motion; PROM) と AROM ともに有意な改善が認めら れ、SCAE手技ではPROMのみに有意な改善が 認められたと述べている.また Arai ら $^{7)}$ は.

腱板損傷患者を対象に骨盤の SCPD 手技, ホールドリラックス手技、SS 手技を比較し、 SCPD 手技と SS 手技の間に有意差が認めら れ,直接的なアプローチで疼痛を伴うような 患者に対して SCPD 手技が有効である可能性 を示唆している. 田中ら8)は, 肩関節周囲炎 患者を対象に骨盤の SCPD 手技,座位での健 側骨盤前方挙上の短縮域での静止性収縮 (Anterior Elevation; AE 運動), SS 手技を比較 し SCPD 手技は SS 手技と比較し、外旋および 内旋可動域で有意な増大を認めた.しかし, SCPD 手技と AE 運動間には有意差が認められ ず、SCPD 手技と AE 運動は肩関節周囲炎患者 の肩関節回旋のAROM改善の間接的アプロー チ法として有効である可能性が示唆されたと 述べている.

このように、骨盤の SCF 手技により関節可動域が改善されることが多く報告され、痛み等により肩関節に直接アプローチできない時や直接的アプローチで改善が図れない時に有効なアプローチであることが示唆されている。我々は健常者においても SCF 手技により肩関節内旋可動域が改善され上肢筋群の柔軟性が増大されることを経験している。そこで今回、健常者を対象に骨盤の SCAE 手技とSCPD手技 (SCF 手技)が遠隔の肩関節内旋可動域に及ぼす影響について検証した。

対象

健常成人 30 名 (男性 26 名,女性 4 名) とした.対象の平均年齢 (標準偏差) は 26.7 (7.0) 歳であった.対象者には、ヘルシンキ 宣言に基づき、研究の概要と得られたデータ を基にして学会発表や学術雑誌へ投稿を行う ことを同意説明文に基づいて説明した後に、 研究同意書に署名を得た.また、対象者には 研究同意の撤回がいつでも可能なことを説明 した.

方法

対象 30 名を乱数表を用いて無作為に SS

表 1 各群の内訳

治療群	年齢	(標準偏差)	性	別
SS群	2	7.2 (7.5)	男8名	女2名
SCAE手技群	2	9.0 (7.9)	男8名	女2名
SCPD手技群	2	4.1 (5.8)	男1	0名

群, SCAE 手技群, SCPD 手技群 に分類した(表 1). 独立変数は手技の違いとした. 従属変 数は右肩関節内旋の AROM の変化値とした.

(各手技の実施方法)

- ① SS 群:背臥位にて右肩関節外転90°, 肘関節屈曲90°にて肩関節内旋方向への持続伸張を20秒間行い,20秒間の休憩をはさみ,再度20秒間の持続伸張を1セット実施した.
- ② SCAE 手技群: 左側臥位にて骨盤の前方挙上の中間域での静止性収縮を左の仙腸関節への圧縮を強調しながら2~3kgの抵抗量でおこなった. 右上前腸骨棘に用手接触し,20秒間の静止性収縮後,20秒間の休憩をはさみ,再度20秒間の静止性収縮を1セット実施した.
- ③ SCPD 手技群: 左側臥位にて骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮を左の仙腸関節への圧縮を強調しながら2~3kgの抵抗量でおこなった. 右坐骨結節に用手接触し,20 秒間の静止性収縮後,20 秒間の休憩をはさみ,再度20 秒間の静止性収縮を1セット実施した(図1).

日本PNF学会上級修了6年後の同一検者が 手技を行った.

(AROM の測定方法)

AROM は介入前後に3回測定した. AROM の測定は腹臥位にて右肩外転90°, 肘屈曲90°にて代償運動を起こさない範囲で右肩関節を最大内旋するように対象に説明し, 角度計を用いて測定した. 測定は3名の検者でお

こなった. 1名の検者が肩甲骨,体幹を固定した. また1名が右肘関節と肩関節の運動軸がずれていないことを確認し,1名が角度計を操作し,目盛を読みとった. 測定はすべて同一検者が行った.

(データの解析)

AROM は 3回の測定の平均値を代表値とした. また AROM 変化値は,介入後と介入前のAROM の差とし、次式を用いて算出した.

(AROM 変化値) =

(介入後の AROM) - (介入前の AROM)

AROM 測定の再現性を検証するために、30名の対象者から得られた各 AROM の3回の測定値を基に級内相関係数(ICC: Intraclass Correlation Coefficient)を求めた.

各群の AROM 変化値について比較するため, AROM 変化値を指標とし, 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 (Tukey test) を行った. 有意水準は 1%未満とした. 統計分析はR2.8.1 を使用した.

結果

ICC (1,1) は介入前 0.93, 介入後 0.93 であり高い信頼性を認めた.

平均 AROM 変化値 (標準偏差) は SS 群が - 2.4 (2.2), SCAE 手技群が 2.4 (2.2), SCPD 手技群が 11.4 (3.7) であった. AROM を指標とした一元配置分散分析の結果, 有意差が認められた (p<0.01) (表 2). 多重比較検定 (Tukey Test) によって検討した結果, SS 群と



a) SS 群:背臥位にて右肩関節外転 90°, 肘関節 90°にて肩関節内旋方向への持 続伸張を行った



b) SCAE 手技群: 骨盤の前方挙上の中間 域での静止性収縮を 2 ~ 3kgの抵抗量 で行った



C) SCPD 手技群: 骨盤の後方下制の中間 域での静止性収縮を 2 ~ 3 kg の抵抗量 で行った

図1各手技の方法

表 2 各手技の AROM 変化値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
手技間	409.79	2	204.89	3.35	0.00^{*}
誤差変動	281.27	27	10.42		
全変動	691.05	29			

*:p<0.01

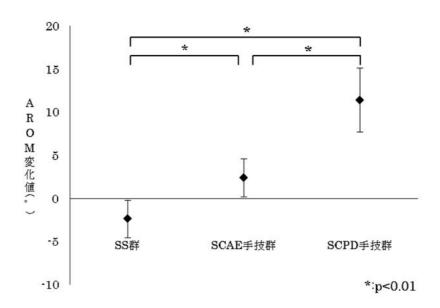


図2 AROM の変化値の平均値と標準偏差

SCAE 手技群, SCAE 手技群と SCPD 手技群, SS 群と SCPD 手技群の間に有意差が認められた (p<0.01) (図 2).

考察

本研究から、SCPD 手技は SCAE 手技、SS 手技と比較し、有意な AROM 増大が認められ た. また SCAE 手技は、SS 手技と比較し、 AROM 有意な増大が認められた. このことか ら、健常者において肩関節内旋の関節可動域 改善には SCPD 手技が有効である可能性が示 唆された.

Arai ら⁹⁾ は、SCPD 手技が橈側手根屈筋 H 波に及ぼす影響について SCPD 手技群と最大 随意収縮の 75%の強さで 20 秒間静止性収縮 を行う handgrip 群の 2 群に分けて運動時およ

びその後のM波、H波振幅値を反復測定分散 分析により比較した結果, SCPD 手技群では 運動時に橈側手根屈筋H波に有意な抑制が生 じ、運動後に有意な促通が反復して生じたこ とより, 運動時に上行性の抑制が生じ運動後 の脊髄レベルの促通が生じる再現性が確認さ れた. これらの神経生理学的効果により関節 可動域の増大が生じることが推測されている ^{7,10)}. また, 新井ら ¹⁰⁾ は骨盤の抵抗運動が総 伸筋長脊髄反射の潜時に及ぼす影響につい て, SCAE 手技後では安静時と骨盤接触と比 較し, 上向性長経路反射の抑制が示唆された と述べている. 本研究での SCPD 手技による 肩関節内旋可動域の増大の機序として SCPD 手技時の運動時の腰・仙髄から頸・胸髄への 上向性の抑制による筋のリラクセーションに より他動関節可動域が改善し、運動後の脊髄レベルの促通により、肩関節内旋筋群の筋活動の増大が生じた可能性が推察される。また、SCAE 手技においても、運動時の腰・仙髄から頸・胸髄への上向性の抑制^{2,10)} により筋がリラクセーションすることにより関節可動域が改善した可能性が推察された。

Araiら⁷⁾ は,腱板損傷患者を対象に骨盤のSCPD手技が,直接的なアプローチで疼痛を伴うような患者に対して SCPD 手技が有効である可能性を示唆しているが,今回の研究においても,ストレッチと比較し,SCPD 手技,SCAE 手技の順に肩関節内旋 AROM 変化値に差があったことから,健常者においても骨盤からの抵抗運動による間接的アプローチである SCF 手技が肩関節内旋可動域の改善に寄与することが示唆された.また,関節可動域の増大により,軟部組織である肩関節周囲筋群の柔軟性の改善に有効であることが推察される.

