

Original Article

발등 굽힘 관절가동범위를 증가시키기 위한 관절가동술과 경사대, PNF 스트레칭이 뇌졸중 환자의 발등 굽힘 및 발바닥 굽힘근의 근긴장도에 미치는 효과 비교

유병호, 홍현표¹⁾

더원요양병원 재활치료센터, 종로정형외과 물리치료실¹⁾

The Comparison of the Effects of Joint Mobilization, Incline Board and PNF stretching to Increase the Dorsiflexion of the Ankle Joint on Ankle Dorsiflexion and the Muscle Tone of the Plantar Flexor the Ankle in Subjects with Stroke

Bueong-ho Ryu, Hyun-pyo Hong¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Theone Hospital
Dept. of Physical Therapy, Jongno Hospital¹⁾

ABSTRACT

Background: This study was conducted to compare the effects of an incline board, proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching, and joint mobilization on the dorsiflexion of the ankle joint and muscle tone of the plantar flexor and ankle in stroke patients.

Methods: Forty-five stroke subjects were randomly divided into three groups: each JMG (Joint Mobilization Group), IBG (Inclined Board Group) and PSG (PNF Stretching Group). The experiment was performed for eight weeks between August 1 and October 31, 2018.

Results: The dorsiflexion of the ankle joint was significant between the groups and by period ($p < .05$). JMG had a significant change by period ($p < .05$). Differences between groups by period increased after 8 weeks in the PSG and the JMG ($p > .05$). The gastrocnemius lateral muscle tone was significant between the groups ($p < .05$), and medial muscle tone was interacted between groups and time ($p < .05$).

Conclusion: An effective intervention method to increase the dorsiflexion of the ankle joint and decrease the muscle tone when performing PNF stretching, and joint mobilization in stroke patients was confirmed. Future studies are recommended to variety research of PNF stretching and joint mobilization.

Key Words:

Dorsiflexion of the ankle joint, Joint mobilization, Muscle tone of plantar flexor, PNF stretching, Stroke

I. 서론

발목관절(talocrural joint)은 정강뼈, 종아리뼈의 먼 쪽과 목말뼈 사이에 위치해 있으며 위발목관절이라 하고, 목말뼈 사이의 관절인 목말밑관절(subtalar joint)을 아래 발목관절이라 부르며, 시상면에 평행하게 발등 굽힘과 발바닥 굽힘이 일어난다(Muscilino, 2011).

발목은 걷기 및 뛰기를 위한 지지면과 많은 공간적인 지형에 적응하는 것을 포함하여 충격을 흡수하기 위해 충분히 유연성이 있어야 하며, 필수적으로 근력과 고유 수용감각이 있어 자세가 흔들리는 동안 균형을 조절하고, 발목관절의 충분한 가동범위는 걷는 동안 발목 운동성의 에너지 효율을 증가시켜 주어 더 쉽게 걸을 수 있도록 해준다(Neumann, 2017).

뇌졸중으로 인한 반신마비 환자들은 발목관절 및 신경 근육 협응에 문제가 생기고, 발에서부터 올라가는 정보의 결여와 감각 인식 능력의 감소 등으로 균형을 조절하기가 어려워진다(Rosa 등, 2014; Sue 등, 2013). 또한 발등 굽힘 근의 근력 약화와 발바닥 굽힘 근육의 경직으로 인하여 발바닥 쪽 처짐이나 변형이 일어나며(Manca 등, 2014), 경직으로 움직임이 감소하게 되면 관절의 비수축성 조직이 비후해지며, 관절 구축을 발생시키고(Yildizgoren 등, 2017), 자세 불안정성이 증가되어 균형 장애가 생기게 되고(Gao 등, 2009), 이러한 변형은 장딴지 근의 근 다발을 짧아지게 한다(Kwah 등, 2012). 이로 인한 뇌졸중 환자의 발목에 생긴 문제로 양측 체중 부하에 더 많은 차이가 만들어지며(Andrews와 Bohannon, 2003), 비대칭 보행 패턴을 만들게 된다(Patterson 등, 2010).

