

# PNF 하지패턴이 뇌졸중 환자의 상지 근활성도에 미치는 영향



The Journal Korean Society of Physical Therapy

이문규, 김종만<sup>1</sup>, 김원호<sup>2</sup>

광주 씨티 재활 병원, <sup>1</sup>서남대학교 보건학부 물리치료학과, <sup>2</sup>울산과학대학 물리치료학과

The Effects of PNF Leg Patterns on Activation of Biceps and Triceps in Stroke Patients

Moon-kyu Lee, PT, MPH; Jong-man Kim, PT, PhD<sup>1</sup>; Won-ho Kim, PT, PhD<sup>2</sup>

Department of Rehabilitation Center, Gwangju City Hospital; <sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Division of Health, Seonam University; <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Ulsan College

**Purpose:** The aim of this study was to determine the effect of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) leg patterns on muscle activation of paretic and nonparetic arm in post-stroke hemiparetic subjects.

**Methods:** Eighteen hemiparetic patients participated in this study. Each subject was asked to perform four PNF leg patterns against maximal manual resistance on nonparetic leg. EMG data were collected from biceps and triceps on the paretic and nonparetic side. The measured EMG data was digitized and processed to root mean square (RMS) and expressed as percentage maximal voluntary isometric contraction (%MVIC). The data were analyzed using paired t-test and one-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures to determine the statistical significance.

**Results:** The results of this study were summarized as follows: Firstly, during four PNF patterns application, all of the %MVIC values of biceps and triceps in paretic and nonparetic arms increased significantly compared with resting condition ( $p < 0.05$ ). Secondly, there was a significant difference in %MVIC of paretic biceps between PNF leg pattern 1 and 4 ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** In conclusion, regardless of the kinematic components of PNF leg patterns, all of the muscle activation of biceps and triceps in paretic and nonparetic arm was significantly increased. The finding of this study indicates that irradiation effect caused by PNF leg patterns is beneficial for increased muscle activation of both paretic and nonparetic arms in post-stroke patients.

**Keywords:** Electromyography, Muscle activation, Proprioceptive neuromuscular facilitation.

논문접수일: 2009년 1월 20일

수정접수일: 2009년 3월 6일

게재승인일: 2009년 3월 9일

교신저자: 이문규, moonkyukorea@gmail.com

## 1. 서론

뇌졸중은 평균 수명의 연장 및 노령화로 인하여 우리나라의 주요 사망원인 중의 하나이며 40대 이후 장년층에서 그 빈도가 점차 증가하고 있다.<sup>1</sup> 최근 의료기술의 발달로 뇌졸중으로 인한 사망률은 감소하는 추세이나 운동장애, 인지기능 저하, 실어증, 심리/행동 장애 등의 뇌졸중으로 인한 후유증으로 신체 또는 정신적 장애가 발생될 뿐만 아니라 이로 인하여 궁극적으로는 삶의 질이 심각하게 저하된다.<sup>2</sup> 뇌졸중이 발생하면 그 정도에

따라 다양한 형태의 운동기능 손상이 초래될 수 있어 신체적인 기능장애의 요인이 된다.<sup>3</sup> 그러므로 뇌졸중 재활 과정에서 시행되고 있는 여러 가지 운동방법들은 운동기능의 회복에 초점을 두고 있다.

뇌졸중 환자에서 흔하게 나타나는 특징은 운동과 관련된 장애이며 환자의 기능적 회복을 방해하는 중요한 요인이다. 뇌 손상 후 운동기능과 관련된 손상은 양성적(positive)인 것과 음성적(negative)인 것으로 분류할 수 있다.<sup>4,5</sup> 음성적 손상은 근력이나 기민성(dexterity) 손실과 같은 기능 손실을 나타낸다. 반

면에, 양성적 손상은 비정상적 자세 반사나 고유수용성 반사의 향진 그리고 표피반사 향진과 같이 부가적으로 발생한 증상을 말한다. 양성적 손상의 출현에 상관없이, 음성적 손상이 뇌 상해 후 기능 회복을 방해한다.<sup>6</sup> 이러한 양성적, 음성적 손상으로 인해 뇌졸중 환자는 신체 활동이 어렵게 되며, 마비측 신체 부위는 장기간 고정 상태로 있게 된다.