引用文献

- 1) 板場英行. ストレッチングをめぐる現状と 課題. 理学療法 21 (12):1439-1447. 2004.
- 2) 新井光男, 柳沢健. 痛みに対する PNFモビ ライゼーション. 理学療法 23 (1). 195-200. 2006.
- 3) 新井光男. モビライゼーション PNF. 第 1 版. 10-41. 東京. 2009.
- 4) 新井光男, 清水一, 清水ミシェル・アイズマン, 他. 固有受容性神経筋促通手技による後方下制のホールド・リラックスが上肢障害関節に及ぼす効果. PNF リサーチ 2 (1). 22-26. 2002.
- 5) 新井光男,清水一. 手関節自動関節運動改善のアプローチ法の検討 -上肢静止性収縮と下部体幹の静止性収縮が手関節自動関節運動に及ぼす影響. 広島大学. 2004.
- 6) 上広晃子,新井光男,清水一,他.脳卒中 後片麻痺患者の骨盤の抵抗運動パターンの

- 相違が患側肩関節可動域に及ぼす効果. PNF リサーチ 4 (1). 24-27. 2004.
- 7) Arai Mitsuo, Shiratani Tomoko: 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, Biomedical Research23(3). 416-420. 2012.
- 8) 田中良美,清水千穂,新井光男,他. 肩関 節周囲炎患者の骨盤に対する2種類の抵抗 運動が肩関節自動関節可動域に及ぼす影 響, PNF リサーチ9(1). 1-6. 2004.
- 9) 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). 13-20. 2012.
- 10) 新井光男,清水一,柳沢健,他.骨盤抵抗 運動による総指伸筋長脊髄反射の潜時に及 ぼす効果 - ケース・スタディー. PNF リ サーチ 3 (1). 52-59. 2003.

骨盤パターンにおける静止性収縮が脳卒中後片麻痺患者の歩行速度に及ぼす影響 ~用手接触による比較~

The effects of changing the manual contact for a pelvic resistive exercise on gait speed in stroke hemiplegia

重田 有希 ¹⁾ 白谷 智子 ¹⁾ 新井 光男 ²⁾
Yuki Shigeta Tomoko Shiratani Mitsuo Arai
柳澤 真純 ¹⁾ 清水 ミシェル・アイズマン ³⁾ 柳澤 健 ⁴⁾
Masumi Yanagisawa Michele Eisemann Shimizu Ken Yanagisawa

要旨:陽骨殿筋面上部での用手接触による PNFパターンの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促通手技 (SCPD) が歩行速度へ及ぼす即時的効果について検証した.対象は脳卒中後片麻痺患者 15名 (平均年齢 59.3歳)で、10秒間の骨盤 SCPD を5回施行する坐骨 SCPD 群と腸骨 SCPD群、10m歩行を4回繰り返す歩行反復群の3群に配置し、比較検証した.10m歩行の所要時間を介入前後に各1回測定した.介入前の値を基準値として変化率を求めて歩行速度の改善の指標とし、多重比較検定 (Sheffé 法)を行った結果、腸骨 SCPD 群は歩行反復群と比較し有意な10m歩行所要時間変化率の改善を示した(p=0.049).腸骨殿筋面上部に用手接触することで、坐骨結節での用手接触と同様に歩行速度の改善が得られ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(PNF),静止性収縮促通手技,SCPD 手技,歩行速度,後効果(after-effect)

Abstract: Background: The immediate effects of a resistive static contraction in the pelvic depressors technique (SCPD) using a proprioceptive neuromuscular facilitation pattern in the mid-range of pelvic motion of posterior depression has been reported in the literature. In a previous study, the manual contact of the therapist's hands for resistance was the ischial tuberosity. Aim: The purpose of this study was to investigate the immediate effects of a different manual contact while using SCPD for gait speed in stroke hemiplegia. Design: Randomized design. Methods: Fifteen stroke patients (mean age=59.3 years, SD=4.6) were randomly assigned to the SCPD-I group (manual contact on the ischial tuberosity), the SCPD-G group (manual contact on the upper gluteal surface of the ilium), or the repeated gait exercise group (control subjects). A 10m gait-time was recorded before and after each exercise. The percentage change of gait-time (PCG) after each exercise was calculated and compared with the gaittime before each exercise. SPSS for Windows, version 10.07, was used for statistical analyses. Results: The mean PCG (SD) was -6.6 (3.5) % for the SCPD-I group, -8.2 (3.8) % for the SCPD-G group, and 0.5 (5.6) % for the repeated gait exercise group. The results of a one way ANOVA calculated between groups using PCG variances showed a significant difference between the groups (p<0.05). The Sheffé post hoc test revealed that the SCPD-G group showed significant improvements as compared to the repeated gait exercise group (p<0.05). Conclusion: These results suggest that SCPD-G may have immediate effects for increasing the gait speed in stroke hemiplegia. More research is needed to identify the neurophysiological effects of SCPD-G.

Key words: proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF), static contraction facilitation technique, SCPD, gait speed, after-effect

¹⁾ 苑田第二病院 リハビリテーション科 Department of Rehabilitation, Sonoda Second Hospital

²⁾つくば国際大学 医療保健学部 理学療法学科 Department of Physical Therapy, Faculty of Medical and Health Sciences, Tsukuba International University

³⁾甲南女子大学看護リハビリテーション学部理学療法学科 Department of Physical Therapy, Faculty of Nursing and Rehabilitation, Konan Women's University

⁴⁾首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 理学療法学域 Department of Physical Therapy, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

はじめに

脳卒中後片麻痺患者の歩行速度は家事や社会参加等の日常生活活動と関連がある¹⁾ ため,歩行速度の改善に向けてのアプローチは重要であると言える.脳卒中後片麻痺患者に対して,固有受容性神経筋促通法(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: PNF)パターンの骨盤の前方拳上と後方下制の求心性収縮への抵抗運動を用いて歩行能力が改善することが報告されている²⁻³⁾. またPNFパターンの中間域での抵抗運動による静止性収縮促通手技(Static Contraction Facilitation Technique in the middle range of motion: SCF手技)を用いて歩行能力の改善がえられることが報告されている⁴⁻⁸⁾.

吉国ら⁸⁾ は、脳卒中後片麻痺患者の麻痺側骨盤に対する後方下制の SCF 手技 (Static Contraction of Posterior Depression in the middle range of motion Technique: SCPD 手技)と麻痺側肩甲骨への前方拳上の SCF 手技 (Static Contraction of Anterior Elevation in the middle range of motion Technique: SCAE 手技)が 10m 歩行速度に及ぼす即時的効果について歩行反復練習群と比較し、骨盤 SCPD 群と肩甲骨 SCAE 群は歩行反復練習群よりも有意に改善を示したと報告している.

PNF パターンの骨盤後方下制及び骨盤 SCPD手技の用手接触は、セラピストの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⁹⁾. 用手接触は PNF 促通要素の一つで、皮膚・筋・腱・関節内の受容器を効率的に刺激するためのセラピストの把持方法である⁹⁾. しかし、臨床ではおむつ等の下衣の厚みで坐骨結節に用手接触しにくい場合や坐骨結節に接触することへの患者の不快感の防止のために、腸骨殿筋面上部に用手接触して骨盤の後方下制運動に対する抵抗運動を行い、坐骨結節での用手接触と同様に歩行能力の改善がえられることを経験している.

坐骨結節への用手接触での骨盤 SCPD 手技 が歩行速度に及ぼす効果についての報告はあ る⁴⁻⁸⁾ が、腸骨殿筋面上部に用手接触した場合の効果は検証されていない。

本研究の目的は、骨盤 SCPD 手技を坐骨結節あるいは腸骨殿筋面上部に用手接触し、脳卒中後片麻痺患者の歩行速度の即時的効果を検証することである.