뇌졸중으로 인한 반신마비 환자의 경직으로 인한 발목 정렬을 개선하기 위해 감각 정보의 제공과 움직임 반복을 통한 발목 전략 촉진이 이루어져야 한다(Sue 등, 2013). 발목의 경직 감소와 부적절한 정렬을 개선시키기 위하여 발목관절의 가동범위를 증진 시키는 중재와 근력을 강화시키는 중재가 이루어져야 하며(Kim 등, 2007), 최근엔 스트레칭과 관절가동술(joint mobilization)을 발목관절에 적용하여 경직 및 보행을 개선시킬 수 있다고 하였다(Lee 등, 2014). 발목관절의 가동범위가 증가되면 보행 속도, 걸음걸이에 영향을 미치고, 발에 부하되는 체중의 이동이 앞, 뒤로 증가하여 균형에도 긍정적인 영향을 미친다고 하였다(Park 등, 2005). 이러한 뇌졸중 반신마비 환자의 발목관절 가동범위의 증가와 발목관절의 정렬을 개선 그리고 근 긴장도의 감소를 위해서는 여러

가지 중재가 이루어져야 한다고 하였다(Park과 Kim, 2014).

최근에는 뇌졸중으로 인한 반신마비 환자의 발목관절 가동범위의 증가를 위해 전통적인 중재 방법 뿐만 아니라 스트레칭 및 관절가동술이 많이 사용되고 있다(Lee 등, 2014; Perez와 Henao, 2011).

스트레칭은 근육의 길이 증가를 목적으로 적용시키는 중재 방법이며 정적 스트레칭, 동적 스트레칭 등으로 나뉘고(Sim, 2015; Park, 2014; Yuk, 2012), 연부조직의 점탄성에 변화를 일으키고, 근육의 수행 능력을 긍정적으로 변화시킨다고 하였다(Klein 등, 2002). 스트레칭의 방법 중 PNF 스트레칭은 근육의 뻣침 및 수축에 반응하는 골지 힘줄 기관에서의 상반 지배(reciprocal innervation)를 적용하는 개념으로 반사의 억제 및 축진을 동시에 이용해서, 수동 스트레칭과 능동운동을 조화롭게 적용하는 중재 방법이다(Voss와 Knott, 1968).

또한, 관절가동술은 가동성이 저하된 관절 주위 결합 조직을 이완시키고 관절가동범위 증진 및 관절 가동성의 증가를 위해 사용되며 뇌졸중과 같은 중추신경계 손상 환자의 치료에서도 가동성의 제한이 있는 관절이나 주위 조직들이 이완의 수단으로 관절가동술이 사용되고 있다(Gross 등, 2015). 관절가동술의 기법 중 메이틀랜드 관절가동술은 관절에 대한 울동적, 진동적인 움직임을 주어 관절가동범위 증진을 위한 기법으로 사용된다고 하였으며(Maitland, 1986), 여러 생리적 운동(physiological movement)과 4등급의 동작 등급으로 구분시킨 부수적인 운동(accessory movement)을 세밀하게 적용해 치료하는 중재 방법이다(Min 등, 2014). Cruz-Diaz 등(2015)은 뇌졸중 환자의 발목관절에 적용한 관절가동술이 발에 대해 감각 정보를 제공시키고, 발목관절 부정렬을 개선시킨다고 하였으며, Hoch와 McKeon(2011)은 발목관절가동범위를 증가시키고, 균형능력을 증진 시킨다고 하였다.

특히 발목에 대한 증가된 근 긴장도는 발목관절을 뺏뺏하게 만들고 그로 인해 균형과 보행 장애가 일어난다(Hsu 등, 2003). 경직이 있는 뇌졸중 환자는 일반인 보다 팔다리의 근 긴장도가 증가되어 있기 때문에 근 긴장도의 해석에 있어 전체적인 근 긴장도의 감소는 긍정적인 효과로 해석된다(Wang 등, 2016).

따라서 본 연구는 뇌졸중 환자의 발목관절 가동범위의 증가와 근 긴장도를 개선 시키기 위한 중재 방법의 적용 시 경사대를 이용한 방법, PNF 스트레칭 방법과 관절가동술 방법을 적용하여 발목관절 발등 가동범위와 발바닥 굽힘 근의 근 긴장도 개선에 더 효과가 있는 방법을 알

아보고자 진행하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구는 용인 소재 D병원에 입원 및 외래로 물리치료를 받는 연구목적에 부합하는 뇌졸중 진단을 받은 환자 45명을 대상으로 실시하였다.