고정은 근육 위축, 근육 유연성과 관절가동범위의 감소를 동반한다. 따라서 임상에서는 이런 고정의 부정적 영향을 방지하기 위한 적절한 운동방법이 필수적이다. 고정된 신체 부위의 근골격계 기능을 위한 물리치료적 방법 중 하나는 손상되지 않은 신체 부위를 이용하여 손상이 있는 부위의 기능과 손상을 향상시키는 것이다. 이를 위해 뇌졸중 재활에서는 고유수용성 신경촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF), Brunstrom 접근법, Bobath 접근법과 같은 신경촉진법들이 사용되고 있으며, 이 신경촉진법들은 뇌 손상으로 인한 편마비 환자들의 마비측 사지의 수의적 움직임을 향상시켜 기능을 증진하는데 중점을 두고 있다.<sup>7</sup>

특히 PNF는 고유감각 자극을 통해 신경근 기전의 반응을 촉진 혹은 증진시키는 방법으로,<sup>8</sup> 뇌졸중 재활에서 손상을 방지하기 위한 목적으로 점진적 저항운동의 대안으로 자주 이용되고 있다.<sup>9</sup> Jette 등<sup>10</sup>은 뇌졸중 재활에서 환자들의 기능적 활동을 훈련시키거나 여러 형태의 손상을 향상시키고 방지하기 위해 PNF 운동을 사용한다고 하였다. 최근 Kawahira 등<sup>11</sup>은 PNF 패턴을 포함시킨 신경촉진법적 운동이 뇌졸중 환자의 마비측 하지의 운동기능을 증진한다고 하였다.

PNF 접근법에서 사용하는 촉진 원리 중 하나가 저항을 통한 방산(irradiation) 효과이며,<sup>12</sup> 이는 신체의 한 부분의 근육활동이 연결된 근육을 따라 다른 신체 부위의 근육활동을 야기시키는 것이라 정의하고 있다.<sup>8</sup> 임상에서는 강한 부위에 저항을 가하여 약한 부위의 근활성을 촉진하거나 급성 근육 통증을 간접적으로 감소시키거나 또는 통증이 심한 부위에 간접적 등척성 수축을 유발하여 이완하려는 목적으로 PNF가 사용되고 있다.<sup>13</sup> 이는 편측의 훈련이 신체 다른 부위에 영향을 준다는 연구 결과에 기초를 두고 있으며, 이를 교차훈련(cross-training) 또는 반대측 효과라고도 한다.<sup>14</sup> 기존 연구들의 약점을 보충하여 실시한 연구에서는 팔굽관절 굴곡근에 저항훈련 프로그램을 적용한 결과, 반대측의 동종 근육에서 교차효과가 있었음을 증명하였다.<sup>15</sup>

아직까지 교차훈련의 기전에 대해서는 명확하게 밝혀져 있지 않지만, 교차훈련은 한쪽 사지에서 지속적인 운동 활동을 할 경우 그 훈련의 효과가 운동을 하지 않은 부위에도 미치는 것을 말한다.<sup>16</sup> 뇌졸중 환자들의 상지에서는 흔히 굴곡근 공동운동(flexor synergy)이 발생한다. 이 불수의적 움직임을 묘사하기