対象

へルシンキ宣言に則り、本研究の参加に同意が得られた、口頭指示の理解が良好で、介助なしで連続歩行が 40m 以上可能な脳卒中後片麻痺患者 15名 (男性 12名,女性 3名)を対象とした。平均年齢(標準偏差)は 59.3 (14.6)歳、平均発症後日数(標準偏差)は 353 (322.9)日で、右片麻痺6名、左片麻痺9名であった。Brunnstromステージは下肢VIが4名、Vが7名、IVが4名、上肢VIが4名、Vが6名、IVが4名、IIが1名であった。T字杖を使用する者は7名であった。

方法

対象者を無作為に①坐骨 SCPD 群,②腸骨 SCPD 群,③歩行反復練習群に配置した.対象 者の 10m 歩行の所要時間を介入前後に各 1 回ストップウォッチで測定した.各介入前の値を基準値として変化率を求め,歩行速度の改善の指標とした.

(測定方法)

16mの歩行路(測定路 10mとその前後の各 3m の予備路)を対象者にできるだけ速く歩いてもらい、ストップウォッチを用いて歩行時間を測った。被験者の前側の足尖が歩行路の開始線を越した瞬間に測定を開始し、被験者の後側の踵が歩行路の終了線を越した瞬間に測定を終了した。数値は小数点第2位までとした。

(介入方法)

被験者の体重を体重計で測定し、体重の2~3%の力を反復して実験者が学習した後に刺激した.



a) 坐骨 SCPD 手技



b) 腸骨 SCPD 手技

図1 SCPD 手技の方法



図2 腸骨 SCPD 手技の用手接触部位

用手接触部位は腸骨殿筋面上部とした (Moore ら 10) の図を改変).

- ① 坐骨 SCPD 群:被験者を麻痺側を上にした側臥位にし、麻痺側骨盤の後方下制の中間域で、麻痺側坐骨結節に用手接触して対側の仙腸関節への圧縮を強調しながら被験者の体重の2~3%の力で抵抗を加え、10秒間静止性収縮させた.これを15秒間の安静を挟んで5回施行した(図1a).
- ② 腸骨 SCPD 群:被験者を麻痺側を上にした側臥位にし、麻痺側骨盤の後方下制の中間域で、麻痺側腸骨殿筋面上部に用手接触して対側の仙腸関節への圧縮を強調しながら被験者の体重の2~3%の力で抵抗を加え、
- 10 秒間静止性収縮させた. これを 15 秒間 の安静を挟んで 5 回施行した (図 1b). 本研究における腸骨殿筋面上部とは, 腸骨稜外唇の下方・腸骨結節の後下方・前殿筋線の後方に沿ってわずかに窪んだ部位とした(図 2).
- ③ 歩行反復群:被験者に 10m の歩行を 4回施行した.

(解析方法)

各介入前の歩行時間を基準値とし、次式により変化率を算出した。変化率を歩行速度の改善の指標とし、手技群間で一元配置分散分

析を行い,有意差を認めた場合は多重比較検定 (Sheffé post hoc test)を行った.有意水準は5%とした.

変化率(%) = (各介入後の歩行時間 - 各介入前の歩行時間)/ (各介入前の歩行時間)×100

統計分析は SPSS for Windows version10.07 を用いた.

結果

1) 各群の介入前の歩行時間の平均値(標準偏差)は、坐骨 SCPD 群 9.5 (2.6) 秒、腸骨 SCPD 群 13.4 (4.9) 秒、歩行反復群 9.3 (2.5) 秒であった。一元配置分散分析の結果、介入前の3群の実測値に有意差はな

かった (p=0.161).

- 2) 各群の介入前後の歩行時間を図3に示した. 坐骨 SCPD 群と腸骨 SCPD 群では全被験者において介入後の方が介入前に比べ歩行時間が短縮したが,歩行反復群では延長もみられた.
- 3) 各群の歩行時間の平均変化率(標準偏差)は、坐骨 SCPD 群は-6.6 (3.5)%、腸骨 SCPD 群は-8.2 (3.8)%、歩行反復群は 0.5 (5.6)% であった.介入前後の歩行時間の変化率を指標とした一元配置分散分析の結果、手技群間において有意差を認めた(p=0.036)(表 1).多重比較検定を行った結果、腸骨 SCPD 群と歩行反復群において有意差を認めた(p=0.049)(図 4).

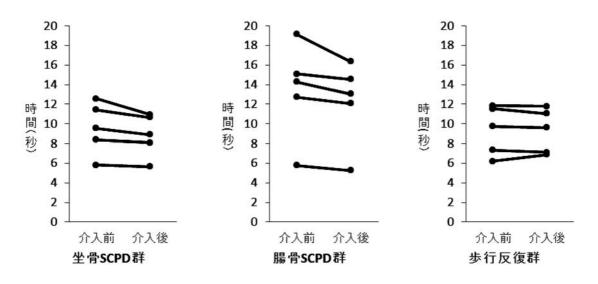


図3 各群の介入前後の歩行時間

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	213.02	2	106.51	4.45	0.04*
誤差変動	287.57	12	23.96		
全変動	500.59	14			
		<u> </u>		/*	·

(*:p<0.05)

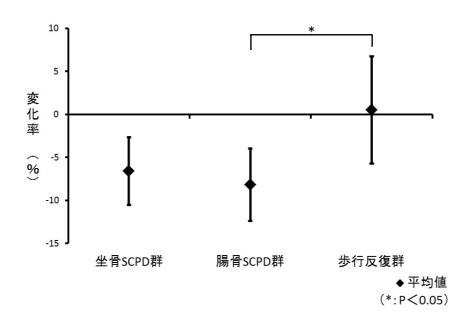


図 4 各群の 10m 歩行所要時間変化率

考察

腸骨 SCPD 群は歩行反復群と比較し有意な 歩行速度の改善を示した. 腸骨殿筋面上部で の骨盤 SCPD 手技により即時的に歩行速度の 増加がえられた要因として、脊髄・脳幹レベ ルの促通が考えられる^{4-8,13-15)}. Dietz ら ¹¹⁾ は、股関節の I a 求心性線維と I b 求心性線 維からの入力によるフィードバックと股関節 の荷重受容器の入力との組み合わせが歩行時 の下肢の筋活動に重要な役割を果たしてお り,四肢間の協調性は上位中枢によって促通 されることを推察している. また、立位・歩 行時の制御には, I a 求心性線維介在の短シ ナプス反射である短潜時伸張反射(潜時 40ms 前後) と I b 求心性線維と II 群求心性線 維介在の反射が関与すると推察される中潜時 反射(潜時80ms前後)が関与することが推 察されている ¹¹⁻¹³⁾.

SCPD 手技でも, 坐骨結節での用手接触による SCPD 手技は短潜時伸張反射(潜時 40ms)と中潜時反射(潜時 80ms)に抑制・促通の効果があり¹⁴⁾, 歩行の制御に影響を及ぼす可

能性が推察されている¹⁵⁾. 新井ら¹⁴⁾ は、神 経学的問題がなくサッカー競技により半月板 損傷がある一症例の安静時の右総指伸筋H波 を誘発したところ、再現性のある長経路反射 を示唆する 40~45msの中潜時の波形(C1) と約 150ms の長潜時の波形 (C2) が出現し たことを報告し、それらの潜時から、延髄レ ベルと皮質レベルの関与を推察している. そ の症例を対象に SCPD 手技前後の波形を分析 した結果、SCPD 手技直後に H 波の振幅増大 と C1・C2 の消失が観察され、4 分後に C1 の 潜時が短縮し, 6分後には C2 が出現し, H 波の振幅増大と C1 の潜時短縮は持続してい たことから、SCPD による脊髄・脳幹レベル の促通が示唆されたと報告している. 腸骨で の用手接触による SCPD 手技においても、こ れらの神経生理学的影響により即時的に歩行 速度の増加が得られた可能性が推察される.