연구대상자의 제외기준은 1) 뇌졸중 발병기간 6개월 미만 환자, 2) 간이 정신상태 판별검사(mini-mental state examination; MMSE) 24점 미만 환자, 3) 수정된 애쉬워스 척도(modified ashworth scale; MAS)에서 경직 3등급 이상 환자, 4) 과거나 최근에 걸음에 영향을 주는 다리 뼈 골절 손상 환자, 5) 시야결손이나 청각 장애 진단을 받아 중재에 참여가 어려운 환자 6) 연구의 참여를 거부한 환자로 하였다. 연구대상자는 실험 전 연구의 목적과 방법에 대한 충분한 설명을 듣고 자발적으로 실험 참여에 동의하였다.

대상자는 경사대 중재군(inclined board intervention Group; IBG) 15명, PNF 스트레칭 중재군(PNF stretching intervention group; PSG) 15명, 관절가동술 중재군(joint mobilization intervention group; JMG) 15명을 무작위로 배치하여 2018년 8월 1일부터 10월 31일까지 1일 30분씩, 주 3회, 총 8주간 실시하였다.

2. 중재 방법

중재 방법은 표 1과 같다.

1) 경사대 중재

경사대 중재 방법은 발뒤꿈치를 벽에 붙인 상태에서 경사 정도는 편안한 상태로 시작해 발뒤꿈치가 떨어지지 않는 범위에서 시행하였다. 1세트는 5분으로 경사대에 4분간 서 있고 1분 휴식으로 하였으며 총 6세트를 진행하였다. 경사 정도는 경사대 1단에서 시작하여 발뒤꿈치가 경사대에서 떨어지지 않는 범위에서 시행하였다(Table 1), (Figure 1).

2) PNF 스트레칭 중재

PNF의 스트레칭 중재 방법은 바로 누운 상태에서 엉덩관절 펌/별림/안쪽 돌림 패턴을 적용하고 무릎 펌, 발바닥 굽힘/바깥쪽 돌림, 발가락 굽힘을 하고 유지-이완(hold-relax)과 수축-이완(contract-relax)을 적용하였

다. 유지-이완 및 수축-이완은 각 1set 20초로 총 15분, 45세트를 시행하였다(Table 1)(Figure 2).

3) 관절가동술 중재

관절가동술 중재 방법은 메이틀랜드기법의 등급 Ⅲ로 하였으며, 이전의 다른 연구 방법을 수정하여 마비 측 발목관절과 목말밀관절에 동작의 제한 부분에서 통증이 없도록, 리듬은 빠른 경우에는 초당 3회, 느린 경우에는 2초당 1회 정도로 적거나 큰 진폭을 적용하였다(Banks 와 Hengeveld, 2014; Hoch와 McKeon, 2011; Jacques 등, 2008). 각 관절에 적용한 관절가동술은 1set 당 4분 적용, 1분 휴식으로 5분씩 적용하였으며 각 관절 당 2세트씩 총 6세트를 적용하였다(Table 1)(Figure 3).

Table 1.

Procedures of each interventions

Procedures of inclined board	
30 min	1set 5 min : Standing on inclined board(4 min) + resting(1 min) total 6set
Procedures of PNF stretching	
30 min	1) Hold-Relax 1set: 10sec hold, 10sec relax(20sec), 3set = 1 min, total 45set = 15 min 2) Contract-Relax 1set: 10sec contract, 10sec relax(20sec), 3set = 1 min, total 45set = 15 min
Procedures of mobilization	
30 min	1) 1set 5 min : talocrural joint posterior glide (4 min) +resting (1 min) 2) 1set 5 min : subtalar joint anterior glide (4 min) +resting (1 min) 3) 1set 5 min : subtalar joint posterior glide (4 min) +resting (1 min) 1), 2), 3) each 2set(10 min), total 6set (30 min)

Ryu, et al. The comparison of the effects of joint mobilization, incline board and PNF stretching to increase the dorsiflexion of the ankle joint on ankle dorsiflexion and the muscle tone of the plantar flexor the ankle in subjects with stroke



Figure 1. Inclined board intervention

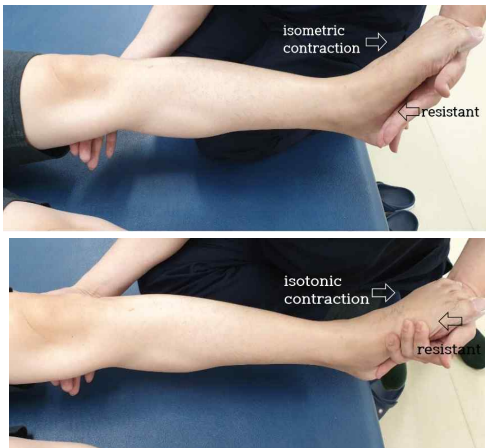


Figure 2. PNF stretching intervention

근의 근 긴장도를 측정하였다. 환자가 이완된 상태에서 근육 배에 마커를 적용하여 마커 위에 수직으로 놓고 두 번 측정해 평균값을 사용했다.



