

Original Article

Open Access

달힌 사슬 자세에서의 PNF 수축이완 기법이 뇌졸중 환자의 장딴지 근육 긴장도와 보행능력에 미치는 즉각적 효과

문상현†

드림병원 물리치료실

Immediate Effects of Using the PNF Contract-Relax Technique in the Close Kinetic Chain Position on the Gait Ability and Gastrocnemius Muscle Tone of Stroke Patients

Sang-Hyun Moon†

Department of Physical Therapy, Dream Hospital

Received: November 17, 2016 / Revised: November 28, 2016 / Accepted: November 28, 2016

© 2017 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: The purpose of this study was to determine the immediate effects of using the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) contract-relax technique in the close kinetic chain position on the gait ability and gastrocnemius muscle tone of stroke patients.

Methods: The subjects were patients who had strokes due to cerebrum infarction and hemorrhage. The subjects participated in exercise with the PNF contract-relax technique in the standing-on-elbow position with a high table, and the affected lower leg was placed in the posterior position. The PNF contract-relax technique was applied at the position in which the ankle plantar-flexors were in a sufficiently elongated position. After performing twice in each range, while the muscle was elongated, the affected side was moved further back and a new range was set. In each session, the time of contraction was set to 8 seconds, and the resting time was set to 5 seconds; however, if the patient felt tired, they received more resting time during the intervention. The Myoton Pro and 10 m walking test were used to measure the muscle tone and gait ability both pre- and post-intervention.

Results: After participating in the program, the muscle tone decreased and the gait ability improved in the ankle plantar-flexors, as determined by the Myoton Pro and 10 m walking test.

Conclusion: The PNF contract-relax technique can help to decrease muscle tone in ankle plantar-flexors with hypertonus and increase the gait ability in stroke patients.

Key Words: Contract-relax, Plantar-flexor muscle tone, Proprioceptive neuromuscular facilitation

†Corresponding Author : Sang-Hyun Moon (ptist5003@hanmail.net)

I. 서론

뇌졸중 환자들은 손상 후에 경직(spasticity)이 대부분 나타나고 이로 인해 일상생활에 많은 어려움을 가져오게 된다. 장딴지 근육은 일상생활에 아주 중요한 역할을 하는데 뇌졸중 후에 장딴지 근육의 변화에는 경직, 구축, 근 약화 등의 증상을 확인할 수 있게 된다 (Chung et al., 2004). 발바닥 굽힘근에 대한 경직, 발등 굽힘근의 약화는 발목 관절을 아래로 떨어지게 하고, 이동하는 동안에 발목 관절이 자연스럽게 움직이는 것을 어렵게 한다(Perry, 1992; Vattanasilp et al., 2000).

발바닥 굽힘근은 보행 중에 아주 중요한 역할을 하는데, 주로 입각기 대부분 동안 특히 발바닥 닿기와 말기 입각기 사이에서 활동적이다. 발바닥 닿기에서 발뒤꿈치 떼기 직전까지, 발바닥 굽힘근들은 고정된 거골에 대해 하퇴가 전방 회전운동(발등굽힘)을 감속시키기 위해 원심성으로 작용한다. 그러나 발뒤꿈치 떼기와 발가락 떼기 사이에서 이 근육들은 밀기에 필요한 전진을 제공하기 위해 구심성으로 작용하게 되는데(Neumann, 2002), 발목 관절의 발바닥 굽힘근의 경직 및 약화는 신체를 앞으로 전진하게 하는 능력을 감소시킨다(Olney & Richards, 1996; Winter, 2004). 이런 발바닥 굽힘근의 경직과 단축된 근육에 대한 하나의 치료 방법은 수동적인 움직임 또는 관절의 스트레칭이다. 이러한 수동적인 움직임과 스트레칭은 발목 관절 발등굽힘의 운동범위를 유지하거나 증가시키기 위하여 사용된다(Selles et al., 2005). 그러나 이런 수동적인 움직임과 스트레칭 운동보다는 등척성 수축과 같은 환자의 능동적 참여가 있어야 보다 더 좋은 효과를 가져 올 수 있는데, 이는 등척성 수축 후 이완 효과(post-isometric relaxation)가 발생하여 단축된 근육과 조직을 이완시킬 수 있는 현상을 이용하는 것이다(Chaitow, 2007). 그리고 Yoon과 Jung (2013)은 환자 스스로 하는 능동운동보다는 치료사와 함께하는 능동운동이 더 효과적이라고 보고하였다.