本研究の臨床的意義は,腸骨殿筋面上部に 用手接触し短時間の静止性収縮による促通に よって歩行速度の改善がえられる可能性が示 唆されたことにより,易疲労性のため歩行反 復練習が困難な患者への適応と、坐骨結節への用手接触が困難な場合に有効である可能性が示唆されたことにある。今後、腸骨殿筋面上部に用手接触する SCPD 手技の神経生理学的効果の検証を行う必要がある。

文献

- 佐直信彦,中村隆一,細川 徹.在宅脳卒 中患者の生活活動と歩行の関連.リハ医 学.28(7).541-547.1991.
- 2) Trueblood PR, Walker JM, Perry J, Pelvic exercise and gait in hemiplegia. Phys Ther.69 (1). 18-26. 1989.
- 3) Wang RY.Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation on gait of patients with hemiplegia of long and short duration. Phys Ther. 74 (12). 1108-1115.
- 4) 桝本一枝,新井光男,田中良美,他. 患側への重心移動が困難であった脳卒中後片麻痺患者 1 症例に対する骨盤後方下制の効果、PNFリサーチ、6(1)、45-49、2006、
- 5) 田中敏之,新井光男,田中良美,他. 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). 56-60. 2007.
- 6) 新井光男. モビライゼーション PNF. 18-29. メディカルプレス. 東京. 2009.
- 7) 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(1). 9-14.2011.
- 8) 吉国貴子,新井光男,原田恭宏,他. 脳卒 中後片麻痺患者に対する PNF パターン中間 域での骨盤・肩甲骨静止性収縮促通運動が 歩行速度に及ぼす効果. PNF リサーチ. 11 (1). 21-26. 2011.
- 9) 柳澤 健, 乾 公美. PNF マニュアル. 改 訂第3版. 1-20. 南江堂. 東京. 2011.
- 10) Keith L. Moore, Arthur F. Dalley.

- CLINICALLY ORIENTED ANATOMY. Fifth Edition. 佐藤達夫, 坂井建雄(監訳). 臨床のための解剖学. 第 1 版. 546-547. メディカル・サイエンス・インターナショナル. 東京. 2008.
- Dietz V. Proprioception and Locomotor Disorders. Nat Rev Neurosci. 3 (10). 781-790.2002.
- 12) Dietz V, Sinkjaer T. Spastic movement disorder: impaired reflex function and altered muscle mechanics. Lancet Neural. 6. 725-733. 2007.
- 13) 新井光男. 骨盤の抵抗運動が遠隔の上肢関 節可動域改善に及ぼす遠隔効果の神経生理 学的仮説. 医療保健学研究. 1(1). 3-13. 2010.
- 14) 新井光男,清水 一,柳澤 健,他.骨盤 抵抗運動による総指伸筋長脊髄反射の潜時 に及ばす影響 -ケース・スタディーー. PNFリサーチ.3(1).52-59.2003.
- 15) 新井光男, 白谷智子, 清水 ミシェル・アイズマン, 他. 下肢に整形外科的疾患を有する患者に対する固有受容性神経筋促通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歩行時間に及ばす効果. PNF リサーチ. 12 (1). 21-25. 2012.

股関節回旋肢位の相違が膝伸展筋力へ与える影響

The effect of differences in hip rotation position on knee extension strength

伊藤 貴史 ¹⁾ 朝重 信吾 ¹⁾ 中村 学 ²⁾ 柳澤 健 ³⁾ Takashi Ito Shingo Tomoshige Manabu Nakamura Ken Yanagisawa

要旨:固有受容性神経筋促通手技は、複合面上で回旋運動を伴う特異的な運動パターンを用いる運動療法である。本研究は、端座位での膝伸展時に股関節運動開始肢位を内外旋中間位、30°内旋位、30°外旋位と変化させることで膝伸展筋力に差が生じるか、ハンドヘルドダイナモメーターを使用し静止性収縮にて検証することを目的とした。対象は、健常成人男性 17 名(平均年齢(標準偏差)26.1 (4.0) 歳)とした。最大膝伸展筋力の全対象者における平均値(同)は、股関節中間位で143.5 (25.1) Nm、内旋位で166.9 (29.7) Nm、外旋位で154.9 (24.5) Nmとなり、中間位と内旋位の間で有意差を認め、その他の肢位間では有意差は認めなかった。つまり、端座位における最大静止性膝伸展筋力は、股関節回旋中間位に比べ、内旋位で筋力値が高くなることが示唆された。股関節内旋位では、股関節外旋筋群の収縮力が膝伸展力に加わることで斜め方向の合力が生じたため有意に高値になったと考えた。

キーワード: 股関節回旋肢位,膝伸展筋力,ハンドヘルドダイナモメーター, PNF

Abstract: Proprioceptive neuromuscular facilitation is a therapy that utilizes specific patterns of movement involving rotation on complex surfaces. In this study, we tested isometric contraction by using a handheld dynamometer to investigate whether varying hip rotation position between the neutral position, 30° internal rotation, and 30° external rotation during knee extension in the seated position influenced the strength of the knee extensor. The subjects were 17 healthy adult men (mean age (SD), 26.1 (4.0) years). The mean (SD) maximum strength of the knee extensor for all the subjects was 143.5 (25.1) Nm in the neutral hip position, 166.9 (29.7) Nm in the internally rotated position, and 154.9 (24.5) Nm in the externally rotated position, with a significant difference between the neutral and internally rotated positions. In other words, this suggested that the maximum isometric knee extension strength in the seated position was greater when the hip was rotated internally than in the neutral position. It is probable that the strength of the knee extensor was significantly greater when the hip was rotated internally because the addition of the contractile force exerted by the hip external rotator muscles to the force exerted by the extensor generated a diagonally oriented resultant force.

Key words: hip rotation position, the strength of the knee extensor, handheld dynamometer, PNF

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

²⁾ 竹の塚脳神経リハビリテーション病院

Department of Rehabilitation, Takenotuka Neuro Rehabilitation Hospital

³⁾ 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

はじめに

固有受容性神経筋促通手技(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: 以下 PNF) は, 複 合面上で対角線かつ回旋運動を伴う特異的な 運動パターンを用いる運動療法である1).他 の運動療法では PNF のように複合面上でア プローチするものは少なく, 矢状面の動きや 前額面の動きに対してのアプローチが多いよ うに思われる. しかし, 人の力強い粗大運動 を観察すると、対角線上の動きと回旋の動き が加わっており, 矢状面・前額面あるいは水 平面のような単一な基本面上の動きはきわめ て少ないと言える. すなわち, 日常生活動作 やスポーツにおけるパフォーマンスを向上さ せるには単一な基本面上でなく複合面上の運 動パターンを考慮したアプローチが必要であ ると言える. 複合面上でのアプローチの有効 性を検証している報告は散見されており^{2~} 7), 矢状面のみの動きや前額面のみの動きに 対するアプローチより回旋筋を伴う複合面上 で行う運動療法が重要であると思われる. 特 に、複合面上でのアプローチである PNF の運 動開始肢位は,大脳皮質を非特異的に覚醒し 脊髄運動ニューロンの興奮性を増大し筋発生 張力や反応時間を短縮することが明らかにさ れている¹⁾. Nakamura らは、股関節屈曲・回 旋位における膝伸展時の大腿四頭筋反応時間 は回旋中間位に比べ短縮すると報告してい る⁷⁾. Yanagisawa らは、3 通りの対側下肢 PNF 肢位を他動的に保持した時にヒラメ筋 H 波振幅の増大が認められたと報告しいてい る⁶⁾. また PNF 運動の効果として, Kuruma ら は、下肢の PNF 運動と矢状面での運動を f-MRI で比較し、矢状面運動に比べて PNF 運動 は感覚運動野と小脳を賦活させると報告して いる⁵⁾. Yanagisawa らは,座位で股関節回旋 位と中間位での膝伸展時における加速度の比 較にて,回旋位の方が有意に加速度は増大し たと報告している^{2,3)}. しかし, 股関節回旋肢 位における膝伸展筋力にどのような影響を及 ぼすかは明らかにされていない. そこで本研 究の目的は,膝伸展時に股関節回旋肢位を中間位・内旋位・外旋位と変化させることで膝伸展筋力に差が生じるか,ハンドヘルドダイナモメーター(handheld dynamometer: 以下HHD)を使用して検証することとした.

方法

(対象)

対象者は、下肢・体幹に著明な整形外科的 および神経学的疾患の既往がない健常成人男 性 17 名(平均年齢(標準偏差) 26.1 (4.0) 歳、平均身長(同) 172.1 (5.2) cm、平均体 重(同) 65.5 (7.5) kg) とした.