Figure 3. Joint mobilization intervention

3. 평가도구 및 측정 방법

1) 각도계(Plastic goniometer, Korea)

1° 간격의 눈금이 매겨진 각도계(goniometer)를 사용하였다(Figure 4). 발목관절의 중간 자세를 0°로 하여, 축은 바깥쪽 복사뼈에, 고정 팔은 종아리뼈 머리에 평행하게, 움직임 팔은 5번째 발허리뼈와 평행하게 한 후 발등 굽힘을 실시하여 움직임 팔이 이동한 각도를 눈금으로 계산한 AAOS(1965)의 방법을 사용하여 측정했다. 측정자 간 신뢰도는 ICC .63, 측정자 내 신뢰도는 ICC .86이다(Hong 등, 2009).



Figure 4. Plastic goniometer

2) Myoton®PRO(MyotonAS, Estonia)

발바닥 굽힘 근의 근 긴장도를 측정하기 위한 장비로 Myoton®PRO를 사용하였다(Figure 5). 이 장비는 최근에 신경계 손상 환자에 대한 근 긴장도(muscle tone) 측정에 많이 활용되고 있으며, 넙다리 네갈래근의 근 긴장도 측정에 대한 신뢰도는 측정자 내 ICC .90이다(Aird 등, 2012). 옆드린 자세에서 발바닥 굽힘 근육인 장딴지



Figure 5. MyotonPRO (MyotonAS, Estonia)

4. 분석방법

실험을 통해서 얻어진 자료는 윈도우용 SPSS(Ver. 20.0)을 이용하였다. 정규성 검정은 샤피로 윌콕슨 검정 (Shapiro-Wilk test)을 하였고 모든 항목의 측정값은 평균과 표준편차로 산출하였으며, 치료에 따른 주효과 및 상호작용을 알아보기 위하여 반복 측정 이원배치 분산분석을 시행하였고, 주효과 및 상호작용이 유의한 경우 일원배치분산 분석을 실시하였고, 사후검정은 쉐페 검정 (Scheffe-test)을 하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

대상자는 총 45명으로 각 군당 15명이었으며 일반적 특성은 표 2와 같다.

Table 2.
General characteristics of the subjects

		IBG(n=15)	PSG(n=15)	JMG(n=15)	p
Sex	M	10	9	9	.270
	F	5	6	6	
Age		56.73±4.18 ^a	60.00±2.87	55.40±5.27	.949
On set		16.33±4.20	14.73±4.28	16.53±4.29	.789
MMSE		26.20±1.61	27.33±1.83	27.33±1.87	.979
	1	5	11	8	
MAS 1+		8	1	4	.506
	2	2	3	3	

^aMean±SD, IBG: Inclined board group, PSG: PNF stretching group, JMG: Joint mobilization group, MMSE: Mini mental state examination
MAS: Modified ashworth scale

Table 3.
The comparison of ankle dorsiflexion range of motion in each groups

		0 week	4 weeks	8 weeks	F	p	Scheffe [†]
DF	IBG	9.33±1.96 ^a	10.17±2.36	10.42±2.27	.790	.462	
	PSG	10.08±1.67	11.17±1.58	11.42±1.31	2.567	.092	
	JMG	9.42±2.10	11.00±1.95	11.58±1.56	4.224	.023	0 week < 4 weeks, 8 weeks
	F	.282	1.314	2.398			
	p	.838	.282	.081			
	LSD [†]						

^aMean(°)±SD, DF: dorsiflexion, [†]LSD, IBG: Inclined board group, PSG: PNF stretching group, JMG: Joint mobilization group

2. 발목관절 발등 굽힘 가동범위의 변화

중재 방법에 따른 발목관절 발등 굽힘 가동범위의 차이는 표 3, 4와 같았고 집단 간, 시기별로 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 시기별 집단 내 변화에서 JMG가 통계적으로 유의하게 증가하였다($p<.05$). 시기별 집단 간 차이는 사후검정 결과 8주 후에 PSG와 JMG에서 발등 굽힘 가동범위가 증가하였다($p<.05$)(Table 3).