고유수용성신경근축진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)은 여러 가지 철학과 기법들을 설명하

고 있으며, 직접적으로 근육을 수축시킨 후 이완을 가져와 관절운동범위(range of motion, ROM)를 증가시키는 기법들을 제시하고 있다(Adler et al., 2014). 이런 방법은 임상에서 도수 수동신장 기법보다 환자를 보다 편안하게 근육을 신장시키는 방법으로 근골격계 및 신경계 환자들에게 널리 사용되고 있다(Kisner & Colby, 2007).

지금까지의 연구에서는 발목 관절의 발바닥 굽힘근의 근 긴장도가 증가되어 발목 관절의 움직임에 제한이 있는 뇌졸중 환자들에게 열린 사슬 자세에서의 수동적 움직임과 스트레칭에 대한 연구들은 많았지만, 환자의 능동적 참여와 함께 닫힌 사슬 자세에서 PNF를 적용하여 즉각적인 효과를 알아보는 연구는 부족하였다. 따라서 본 연구의 목적은 발목 관절 발바닥 굽힘근에 근 긴장도가 증가되어 움직임이 제한되었던 뇌졸중 환자들에게 닫힌 사슬 자세에서의 PNF 적용이 발목 관절 발바닥 굽힘근의 근 긴장도와 보행에 미치는 영향을 알아보려 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 뇌졸중 진단을 받고 서울시에 위치한 D병원에 재원중인 뇌졸중 환자 10명을 대상으로 실시하였다. 대상자는 뇌졸중으로 인하여 운동 및 감각 마비가 있는 자, 뇌졸중으로 진단받고 6개월 이상 경과한 자, 인지 및 지각에 손상이 없는 자, 정형외과적 손상이 없는 자, 발목 관절 발바닥 굽힘근의 경직, 근 긴장도 증가 및 단축이 있는 자를 대상으로 하였다. 선정된 연구 대상자들은 발병 이후 매일 오전, 오후로 물리치료와 작업치료를 받고 있고, 연구 대상자로부터 연구 동의서를 받고 나서 연구를 실시하였으며, 본 연구의 방법인 PNF 수축-이완기법 운동은 치료 시간 이외의 시간에 시행하였다.

2. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다. 연구에 참여한 남자 대상자는 7명, 여자 대상자는 3명으로 오른쪽 신체 손상 5명, 왼쪽 신체 손상 5명의 뇌졸중 대상자가 참여하였다. 평균 나이는 60.3±6.63세이며, 발병기간은 43.1±26.9개월, 몸무게는 72.3±8.53kg, 키는 167.5±7.46cm였으며, MMSE-K는 28.6±1.07점이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=10)

Characteristics		Mean±SD
Sex	Male	7
	Female	3
Affected side	Right	5
	Left	5
Age (year)		60.3±6.63
Onset (month)		43.1±26.9
Weight (kg)		72.3±8.53
Height (cm)		167.5±7.46
MMSE-K		28.6±1.07

3. 중재 방법

본 연구의 중재 방법은 높은 테이블에 팔꿈치를 지지하고 서서 손상 측 하지를 뒤로 놓은 자세에서 시행하였다(Moon et al., 2016). 발목 관절 발바닥 굽힘 근이 충분히 늘어나는 위치에서 PNF 수축-이완 기법을 적용하였고, 적용범위는 각 범위 당 2회씩 세 범위에서 실시, 총 6회 실시하였다. 각 범위에서 2회씩 실시한 후, 근육이 늘어난 만큼 손상 측 하지를 뒤로 더

이동하여 새로운 범위를 재설정하였다. 1회 수행 시 수축시간 8초, 휴식 시간 5초로 설정하였고, 수축 후 휴식 시에는 비손상측의 하지에 체중부하를 하여 손상측의 이완을 가져오도록 하였으며(Adler et al., 2014), 중재 중 환자가 힘들어 한 경우, 휴식시간을 충분히 고려하여 실시하였다(Table 2).

4. 측정 도구 및 방법

1) 근 긴장도(muscle tone)

장딴지 근육의 근 긴장도를 알아보기 위하여 Myoton®Pro (Myoton AS, Estonia)를 이용하여 측정하였다. Myoton®Pro는 편안하게 누운 자세 및 엎드려 누운 자세에서 신체의 근육표면에 센서를 수직으로 직접 접촉하여 근 긴장도, 탄력성을 객관적으로 측정하기 위한 장비로 신뢰성과 유효성이 검증된 장비이다(Chuang et al., 2012). 대상자는 편안히 엎드려 누운 자세에서 장딴지 근육의 바깥쪽과 안쪽에 표식점(skin marker)을 표시하고 중재 전과 후의 접촉부위가 동일하게 측정하였다.