(説明と同意)

対象者には、研究の概要を同意説明文に基づいて十分に説明した後に、研究同意書に署名を得た人を対象とした。また、対象者には研究同意の撤回がいつでも可能なことを説明した。

(測定方法)

測定項目は、全対象者に下記の課題①~③ の3通りの股関節回旋肢位による最大静止性 膝伸展筋力を測定した. なお、測定下肢は左 下肢とした.

課題①:左股関節回旋中間位

(以下,中間位)

課題②:左股関節 30°内旋位

(以下,内旋位)

課題③:左股関節 30°外旋位

(以下,外旋位)

測定肢位は、昇降台ベッドを使用し背もたれなしで足底離地の端座位にて、左股関節の回旋肢位は上記の3通りで、その他の関節肢位は3通りとも両股関節90°屈曲位・10°外転位、右股関節内外旋中間位、両膝関節90°屈曲位、骨盤・体幹中間位とした。なお、非伸縮性のストラップで右大腿と骨盤帯を固定し、体幹を安定させるために両上肢はベッド端を保持させた(図1).

使用機器は、左股関節伸展筋力の測定に HHD (アニマ株式会社製, μ-tas01) を使用



固定用ベルトを使用し、検者はセンサー部 に圧がかからないようにセンサーパッドを 把持している.

図1 測定肢位(外旋位)

した. HHD の設定は、測定時間 5 秒間、マ ニュアルモードで力の単位を kgf とした. HHDのセンサーは、課題①に対しては左足部 前方(内・外果の中央)の直上,課題②に対 しては足部前方から 30°内側部の直上,課題 ③に対しては足部前方から 30° 外側部の直上 がセンサーの下端になるように設置した. HHDの測定には、各課題とも昇降台ベッドの 支柱に非伸縮性のストラップを用いて固定し て行った. なお, 最大静止性収縮時に脛骨な どがセンサー部に強くあたることで生じる疼 痛を考慮して、センサーパッドにスポンジを 取り付けた. 測定中はセンサー部のずれを防 止するため、検者はセンサーに圧がかからな いようにセンサーパッドを把持した. なお, 各課題の測定ごとに、センサーとストラップ を固定し直しゼロ校正を行った.

測定手順は、まず3通りの課題の測定順を対象者ごとにくじで無作為に決定し、各課題間には疲労を考慮して5分間の休息時間を設けた、全対象者に対して、各課題とも5秒間の最大静止性収縮後、60秒間の休息をはさみ、再度5秒間の静止性収縮という順序で2

回の筋力測定を実施した.採用値は2回実施した内の最大値とし、下腿長を考慮し単位がNmになるように換算し採用値とした.

また、検者内と検者間の再現性を検討するために、対象者の中から無作為に8名抽出し、1日以上の間隔をあけて、4名は1回目と同一の検者で、あとの4名は1回目とは異なる検者で同一の測定方法で筋力測定を実施した。なお、2名の検者は本研究に先立って、測定方法に習熟するための練習を十分に行った。

(統計分析)

3通りの各課題で左膝関節伸展筋力に相違が生じるか一元配置分散分析を施行し、有意差を認めた場合、Tukeyの多重比較検定にてどの課題間に差があるか検定した。また、HHDの測定においての検者内信頼性および検者間信頼性の確認を、全対象者の中から無作為に選出した4名の採用値を級内相関係数にて検討した。

なお、すべての検定に統計ソフト SPSS12.0 J for Windows (SPSS Inc. Tokyo) を 使 用 し、 統計学的有意水準は 5% とした.

結果

(1) 一元配置分散分析および多重比較検定

全対象者における3通りの左股関節回旋肢位での膝関節伸展筋力の平均値(標準偏差)は,中間位で143.5(25.1)Nm,内旋位で166.9(31.0)Nm,外旋位で154.9(24.5)Nmであった. 左股関節回旋の異なる3肢位において膝関節伸展筋力に相違が生じるか一元配置分散分析を行った結果,各課題間において有意差を認めた(表1).各課題の要因において

Tukey の多重比較検定を行った結果,中間位 と内旋位の間で有意差を認め,他の2つの組 み合わせでは有意差を認めなかった(図2).

(2) HHDの測定においての検者内信頼性およ び検者間信頼性

検者内信頼性 ICC (1,1) は,中間位では 0.90,内旋位では 0.85,外旋位では 0.95,検 者間信頼性 ICC (2,1) は,中間位で 0.97,内 旋位で 0.98,外旋位で 0.89 といずれも高値を 示した.

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
各肢位間	4642.96	2	2321.48	3.30	0.46
誤差変動	33790.45	48	703.97		
全変動	38433.41	50			

表 1 各肢位の膝伸展筋力値による一元配置分散分析表

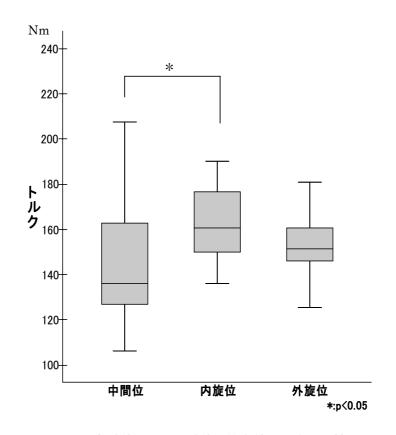


図2 各肢位における膝伸展筋力値の平均の比較

PNF リサーチ 13巻1号 2013年3月

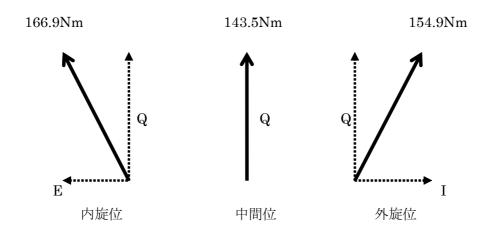
考察

端座位における股関節回旋肢位の相違が膝伸展筋力に与える影響を検証した結果,中間位に比べ内旋位で膝伸展筋力は有意に高値を示した.この結果は,Yanagisawaら^{2,3)}の加速度での研究報告と同様の結果となった.本研究においても Yanagisawa らが考察しているように内旋位では股関節外旋筋群の収縮力が膝伸展力に加わることで斜め方向の合力が生じたため中間位に比べ有意に筋力値が高くなったと考えた(図 3).

本研究では、中間位に比べ内旋位では膝伸展筋力が約14%高値を示し統計学的にも有意差を認めている。しかし、外旋位では中間位に比べ約8%高値を示したが統計学的有意差は認めなかった。この結果は、PNFの下肢運動パターンでは、外旋には内転、内旋には外転が組み合わされている1)ことが関与していると考えた。つまり、内旋位で膝関節伸展の静止性収縮を施行すると、股関節外旋筋のみでなく股関節内転筋の筋出力が膝伸展筋力

と同時に作用し内転筋の筋出力も加わり,外 旋位では内旋筋だけでなく外転筋の筋出力も 同時に加わったと考えた.しかし,股関節屈 曲位では外転筋力は低下すると言う報告があ り⁸⁾,本研究においても股関節屈曲位におけ る外転筋力は内転筋力に比べて弱い力とな り,外旋位に比べ内旋位の方が高値になった ため内旋位にのみ中間位との有意差を認めた と考えた.また,端座位において本研究にお いての外旋位は,内旋位に比べ重心の位置が 体軸からずれるために体幹のバランスを十分 に保持することが困難となり膝伸展筋力が内 旋位に比べ低値になったとも考えられた.

本研究の測定方法は、静止性収縮する運動方向が単軸でないため対象者には筋収縮させる方向が理解しにくいという欠点がある。その対策として、対象者が運動方向を目視できるように設定し測定した。その結果、検者内・検者間の信頼性はすべての肢位で ICC が0.8 以上と非常に高い再現性を示した。ゆえに、HHDを用いての本研究方法は妥当であっ



Q:大腿四頭筋によるベクトル

E: 股関節外旋筋によるベクトル I: 股関節内旋筋によるベクトル

図3 水平面における膝伸展筋力ベクトルと平均値

たと考えている. ただし, どの筋が有意に活 動しているかなど詳細な評価はできていな い. 近年, 股関節回旋肢位の違いによる運動 療法が大腿直筋(以下 RF), 内側広筋(以下 VM),外側広筋(以下 VL)にどのような影 響を及ぼすか検討している報告が散見される 9~12). 膝伸展筋力向上を目的にした代表的 な運動療法に patella setting (以下 PS) があ る⁹⁾. また, 膝の術後の患者や膝の損傷を有 する患者の膝伸展筋力の強化方法として Straight Leg Raise exercise (以下 SLR) を施行 することがある. PS においても SLR におい ても股関節回旋肢位の相違により RF, VM, VL の筋活動に影響を及ぼすか検討してい る^{9,10)}. しかし, これらの運動療法において も股関節周囲筋の筋力に対する影響について は一定の見解が得られていないと考えられ る. 本研究に続けて, 今後はRF, VM, VLの 影響, また股関節内転筋・外転筋の影響など も考慮して検討していく必要がある.