Table 4.
The statistical analysis and interaction of ankle range of motion in each groups, time and group*time

		F	p	Scheffe [†]
DF	Group	2.796	.043	IBG < PSG, JMG
	Time	3.646	.029	0week < 4, 8weeks
	Group*Time	.548	.771	

DF: dorsiflexion, IBG: Inclined board group, PSG: PNF stretching group, JMG: Joint mobilization group

3. 발바닥 굽힘근 근 긴장도의 변화

1) 마비 측 장딴지근 바깥쪽의 근 긴장도

중재 방법에 따른 마비측 장딴지 근 바깥쪽 근 긴장도의 차이는 표 5, 6과 같았고, 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$).

2) 마비 측 장딴지 근 안쪽의 근 긴장도

중재 방법에 따른 마비측 장딴지 근 안쪽 근 긴장도의 차이는 표 5, 6과 같았고, 사후검정 결과 집단과 시기에 상호작용이 있었다($p<.05$).

Ryu, et al. The comparison of the effects of joint mobilization, incline board and PNF stretching to increase the dorsiflexion of the ankle joint on ankle dosiflexion and the muscle tone of the plantar flexor the ankle in subjects with stroke

Table 5.
The comparison of ankle plantar flexor muscle tone in each groups

	0 week			4 weeks			8 weeks			F	p
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD			
GCML	IBG	23.55±3.11	22.91±2.71	22.89±2.72	.210	.812					
	PSG	20.77±3.15	20.30±2.84	20.26±2.82	.112	.895					
	JMG	23.04±3.23	21.90±2.88	21.54±2.80	.824	.448					
	F	1.792	1.461	1.456							
	p	.163	.238	.239							
	LSD [†]										
GCMM	IBG	22.33±5.39	22.06±5.22	22.03±5.21	.012	.988					
	PSG	20.95±3.51	20.57±3.31	20.54±3.28	.054	.947					
	JMG	21.88±3.01	20.97±2.77	20.83±2.71	.485	.620					
	F	.748	.570	.559							
	p	.529	.638	.645							
	LSD [†]										

^aMean(Hz)±SD, [†]LSD, GCML: Gastrocnemius lateral, GCMM: Gastrocnemius medial, IBG: Inclined board group, PSG: PNF stretching group, JMG: Joint mobilization group

Table 6.
The statistical analysis and interaction of ankle plantar flexor muscle tone in each groups, time and group*time

		F	p	LSD [†]
GC ML	Group	4.493	.005	
	Time	.616	.542	IBG < PSG, JMG
	Group*Time	.127	.993	
GC MM	Group	1.799	.151	
	Time	.176	.176	
	Group*Time	.044	.044	

GCML: Gastrocnemius lateral, GCMM: Gastrocnemius medial, IBG: Inclined board group, PSG: PNF stretching group, JMG: Joint mobilization group

IV. 고찰

본 연구는 뇌졸중에 의한 편마비 환자를 대상으로 경사대, PNF 스트레칭 그리고 관절가동술을 적용하여 발목관절의 발등 굽힘 가동범위의 증가와 발바닥 굽힘 근의 근 긴장도에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보고, 이를 통해 뇌졸중 환자의 마비 측 발목관절을 위한 중재 방법의 기여에 대한 이해를 높이려는 목적으로 실시하였다.

연구 대상자 45명에게 발목관절의 발등 굽힘 가동범위, 발바닥 굽힘 근의 근 긴장도를 중재 전, 4주 후, 8주

후 각 군간 측정하여 경사대, PNF 스트레칭과 관절가동술의 효과를 분석하였다. 연구결과 발목관절 발등 굽힘 가동범위의 변화는 집단과 시기에서 통계적으로 유의한 효과가 있었고, 군 내 변화에서 JMG에서 실험 전과 비교해 4주, 8주 후 통계적으로 유의하게 나타났다($p < .05$).

이 결과는 뇌졸중 환자에게 PNF 스트레칭을 적용한 이전의 연구에서 정적인 저항에 대해 작용근의 구심성 수축을 일으키고, 이로 인해 증가 된 범위에서 대항근의 이완이 일어나 관절가동범위의 증가와 근육의 유연성을 일으킨다는 이전의 연구와 일치하게 나타났다(Kim 등, 2004). 이로 인하여 대항근의 수축력으로 다시 작용근이 짧아지는 것을 막아주고, 앞정강근의 등척성 수축으로 활성화가 일어나 발목관절의 발등 쪽 가동범위의 증가가 일어난 것으로 여겨진다.