2) 보행 능력(gait ability)

중재 전, 후의 보행 능력을 확인하기 위하여 10미터 걷기 검사(10m walking test)를 실시하였다. 편평한 바닥에 10미터의 시작점과 끝나는 지점을 표시하고, 추가적으로 가속 및 감속한 거리를 제외하기 위하여 시작점과 끝나는 지점에 2미터를 더 표시한다. 연구 대상자에게 “평소와 같이 편안한 속도로 걸어가세요”라고 지시한 후 초시계를 이용하여 가속 및 감속 구간을

Table 2. Program of PNF intervention

Procedures	Intervention (technique)	position	muscle	Contract time	Rest time	Rrepeat time
1 st position	Contract-relax	Stand on elbow with mat (1st elongation)	Plantarflexor	8sec	5sec	2 time
2 nd position	Contract-relax	Stand on elbow with mat (2nd elongation)	Plantarflexor	8sec	5sec	2 time
3 rd position	Contract-relax	Stand on elbow with mat (3rd elongation)	Plantarflexor	8sec	5sec	2 time

제외한 거리를 측정, 총 3회 측정하여 평균값을 구하였다(Watson, 2002).

5. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료는 Windows SPSS Version 18.0 통계프로그램을 이용하여 통계 처리하였고, 각 측정 항목들의 정규분포 여부를 알아보기 위하여 Shapiro-wilks 검정을 실시하였다. 그 결과 정규분포가 인정되어 집단 내 전·후의 측정에서 나타난 자료의 차이를 알아보기 위하여 대응표본 t-검정(paired t-test)을 이용하여 분석하였으며, 통계적 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 근 긴장도 및 보행 능력 변화

발목 관절 발바닥 굽힘근의 근 긴장도 변화와 보행 능력 변화의 결과는 Table 3과 같다. 닫힌 사슬 자세에서의 발목 관절 발바닥 굽힘근에 PNF 수축·이완 기법 적용한 결과 바깥쪽과 안쪽 장딴지 근육 모두 근 긴장도가 통계적으로 유의하게 감소하였고($p < 0.05$), 보행 능력의 경우 마찬가지로 통계적으로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$)(Table 3).

Table 3. Comparison of pre and post intervention values

	Pre	Post	p
	Muscle tone (Hz)	Muscle tone (Hz)	
Lateral gastrocnemius	14.01±1.21	13.30±0.97	0.04*
Medial gastrocnemius	14.10±1.79	13.47±1.98	0.04*
10m walking test (sec)	38.38±15.62	35.03±16.53	0.00**

* $p < 0.05$

** $p < 0.005$

Mean±Standard deviation

IV. 고찰

뇌졸중 환자들은 손상 후에 기능적 소실과 함께 일상생활에 많은 제한을 가져오게 되고 이러한 기능적 소실은 일상생활을 제한하게 된다. 환자들은 더 나아가 사회로의 복귀를 위하여 많은 재활훈련을 하게 되는데 여러 가지 방법들을 통하여 환자들은 재활훈련을 경험하게 된다. PNF의 수축·이완 기법은 주로 근육의 이완과 관절운동범위(range of motion, ROM)를 증진시켜 신체 기능을 좋게 하여 활동을 증진하는 목적으로 주로 사용되고 있다(Adler et al., 2014). 또한 이 기법은 뇌졸중과 같은 신경계 환자뿐 아니라, 근골격계 환자의 유연성 증진을 위하여 널리 사용되는 치료법 중에 하나이다(Lucas & Koslow, 1984).