本研究の結果より、股関節回旋肢位を変化させることにより膝伸展筋力が増大することが明らかになった。今回の研究結果による臨床的意義として、日常生活動作やスポーツのパフォーマンスを向上をさせるために膝関節伸展筋力向上が必要である時、股関節回旋筋を考慮した PNF 運動パターンを選択してアプローチすることが効果的であると考える。

引用文献

- 1) 柳澤健, 乾公美. PNFマニュアル 改訂第 3 版 -. p3-11. p135-139. 南江堂. 東京. 2011.
- Yanagisawa K, Morozumi K, Eto R, et al. Effects of vertical and diagonal movements on acceleration.13th INT'L CONGR WCPT Proceeding. p412. 1999.
- 3) 柳澤健,新田收,富田浩,他.股関節肢位変化による膝関節伸展加速度への影響.第 33回日本理学療法士学会特集号.p188. 1998.

- 4) 伊藤貴史, 齋藤敏明, 本多慎, 他. Scooting に対する PNF アプローチが大腿骨頚部骨折 術後患者の股関節回旋筋力に与える即時効果. PNF リサーチ. Vol8. p44-49. 2008.
- 5) Kuruma H, Watanabe S, et al. Cortical activation pattern during proprioceptive neuromuscular facilitation movements.

 10th International Congress of ACPT. p299. 2008.
- 6) Yanagisawa K, Nakamura R, et al. Effects of facilitating position on H-reflex. 11th International Congress of the WCPT. Proceedings. p1025-1027. 1991.
- 7) Nakamura R, Viel E. The influence of position changes in the proximal joint on EMG-recorded reaction time on key muscles in the human extremity. 7th InternationalCongress of the WCPT. Proceedings. p119-123. 1974.
- 8) 対馬栄輝. 股関節屈曲・伸展位における股関節回旋角度の違いが股関節外転筋力値に及ぼす影響. 理学療法学. 29(1). p14-18. 2002.
- 9) 隈本庸夫, 伊藤俊一. 股関節回旋位の違い が内側広筋活動に及ぼす影響〜健常者にお ける背臥位 patella setting 時の筋電図学的 検討〜. 北海道理学療法. 21. p42-46. 2004.
- 10) 野中紘士,中嶋正明,秋山純一,他. 股関 節外旋位での Straight Leg Raise exercise が 下肢筋活動に及ぼす影響. 理学療法学. 31. p122. 2004.
- 11) 新田收, 富田浩, 岩崎健治, 他. 膝関節伸展における大腿直筋および内・外側広筋の筋活動. 理学療法学. 24. p455. 1997.
- 12) 松木儀浩, 大西秀明, 八木了, 他. 股関節 肢位の違いによる股関節外転筋群の筋電図 学的解析. 理学療法学. 31 (1). p9-14. 2004.

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

The cumulative effect of pelvic sustained contraction of the posterior depression technique on the forward reach test in the sitting position when using the unaffected upper extremity in hemiplegic patients

白谷 智子1) 美穂¹⁾ 新井 光男2) 竹濹 Miho Takezawa Tomoko Shiratani Mitsuo Arai 田中良美3) 清水 ミシェル・アイズマン⁴⁾ 柳澤 健5) Yoshimi Tanaka Michele Eisemann Shimizu Ken Yanagisawa

要旨:脳卒中後片麻痺患者の麻痺側骨盤の固有受容性神経筋促通法(PNF)のパターンの一つである 後方下制の中間域での静止性収縮促通(SCPD)手技が、座位で非麻痺上肢での前方へのリーチテス ト(座位前方リーチテスト)に及ぼす継時的効果を検討した. 脳卒中後片麻痺患者 12 名(男性 8 名,女性4名,平均年齢63.3歳)を,無作為にSCPD手技群と反復座位前方リーチ動作群の2群に分 類した. 指標は,運動刺激前の1分間に3回の座位前方リーチテストを行い,リーチ距離(reaching distance; RD 値)から平均値を算出し基準値とし、各運動刺激後に 3 分間、10 回の座位前方リーチテ ストを反復して行い, 各測定値運動刺激後の RD 値の改善率を算出した. 運動刺激と回数を要因とし た重複測定分散分析の結果、運動刺激と回数の要因に有意差を認めた、多重比較検定の結果、運動刺 激の要因では反復座位前方リーチ動作より SCPD 手技群が有意に RD 値の改善率が大きかった. また, 回数の要因では座位前方リーチテスト1回目より10回目において有意な改善を認めた.これらの結 果より、SCPD手技により遠隔部位の後効果(remote after-effects)により上肢・体幹の運動単位が増 大し自動運動能力が増大することにより動的柔軟性が増大し重心移動の制御が獲得された可能性が推 察される.

キーワード: 脳卒中後片麻痺患者, SCPD 手技, 固有受容性神経筋促通法 (PNF), 座位前方リーチテ スト,後効果 (after-effect)

Abstract: The purpose of this study was to compare the cumulative effects of a resistive sustained contraction using the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation pattern for pelvic posterior depression (SCPD) with the repetition of the forward reaching task in sitting (FRT) for increasing the reaching distance toward the affected side while using the unaffected upper extremity of hemiplegic patients. The reaching distance toward the affected FRT with the unaffected upper extremity in the sitting position was used to determine the effect of each exercise. Twelve subjects with hemiplegia were randomly assigned to the SCPD or the FRT repetition group. Reaching distances (RD) were measured three times before each exercise for one minute and ten repetitions after each exercise for three minutes. The results of a repeated measure ANOVA indicated that the RD showed more significant increases in the SCPD group than in the FRT repetition group. Significant differences were found between the RD measured in the 1st and 10th trials. These results indicated that, as remote after-effects, the cumulative effect of SCPD for increasing FRT ability might increase postural stability and ability to control postural

Key words: hemiplegia, SCPD, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF), sitting forward reach test, remote after-effect

- 1) 苑田第二病院 リハビリテーション科
 - Department of Rehabilitation, Sonoda Second Hospital
- つくば国際大学 医療保健学部 理学療法学科
 - Department of Physical Therapy, Faculty of Medical and Health Sciences, Thukuba International University
- 3) 広島逓信病院 理学療法室
- Department of Physical Therapy, Hiroshima Posts and Telecommunication Hospital 4) 甲南女子大学看護リハビリテーション学部理学療法学科
- Department of Physical Therapy, Faculty of Nursing and Rehabilitation,Kounan Women's University 5) 首都大学東京大学院健康福祉学部
- - School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

はじめに

体幹は四肢が機能するための土台であり、その機能が低下すると歩行や日常生活活動(Activities of Daily Living; ADL)に影響を与える¹⁾. 脳卒中後片麻痺患者の多くは、体幹の麻痺側や非麻痺側の活動性や制動性に左右差が出現し²⁾、また下部体幹筋の筋活動が低下しており³⁾、歩行やADL向上のためには体幹機能の改善が必要である.

体幹の機能を評価する方法として、Tysonら⁴⁾・Lynchら⁵⁾ は、Functional Reach Test を座位にて応用し、座位前方リーチテストを座位バランス検査として、脳血管障害患者や脊髄損傷患者における測定法の信頼性や妥当性を報告している。この座位前方リーチテストは、安田ら¹⁾ により起き上がり所要時間ならびに座位保持能力との関連性があることや、寺垣ら⁶⁾ により足底非接地の座位前方リーチテストと体幹機能評価(視覚性立ち直り反応と Trunk Control Test)と相関があったことが報告されている。

我々は体幹機能を向上させる方法として, 固有受容性神経筋促通法(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; 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 (Sustained Contraction of Posterior Depression; SCPD)手技を用いてアプローチを 行い,座位保持能力が向上することを臨床で 経験する.