이전의 연구에서 뇌졸중 환자의 발등 굽힘의 증가를 위해 뒤쪽 미끄러짐이 필요하고(Denegar 등, 2002), 이로 인하여 관절의 구조적인 문제가 발생하여 관절의 움직임이 감소된다고 하였다(Yilmaz 등, 2016). 본 연구의 결과는 Landrum 등(2008)의 연구에서와 마찬가지로 발목관절에 대해 관절가동술을 적용하여 목말뼈의 위치가 교정되어 발등 굽힘 가동범위를 증가시킨 것으로 여겨진다. 이로 인하여 점탄성의 증진과 비정상적인 반사가 줄어들게 되어 경직이 감소되고, 발목의 바뀐 구조로 인해 관절 내부의 부수적인 움직임이 회복되어 발목관절의 발등 굽힘 범위의 증가가 일어난 것으로 여겨진다.

연구결과 마비측 장딴지 근 바깥쪽 근 긴장도는 집단

간에 통계적으로 유의하였고($p < .05$), 마비측 장딴지 근 안쪽 근 긴장도는 집단과 시기에서 상호작용이 있었다 ($p < .05$). 이전의 연구에서 장딴지근에 적용한 스트레칭이 MAS 감소와 발등 굽힘 가동범위를 증가시키고(Tsai 등, 2001), 골지 힘줄 기관의 활성화를 일으켜 근 긴장도를 저하시킨다고 하였다(Kisner와 Colby, 2012).

증가된 관절가동범위와 근육 길이의 변화는 근방추를 감고 있는 Ia 감각을 자극하고, Ia 축삭이 활성화되어 α 운동신경을 탈분극하고 그로 인해 근수축이 발생 되고, 관절가동범위 증가와 골지건기관의 Ib 활성화를 낮춰 근 긴장도를 최적화 한다(Mark 등, 2009). 그 결과 경직으로 짧아진 근육의 길이가 관절가동범위의 증가로 최적화 되어 마비 측 근 긴장도가 낮아진 것으로 여겨진다.

관절가동술에 대한 이전의 연구에서 Patrick(2002)은 비 수축성 조직에 영향을 주어 근 경련이나 인대의 단축을 완화하고 발목관절을 유연하게 한다고 하였다. 위 운동신경원 병변의 병리적인 근 긴장도의 감소는 발목 움직임을 통해 신장 반사를 감소시키고, 위상성 신장 반사의 역치는 증가, 긴장성 신장 반사의 항진은 저하 시켜 근수축 반응을 줄이고 관절가동범위의 증가로 결국 앞정강근 수축과 장딴지근의 뻣침을 유발해 근 긴장도가 감소 된 것으로 여겨진다.

하지만 본 연구에서 경사대에 비해 관절가동술과 PNF 스트레칭 방법에서 근 긴장도가 유의하게 감소하였는데 이는 정적인 자세에서의 중재로 경직으로 짧아진 근육의 길이를 늘려서 근 긴장도를 낮추는 경사대 중재에 비해 동적인 PNF 스트레칭 방법과 관절가동술은 근 경련이나 인대 등의 구조물의 단축을 완화시키면 비수축성 조직에 영향을 주어 발목관절을 유연하게 하고(Patrick, 2002), 이로 인한 관절가동범위의 증가로 인해 장딴지 근육의 신장이 일어나 근 긴장도가 감소된 것으로 보인다.

이를 측정할 Myotone은 피부에 수직으로 위치하여 기계의 탐침이 .4N의 힘으로 15m/sec의 시간 동안 근육을 압박하여 측정되는데 이때 반응 중 빈도(Frequency, Hz)가 숫자로 계산되어 기록이 되며, 감소된 진동은 근 긴장도 상태를 나타낸다. 근육이 변형 후 원래대로 돌아가는 탄력성이 정적인 경사대 방법보다 동적인 PNF 스트레칭 방법과 관절가동술이 뇌졸중 환자의 옆드려 측정한 근 긴장도 값에 대해 발목 신장 반사를 감소시켜 근수축 반응이 줄어들게 하여 근 긴장도가 더 낮게 나타난 것으로 보인다.