많은 뇌졸중 환자들은 손상 후에 경직을 경험하게 되는데 이러한 경직은 운동능력을 감소시키고 운동능력 감소는 일상생활 동작에 지장을 초래하게 되며(Lance, 1980), 과도하거나 잘 조절되지 않는 경직은 기능적인 회복을 제한하고 통증과 구축의 원인이 되기도 한다(Barnes, 2001). 이런 경직을 줄이고 치료하기 위하여 몇 가지의 방법들이 연구되었는데, 특히 이전의 연구에서는 수동적인 스트레칭 방법을 주로 이용하였고, 주로 경사침대나 석고 고정(cast)을 이용하여 치료하였는데 발목 관절의 발바닥 굽힘근의 수동적 저항의 감소나, 발목 관절의 발등 굽힘의 운동범위 증가 및 보행의 능력을 증가되었다고 보고하였다(Brouwer, 2000; Tsai, 2001). Stone 등(1993)은 닫힌 사슬 자세에서의 재활이 근위부 및 원위부 운동을 위하여 매우 유용하게 사용될 수 있다고 보고하였고, Lee와 Kim (2013)도 닫힌 사슬 자세에서의 재활 운동이 뇌졸중 환자의 보행과 하지의 기능에 효과가 있다고 보고하였다.

이에 본 연구에서는 여러 가지 재활훈련 방법 중 하나인 PNF의 기법인 수축·이완 기법을 닫힌 사슬 자세에서 이용하여 단축된 장딴지 근육의 근 긴장도와 보행능력의 변화를 알아보았다. 본 연구에서는 닫힌 사슬 자세에서의 발목 관절에 적용한 PNF 수축·이

완기법은 뇌졸중 환자의 손상 측 발목 관절의 발바닥 굽힘근의 근 긴장도를 감소시키는 결과를 가져왔다. Adler 등(2014)은 PNF의 기법중 하나인 수축-이완 기법이 근 긴장도를 감소시키고, 관절운동범위를 증가시킬 목적으로 사용할 수 있다고 하였고, Feland 등(2001)의 연구에서도 무릎관절의 굽힘 제한이 있는 환자에게 수축-이완 기법을 적용했을 때 유연성이 증가되어 무릎관절의 운동범위가 증가하였다고 보고하였다. 관절운동범위의 증가는 유연성이 증가함에 따라 근 긴장도가 감소하는 것을 보여주고 있는데 본 연구와도 밀접한 관계가 있다고 할 수 있으며, 이런 PNF 수축-이완 기법은 뇌졸중 환자의 근 긴장도를 감소시킬 목적으로 사용할 수 있는 훈련 방법이라고 제시할 수 있다. 특히 단한 사슬 자세에서 근육이 점진적으로 신장(elongation)된 새로운 자세에서의 PNF 수축-이완 기법은 근 긴장도가 증가된 뇌졸중 환자의 발목 관절 발바닥 굽힘근의 근 긴장도 감소를 목적으로 사용하기에 좋은 훈련방법이라고 볼 수 있으며, 한 자세에서 계속 시행하는 것보다 근 긴장도가 증가한 근육을 점진적으로 신장한 새로운 위치에서 시행하는 것이 더 효과적이라고 할 수 있다. 또한 본 연구에서는 PNF 수축-이완 기법을 적용하여 발목 관절 발바닥 굽힘근의 근 긴장도 뿐 아니라, 이 근 긴장도의 변화가 뇌졸중 환자의 보행에 어떠한 영향이 미치는지에 대하여도 연구하였는데, 발목 관절의 발바닥 굽힘근의 근 긴장도 감소가 실질적으로 뇌졸중 환자의 보행능력에 좋은 결과를 가져왔다. 이 결과는 Moon 등(2016)의 연구에서 보는 것과 같이 단한 사슬 자세에서 실시한 발목 관절 발바닥 굽힘근의 스트레칭 훈련이 뇌졸중 환자의 보행에 효과가 있다고 보고한 것과 같은 결과로, 발바닥 굽힘근의 적절한 근 길이와 근 긴장도는 보행에 아주 중요한 결과를 가져온다고 할 수 있다.

따라서 뇌졸중 환자들은 발목 관절 발바닥 굽힘근의 경직과 근 긴장도의 증가로 인하여 활동의 어려움을 겪는 부분에 있어 수동적인 스트레칭보다는 스스로 근육을 수축하여 이완하고, 열린 사슬 자세보다는 단한 사슬 자세에서 실시한 PNF 수축-이완 기법이

뇌졸중 환자의 발목 관절 발바닥 굽힘근의 근 긴장도를 감소시키는데 도움을 줄 수 있다고 사료되고, 더 나아가 보행 능력 증진에도 효과가 있다는 것을 확인할 수 있었다. 다만, 연구 대상자가 10명으로 제한되어 있어 보다 더 많은 대상자의 참여와 객관적인 근거에 대한 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

V. 결론

본 연구는 발목 관절 발바닥 굽힘근에 경직과 함께 근 긴장도가 증가 또는 단축이 있는 10명의 뇌졸중 환자에게 단한 사슬 자세에서의 PNF 수축-이완 기법이 근 긴장도 및 보행에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다. PNF 중재는 한 번의 중재에 의해 이루어졌고 즉각적인 효과를 확인하였다. 적용범위는 각 범위당 2회씩 세 범위에서 실시, 총 6회 실시하였다. 각 범위에서 2회씩 실시한 후, 근육이 늘어난 만큼 손상 측 하지를 뒤로 더 이동하여 새로운 범위를 재설정하였고, 1회 수행 시 수축시간 8초, 휴식 시간 5초로 설정하여 중재하였다.