SCPD 手技が体幹の機能や座位に及ぼす影響としては、道祖ら⁷⁾ は、体幹の柔軟性に及ぼす即時効果を、SCPD手技と腰痛体操の1つである骨盤後傾運動と比較検討を行った結果、SCPD 手技の方が有意に体幹の柔軟性が増大したことを報告している。また、田中

ら⁸⁾ は脳卒中後片麻痺患者の座位での非麻痺側骨盤の PNF パターンの前方拳上に対する静止性収縮 (Static Contraction of Anterior Elevation; SCAE) 手技が,非麻痺側上肢で体幹の回旋を伴う麻痺側方向へのリーチ課題に及ぼす継時的影響を検討した結果, SCAE 手技で有意に改善したことを報告している. これらのように SCPD 手技が体幹の柔軟性や側方リーチ動作に及ぼす効果は報告されているが,座位における前方リーチ動作に及ぼす効果を検証した報告はない. また,継時的効果を検証した報告はない.

そこで本研究では、脳卒中後片麻痺患者を対象に SCPD 手技が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証した.

方法

(対象)

ヘルシンキ宣言に則り、本研究の参加に同意が得られた脳卒中後片麻痺患者 12 名を対象とした.対象者は男性 8 名,女性 4 名で,平均年齢(標準偏差)は 63.3(11.1)歳、発症からの平均期間(標準偏差)は 48.6(32.6)ヶ月であった.麻痺側は左片麻痺が 6 名,右片麻痺が 6 名であり、上肢のブルンストロームステージは II が 1 名, III が 2 名, IVが 2 名, Vが 3 名, VIが 4 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、端座位が可能なものとした.

全対象を SCPD 手技群もしくは反復座位前 方リーチ動作群の2群に乱数表を用いて無作 為に分類した(表1).

表 1 各群の対象

運動刺激群	性別(名)	平均年齢±SD(歳)	罹患期間±SD(ヶ月)	患側(名)
SCPD手技	男4 女2	60.2±13.8	34.7 ± 30.5	右2 左4
反復座位前方リーチ動作	男4 女2	66.3±9.2	62.5±33.9	右4 左2

(座位前方リーチテストの測定方法)

対象者の肢位は、足底は非接地とし、肩峰と大転子を結ぶ線が床面と垂直となる位置に合わせた端座位とした. リーチ動作時の下肢による影響を同一とするために両下肢を閉じさせ、大腿遠位と下腿中央をバンドで固定した.

対象者はボードのすぐ横(非麻痺側)に位置し、測定用メジャーは肩峰の高さとし、基準点Aと同一の高さでリーチ動作を行わせるために、メジャーをあらかじめ床に平行となるように設置した.開始肢位は非麻痺側肩関節90°屈曲位・手掌部を床面に向け⁶⁾、肘関節と手指を伸展した(図1-a).非麻痺側第4指(薬指)先端部を基準点Aとし、同一の高さで前方への最大リーチを行わせた.リーチは非麻痺側第4指先端部に設置した指針を押し3秒間静止が可能な肢位を最終肢位とし、その時の指針の位置を到達点Bとした(図1-b).リーチ距離(reaching distance; RD

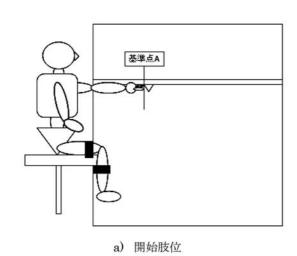
値)は基準点Aから到達点Bの間の長さとした

座位前方リーチテストは,運動刺激前に2回練習を行った後,1分間に3回RD値の測定を行い,運動刺激後に3分間に10回RD値の測定を行った(1回の座位前方リーチ動作毎に10秒間の休息をとった).

(各群の運動刺激の方法)

1) SCPD 手技の実施方法

被験者の体重を体重計で測定し、体重の2~3kgの力を反復して実験者が学習した後に刺激した.対象者は患側上の側臥位をとり、坐骨結節に用手接触し、骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮を2~3kgの抵抗量で10秒間行った.1回のSCPD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.手技は日本PNF学会上級修了後7年経った同一検者が行った(図2-a).



基準点A 到達点B

座位前方
リーチ距離

b) 最終肢位

図 1 座位前方リーチテストの測定方法

- a) 開始肢位は、非麻痺側肩関節 90° 屈曲位・手掌部を床面に向け、肘関節と手指を伸展し、麻痺側上肢は腹部に位置した. 基準点 A は、開始肢位の非麻痺側第 4 指先端部とした.
- b) 最終肢位は、リーチ動作の最終肢位で指針を押し3秒間静止が可能な肢位した. 到達点 B は、最終肢位の非麻痺側第4指先端部とした.
- RD 値は、基準点 A から到達点 B の間の長さとした.



a) SCPD 手技



b) 反復座位前方リーチ動作

図2 各群の運動刺激の方法

- a) 麻痺側の坐骨に用手接触し、10 秒間静止性収縮を行った. 1 回の SCPD 手技毎に 10 秒間の休息を取った. これを 1 セットとし、3 セット行った.
- b) 非麻痺側上肢でメジャーに沿って前方へリーチ動作を最大に行った。1回の座位前方リーチ動作毎に10秒間の休息をとった. これを1セットとし,10セット行った.
- 2) 反復座位前方リーチ動作の実施方法 対象者は座位前方リーチテストと同様の 端座位となり、リーチ動作も座位前方リー チテストと同様に設置したメジャーを使用 し、開始肢位と同一の高さでリーチを行っ た. 最終到達地点で3秒間静止し、その後 10秒間の休息を行い、これを1セットと し、10セット行った(図2-b).

(データの解析)

両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値から平均値を算出し基準値とし、次式により各群の運動刺激後の1~10回のRD値から改善率を算出した。

改善率= (運動刺激後の座位前方リーチ テスト距離-基準値)/(基準 値)×100

運動刺激と運動刺激後の座位前方リーチテストの実施回数(回数)を要因とした重複測

定分散分析を行った.その後,有意差のみられた要因について Bonferroni 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

1)座位前方リーチ距離の平均値

SCPD 手技群の RD 値の平均値(標準偏差)は,1回目3.1(1.8)cm, 2回目4.6(2.0)cm, 3回目4.6(2.9)cm, 4回目5.4(3.2)cm, 5回目5.5(2.9)cm, 6回目4.9(2.6)cm, 7回目5.9(3.3)cm, 8回目6.7(1.3)cm, 9回目6.9(2.1)cm, 10回目7.4(1.8)cmであった. 反復座位前方リーチ動作群の RD 値の平均値(標準偏差)は,

1回目2.0(1.6)cm, 2回目1.9(2.4)cm, 3回目2.0(2.0)cm, 4回目3.5(1.6)cm, 5回目2.3(1.8)cm, 6回目2.8(2.0)cm, 7回目1.6(2.9)cm, 8回目2.7(1.8)cm, 9回目2.8(3.0)cm, 10回目3.5(2.2)cm であった.

2) 座位前方リーチ距離の平均改善率 SCPD 手技群の RD 値の平均改善率(標準 偏差)は、

1回目7.3(4.1)%, 2回目11.3(4.8)%, 3回目11.2(7.1)%, 4回目13.0(7.9)%, 5回目13.3(7.2)%, 6回目11.7(6.2)%, 7回目14.3(8.3)%, 8回目16.7(3.2)%, 9回目17.0(4.9)%, 10回目18.5(5.0)% であった. 反復座位前方リーチ動作群のRD値の平均改善率 (標準偏差)は, 1回目6.1(5.1)%, 2回目5.8(8.0)%, 3回目5.9(6.0)%, 4回目10.3(4.0)%, 5回目7.1(5.8)%, 6回目8.6(6.6)%, 7回目5.0(9.4)%, 8回目8.5(6.1)%, 9回目8.3(9.3)%, 10回目10.4(6.3)% であった.

3) 重複測定一分散分析

運動刺激と回数を要因とした重複測定分散 分析の結果,運動刺激(p<0.05)と回数 (p<0.01)の要因に有意差を認めた(表 2).