V. 결론

본 연구는 발목관절의 발등 쪽 굽힘 가동범위 증진과 발바닥 쪽 굽힘근의 근긴장도 저하를 위한 중재 방법이 뇌졸중 환자의 마비측 발목관절의 발등 쪽 굽힘 가동범위와 발바닥 쪽 굽힘근의 근 긴장도에 미치는 영향을 확인하였고, IBG, PSG와 JMG를 무작위로 나누어 각 군에 따라 경사대, PNF 스트레칭, 관절가동술을 1일 1회 30분, 주 3회, 8주간 실시하였으며, 세 군의 발목관절의 발등 쪽 굽힘 가동범위와 발바닥 쪽 굽힘근의 근긴장도에 대하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 발등 쪽 굽힘 가동범위에서 집단 간, 시기별로 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 시기별 집단 간 차이에서는 8주 후 PSG와 JMG에서 군 간 유의한 차이가 있었다.
2. 발바닥 굽힘근의 근긴장도에서 마비 측 장딴지근 바깥쪽과 안쪽에서 집단별로 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 시기별로는 PSG와 JMG에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 하지만 본 연구에서는 발목관절의 발등 쪽 굽힘 가동범위의 증가와 발바닥 쪽 굽힘근의 근긴장도의 저하가 뇌졸중 환자의 일상생활에서 다른 운동 기능에 미치는 영향을 진행하지는 못하였다.

따라서 앞으로의 연구에서는 발목관절의 발등 쪽 가동범위의 증가와 발바닥 쪽 굽힘근의 근긴장도 저하가 미치는 뇌졸중 환자의 동적균형이나 보행 등 일상생활과 연관된 다른 요인들에 대한 연구가 계속해서 이루어져야 할 것으로 기대한다.

참고문헌

- Aird L, Samuel D, Strokes M. Quadriceps muscle tone, elasticity and stiffness in older males: reliability and symmetry using the myotonPRO. Arch Gerontol Geriat. 2012;55(2):31-39. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2012.03.005>
- Andrew A, Bohannon R. Short-term recovery of limb muscle strength after acute stroke. Arch Phy Med Reh. 2003;84:125-130. <https://doi.org/10.1053/apmr.2003.50003>
- Cruz-Diaz D, Lomas-Vega R, Osuna-Perez MC, et al. Effects of joint mobilization on chronic ankle instability: a randomized controlled

- Ryu, et al. The comparison of the effects of joint mobilization, incline board and PNF stretching to increase the dorsiflexion of the ankle joint on ankle dorsiflexion and the muscle tone of the plantar flexor the ankle in subjects with stroke
trial. *Disabil Rehabil.* 2015;37(7):601-610. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.935877>
- Denegar C, Hertel J, Fonseca J. The effect of lateral ankle sprain on dorsiflexion range of motion, posterior talar glide, and joint laxity. *J Orthop Sports Phys.* 2002;32(4):166-173. <https://doi.org/10.2519/jospt.2002.32.4.166>
- Gao F, Ren Y, Roth J, et al. Effects of repeated ankle stretching on calf muscle, tendon and ankle biomechanical properties in stroke survivors. *Clin Bio.* 2011;11(3):159-164. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.12.003>
- Gross JM, Fetto J, Rosen E. *Musculoskeletal Examination.* John Wiley & Sons. 2015.
- Hoch MC, McKeon PO. Joint mobilization improves spatiotemporal postural control and range of motion in those with chronic ankle instability. *J Orthop Res.* 2011;29(3):326-332. <https://doi.org/10.1002/jor.21256>
- Hong WS, Kim KW. Reliability of measurement devices for measuring the ankle joint motion. *J Korean Aca Orthop Man Ther.* 2009;15(1):1-8.
- Hsu A, Tang P, Jan M. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Arch of Phys Med and Rehabil.* 2003;84(8):1185-1193.
- Kim BJ, Lee SK, Kim MK. The effects of ankle strength exercise and functional electrical stimulation on the ability of balance control and gait in stroke Patients. *J Sport Leisure Studies.* 2007;31:921-931.
- Kim JS, Lee HO, Ahn SY, et al. Characteristics change of spatial and temporal parameters of gait in spastic hemiplegic patients by reciprocal inhibition. *J Kor Phys Ther.* 2004;16(4):645-660. <https://doi.org/10.2514/5.9781600862403.0645.0660>
- Klein D, William J, Wayne T. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *J Aging Phys Act.* 2002;41(10):476-488. <https://doi.org/10.1123/japa.10.4.476>
- Kwah L, Herbert R, Harvey L, et al. Passive mechanical properties of gastrocnemius muscles of people with ankle contracture after stroke. *Arch Phy Med Reh.* 2012;93:1185-1190. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.02.009>
- Landrum F, Kelln B, Parente W, et al. Immediate effects of anterior-to-posterior talocrural joint mobilization after prolonged ankle immobilization: A preliminary study. *J Man. Manip Ther.* 2008;16(2):100-105. <https://doi.org/10.1179/106698108790818413>
- Lee HS, Park SE, Lee SB, et al. Effect of ankle joint mobilization and FES on change of ankle movement and the quality of gait in patients with hemiplegia. *J Int Acad Phys Ther Res.* 2014;5(2):738-742. <https://doi.org/10.5854/jiaptr.2014.10.31.738>
- Manca M, Ferraresi G, Cosma M, et al. Gait patterns in hemiplegic patients with equinus foot deformity. *BioMed Res Int.* 2014;939316:1-7. <https://doi.org/10.1155/2014/939316>
- Maitland G. The treatment of joint by passive movement. *Aust J Physiother.* 1986;20:129-135.
- Muscolino JE. *Kinesiology: The skeletal system and muscle function,* 2nd edition. 2011.
- Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation,* 3rd edition. 2017.
- Park KH, Kim WB. The effects of ankle strategy exercise on balance of patients with hemiplegia. *J Soc Korean Phys Med.* 2014;9(1):75-82. <https://doi.org/10.13066/kspm.2014.9.1.75>