그 결과 발목 관절 발바닥 굽힘근의 근 긴장도가 감소하였고, 이로 인하여 더 나아가 보행능력이 증진되는 효과를 가져왔다. 결론적으로 종합해보면 발목 관절 발바닥 굽힘근의 근 긴장도가 증가되어 있는 뇌졸중 환자에게 적용한 단한 사슬 자세에서의 PNF 수축-이완 기법은 근 긴장도를 감소시키고, 뇌졸중 환자의 보행능력을 증진시키기 위한 운동프로그램으로 적용할 수 있다고 사료된다.

References

- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide, 4th ed. Heidelberg: Springer; 2014.
- Barnes M. Upper motor neuron syndrome and spasticity: clinical management and neurophysiology. Cambridge.

- Cambridge University Press. 2001.
- Brouwer B, Davidson LK, Olney SJ. Serial casting in idiopathic toe-walkers and children with spastic cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2000;20(2): 221-225.
- Chaitow L. Muscle energy techniques, 3rd ed. New York. Churchill Livingstone. 2007.
- Chuang LL, Wu CY, Lin KC. Reliability, validity, and responsiveness of myotonometric measurement of muscle tone, elasticity, and stiffness in patients with stroke. *Archives Physical Medicine Rehabilitation*. 2012;93(3):532-540.
- Chung SG, Van Rey E, Bai Z, et al. Biomechanic changes in passive properties of hemiplegic ankles with spastic hypertonia. *Archives Physical Medicine Rehabilitation*. 2004;85(10):1638-1646.
- Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Physical therapy in sports*. 2001;2(4):186-193.
- Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation. St. Louis. Mosby. 2002.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: foundations and techniques, 5th ed. Philadelphia. F.A. Davis Co. 2007.
- Lance J. Pathophysiology of spasticity and clinical experience with baclofen. Chicago. Year Book. 1980.
- Lee JH, Kim JH. Effect of exercise program using mirrors for stroke patients. *International Journal of Contents*. 2013;9(1):60-64.
- Lucas RC, Koslow R. Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. *Perceptual and motor skills*. 1984;58(2):615-618.
- Moon SH, Boo JA, Park SE. Effects of ankle plantar flexors stretching with closed kinetic chain on pelvic movements and gait speed in hemiplegia patients: a case study. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(1):309-313.
- Olney SJ, Richards C. Hemiparetic gait following stroke. Part I: characteristics. *Gait Posture* 1996;4(2):136-148.
- Perry J. Gait analysis: normal and pathological function. New York. McGraw-Hill. 1992.
- Selles RW, Li X, Lin F, et al. Feedback-controlled and programmed stretching of the ankle plantarflexors and dorsiflexors in stroke: effects of a 4-week intervention program. *Archives Physical Medicine Rehabilitation*. 2005;86(12):2330-2336.
- Stone JA, Leuken JS, Partin NB, et al. Closed kinetic chain rehabilitation for the glenohumeral joint. *Journal of Athletic Training*. 1993;28(1):34-37.
- Tsai KH, Yeh CY, Chang HY, et al. Effects of a single session of prolonged muscle stretch on spastic muscle of stroke patients. *Proceedings of the National Science Council, Republic of China Part B*. 2001;25(2):76-81.
- Vattanasilp W, Ada L, Crosbie J. Contribution of thixotropy, spasticity, and contracture to ankle stiffness after stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2000;69(1):34-39.
- Watson MJ. Refining the ten metre walking test for use with neurologically impaired people. *Physiotherapy*. 2002;88(7):386-397.
- Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. New York. John Wiley & Sons. 2004.
- Yoon JS, Jung HI. The influence of treatment in patients with shoulder adhesive capsulitis for the proprioceptive neuromuscular facilitation and self-assistive ROM exercise. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2013;8(2):219-229.