4) 多重比較検定

多重比較検定(Bonferroni 法)の結果,運動刺激の要因では反復座位前方リーチ動作より SCPD 手技において有意な改善が認められた(p<0.05)(図 3). 回数の要因では座位前方リーチテスト1回目より座位前方リーチテスト10回目において有意な改善が認められた(p<0.01)(図 3).

考察

今回,脳卒中後片麻痺患者に対して SCPD 手技または反復座位前方リーチ動作を行った

表 2 座位前方リーチ距離の改善率による重複測定 - 分散分析

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値
運動刺激間	1017.29	1	1017.29	9.28	0.03
回数	581.24	9	64.58	3.02	0.007
誤差変動	997.72	45	22.17		
全変動	2596.25	55			

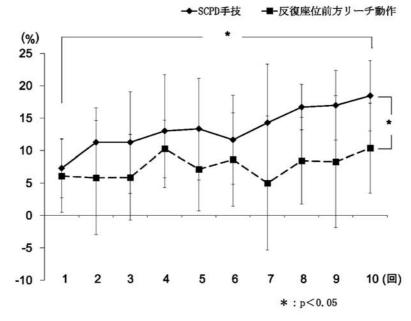


図3 運動刺激後の各座位前方リーチ距離の継時的変化

PNF リサーチ 13巻1号 2013年3月

後に RD 値を測定した結果,反復座位前方 リーチ動作を行った後の RD 値と比較し SCPD 手技後の RD 値が継時的に有意に増大したこ とより, SCPD 手技により上肢・体幹の可動 性とバランス機能が増大した可能性が示唆さ れた.

SCPD 手技による上肢・体幹の可動性が増大 した報告について、道祖ら⁷⁾は、体幹の柔軟 性に及ぼす即時効果を、骨盤の SCPD 手技と 骨盤後傾運動と比較検討し、SCPD 手技の方 が有意に体幹の柔軟性が増大したことを報告 している. また, 名井ら⁹⁾ は, 脳卒中後片麻 痺患者の患側上肢関節に及ぼす即時効果を, 骨盤の SCPD 手技と患側肩関節屈曲方向への 持続伸張手技と比較検討し, SCPD 手技の方 が有意に肩関節屈曲の他動可動域が改善した と報告している. また, 上広ら 10) は, SCPD 手技と SCAE 手技が脳卒中後片麻痺患者の患 側上肢の自動関節可動域と他動関節可動域改 善に及ぼす効果を検討した. その結果, SCPD 手技では自動・他動関節運動ともに安静時と 比較し有意な改善が認められたと報告してい る. 本研究での SCPD 手技による座位前方 リーチ距離の増大もこれらの報告と同様に, SCPD 手技実施時の中枢への抑制作用と,その 後の促通効果が11)体幹と肩関節の自動関節 可動域増大に影響を及ぼした可能性が推察さ れる. 新井 ^{11,12)} は, SCPD 手技群とコント 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 手技時に橈側手根屈筋 H 波に有意な抑制が生じ, SCPD 手技後 80 秒に 有意な促通が生じると報告している. 運動 時, 脊髄レベルの抑制によりリラクセーショ ン効果が得られる. SCPD 手技後, 中枢の促通 の遠隔の後効果 (remote after-effects) 13) に より上肢・体幹の運動単位が増大し自動運動 能力が増大することにより動的柔軟性が増大 し重心移動の制御が獲得されバランス機能が 向上した可能性が推察される.

文献

- 安田直史,村田伸,菅沼一平,他.要介護 高齢者の座位前方リーチテストの再現性と 妥当性の検討.総合リハビリテーション. 39(5).477-481.2011.
- 2) 阿部千恵,吉原真紀,真鍋祐子,他. 脳卒 中片麻痺患者における体幹運動機能と側方 重心移動動作時の圧中心点変化との関係. 理学療法学. 31(2). 130-134. 2004.
- 3) 渡部雄樹,桝谷真士,佐々木誠.片麻痺患者における坐位時の圧中心軌跡(COP)に対する腹部ベルト装着の影響.理学療法科学.19(2).131-135.2004.
- 4) Tyson SF, DeSouza LH. Reliability and validity of functional balance tests post stroke. Clin Rehabili. 18. 916-923. 2004.
- 5) Lynch SM, Leahy P, Barker SP. Reliability of Measurements Obtained With a Modified Functional Reach Test in Subjects With Spinal Cord Injury. Physical Therapy.78 (2). 128-133. 1998.
- 6) 寺垣康裕,新谷和文,臼田滋.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). 151-155.2008.
- 7) 道祖悟史,新井光男,清水一,他. 骨盤の 抵抗運動が腰痛に及ぼす即自的効果. PNF リサーチ. 7(1). 1-5. 2007.
- 8) 田中良美,新井光男,清水一,他.片麻痺 患者の骨盤へのPNFアプローチが非麻痺側 上肢のリーチ動作に及ぼす継時的影響. PNFリサーチ.7(1).66-72.2007.
- 9) 名井幸恵,新井光男,上広晃子,他. 脳卒 中後片麻痺患者の患側の骨盤の後方下制が 患側上肢に及ぼす即時効果. PNF リサー チ. 2(1). 27-31. 2002.
- 10) 上広晃子,新井光男,清水一,他. 脳卒中 後片麻痺患者の骨盤の抵抗運動パターンの 相違が患側肩関節可動域に及ぼす効果. PNF リサーチ. 4(1). 24-27. 2004.

- 11) 新井光男. 柳澤健監修. モビライゼーション PNF. 第1版. 18-21. メディカルプレス. 東京. 2009.
- 12) 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). 13-20. 2012.
- 13) Arai Mitsuo, Shiratani Tomoko. 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. Biomedical Research23 (3). 416-420. 2012.

日本PNF学会会誌投稿規定

投稿要綱

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

著者名. 題名. 雑誌名. 巻 (号). 引用ページ. 発行年. の順に記載する.

③単行本の場合

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

- ④著者名が4名以上の場合, 3名連記の上, ○○○他, または○○○ et al. とする.
- 9. 原稿はパソコン(テキストファイル形式保存)で作成し、正原稿1部とそのコピー1部、所属および著者名を削除した副原稿1部、合計3部を提出する. また3.5インチフロッピーディスク、CD-ROM(氏名、ファイル名、使用ソフト名等を明記)と、所定の投稿票と投稿承諾書を添付する.
- 10. 修正後の原稿提出の際には,修正原稿 1 部とそのコピー 1 部,修正副原稿(所属,著者名を削除) 1 部,修正後の 3.5 インチフロッピーディスク,CD-ROM(氏名,ファイル名,使用ソフト名を明記),査読済みの元原稿(コピー) 1 部を添えて提出する.
- 11. 著者校正は1回とする. またページ数の変更に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 15 - 13

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.13」を皆様のお手元にお届けすることができました。

今回は、Vol.12 に続いて、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やホール ドリラックス,下肢の PNF 運動パターンの中間域での静止性収縮の効果を検証した英文の原著 論文が2編寄せられました。また、一側下肢の筋収縮の発散効果を検証した原著論文が1編、 関節可動域に及ぼす効果を検証した原著論文が2編,筋力に及ぼす効果を検証した研究報告論 文が1編,脳卒中患者に対す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を検証 した研究報告論文が2編寄せられました.

対象が下肢整形外科疾患や脳卒中患者の論文は、関節可動域制限、歩行能力、バランス能力 の改善など臨床で重要な目標を達成するために行う PNF 手技の効果の検証であり、健常成人を 対象とした論文も同様に治療対象になりやすい筋力や関節可動域の改善効果がエビデンスに 則って検証されています。重田論文では、脳卒中患者を対象に歩行能力の改善のみならず用手 接触の位置を変えた時の効果が検証されて、臨床的意義を考えた興味深い論文です。

日本 PNF 学会は、今後もさらに質の高い PNF の研鑽の場となるよう、また世界に向けて発展 していき、PNF の臨床的意義や効果についても研究を通して討議していきたいと思います.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	首都大学東京 大学院 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	つくば国際大学 理学療法学科 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
涉外局長	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 担当部長
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	神戸学院大学 総合リハビリテーション学部 教授
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 • 山元 総勝

日本 PNF 学会 (PNFSI) 第13巻 第1号 2013年3月25日発行

•原田 恭宏

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

以上

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。