- Park JW, Nam KS, Back MY. The relationship between the plantar center of pressure displacement and dynamic balance measures in hemiplegic gait. *Phys Thra Korea*. 2005;12(1):1-21.
- Park SJ. The effects of Kaltenborn orthopedic manual therapy with Evjenth-hamberg stretching on range of motion of ankle joint and balance ability in patients with chronic stroke. *J Korean Soc Phys Med*. 2018;13(2):43-51. <https://doi.org/10.13066/kspm.2018.13.2.43>
- Patrick D, Ronald M. *Textbook of pain II*. Churchill Livingstone. 2002.
- Patterson K, Brooks GW, Black D, et al. Changes in gait symmetry and velocity after stroke: A cross-sectional study from weeks to years after stroke. *NNR*. 2010;24(9):783-790. <https://doi.org/10.1177/1545968310372091>
- Perez Parra JE, Henao Lema CP. Efecto de la movilización articular sobre la amplitud del Reflejo H en personas con espasticidad. *Rev Cienc Salud*. 2011;9(2):125-140.
- Rosa MC, Marques A, Demain S, et al. Lower limb co-contraction during walking in subjects with stroke: A systematic review. *J Electromyogr Kines*. 2014;24:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.10.016>
- Sim YB. The Effects of Combination with Evjenth-hamberg Stretching and Dynamic Stretching on Balance and Gait in with Stroke Patients. Doctoral Dissertation. Yong-in University. 2015.
- Sue R, Linzi M, Mary L. *Bobath Concept: Therapy and Clinical Practice in Neurological Rehabilitation*. Wiley Blackwell. 2013.
- Voss D, Knott M. Patterns of motion for proprioceptive neuromuscular facilitation. *British J Phys Med*. 1954;17(9):191-198.
- Wang JS, Lee SB, Moon SH. The immediate effect of PNF pattern on muscle tone and muscle stiffness in chronic stroke patient. *J of Phys Ther Sci*. 2016;28(3):967-970.
- Yildizgoren MT, Velioğlu O, Demetgül O, et al. Assessment of the anterior talofibular ligament thickness in patients with chronic stroke: An Ultrasonographic Study. *J Med Ultrasound*, 2017;25(3):145-149. <https://doi.org/10.1016/j.jmu.2017.03.001>
- Yılmaz B, Demir Y, Özyörük E, et al. The effect of knee joint loading and immobilization on the femoral cartilage thickness in paraplegics. *SC*. 2016;54(4):283. <https://doi.org/10.1038/sc.2015.151>
- Yuk GC. The acute effects of 15 minutes plantar-flexor static stretch in quiet stance. *J Korean Soc Phys Med*. 2012;7(2):191-197. <https://doi.org/10.13066/kspm.2012.7.2.191>

논문접수일(Date received) : 2020년 04월 22일
논문수정일(Date Revised) : 2020년 04월 23일
논문게재확정일(Date Accepted) : 2020년 06월 08일