위해 연합 반응(associated reaction), 운동 과흐름(motor overflow), 운동 방산(motor irradiation)과 같은 용어들과 혼용되고 있다.<sup>17</sup> 임상에서는 이 공동운동이 강직의 존재나 영향을 파악하는 것을 방해하며,<sup>7</sup> 이러한 공동운동을 줄여야 하는 것인지 아니면 치료에 이용해야 하는지는 아직도 논란이 되고 있다.<sup>18</sup> PNF에서의 간접치료는 강한 신체부위에 저항을 가해 방산을 유발하여 약하거나 손상이 있는 신체부위의 움직임을 촉진하는 치료 개념이다. 다시 말해, PNF는 손상이 없는 비교적 강한 신체 부위에 저항을 가해 그로 인해 발생하는 방산 현상을 이용하여 간접적으로 근수축을 일으켜 약한 부위의 다양한 문제를 해결하는 치료 접근법이다. 최근 정상인을 대상으로 한 연구에서는 한쪽 하지에 PNF 하지패턴을 적용하고 운동을 하지 않은 쪽 다리의 근력을 측정할 결과, 운동을 하지 않은 쪽 하지의 근력과 지구력이 유의하게 증가했다고 밝혔다.<sup>19</sup>

뇌졸중 재활에서 뇌졸중 환자들의 운동 기능 손상을 향상시키는데 PNF 패턴을 응용한 여러 형태의 운동이 임상에서 많이 이용되고 있다. 그러나 PNF의 기본 원리가 되는 방산 현상이 뇌졸중 환자들의 근활성도에 미치는 영향에 관한 연구는 없었다. 따라서 이 연구의 목적은 뇌졸중 환자의 비마비측 하지에 PNF 하지패턴을 적용하여 마비측과 비마비측 상지 근육들에서 간접적으로 발생하는 근활성도를 표면근전도로 측정함으로써 비마비측에 적용한 PNF 하지패턴이 뇌졸중 환자들의 근육들을 간접적으로 활성화시키는데 이용될 수 있는가를 알아보는 것이다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 뇌졸중으로 진단을 받고 광주광역시 남구 C재활병원에서 입원 혹은 외래로 치료를 받고 있는 뇌졸중 편마비 환자 18명을 대상으로 하였다. 대상자는 모두 뇌졸중 발병일로부터 6개월 이상 경과한 상태였으며, 비마비측 팔과 다리에 근골격계 질환 병력이 없고 치료사의 지시에 따를 수 있는 자로 정하였다. 측정 전에 연구에 대해 설명한 후, 자발적 동의를 한 경우에 대상자로 선정하였다. 양쪽 하지에 독립적으로 체중부하를 할 수 있을 정도의 근력이 있거나 근골격계에 문제가 없고 보행이 가능한 사람을 선별하기 위해 병원 의무기록을 검토하여 functional ambulation categories classification (FAC) 분류가 3점 이상인 자를 대상자로 선별하였다. FAC는 보행 평가 척도로써 보행 시 필요한 보조 수준에 기초하여 보행 능력을 6단계로 분류하는 도구이다.<sup>20</sup>

## 2. 실험방법

### 1) 측정도구

PNF 하지패턴 적용 시, 대상자들의 비마비측과 마비측 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 근활성도를 측정하기 위해 표면근전도(Biomonitor ME 6000, Mega Electronics, Finland)를 사용하였다. 수집된 자료를 분석하기 위해 Mega Win 2.4 프로그램을 사용하였다. 근전도 신호의 표본수집률(sampling rate)은 1000Hz로 하였다. 먼저 전극을 부착할 신체 부위를 노출시킨 후, 피부저항을 줄이기 위해 털을 제거하고 알코올로 닦은 후, 각 근육의 최대 근수축을 유발하여 근복(belly) 부위를 결정하고 펜으로 표시하여 전극을 부착하였다. 전극은 직경이 10.1 mm인 활성전극과 직경이 2.5 mm인 접지전극(Red Dot 2237, 3M™, USA)을 하였다. 전극은 각 근육의 근복 부위와 평행하게 부착하였다. 활성전극 사이 거리는 20 mm 이내로 하였다.<sup>21</sup> 위팔두갈래근과 위팔세갈래근사용에서 측정한 근전도 자료는 근전도 신호의 실질적인 출력값에 가까운 값을 제공하는 RMS (root mean square)값을 취하여 계산하였다.<sup>22</sup> 근활성도는 최대등척성수축을 하는 동안 수집된 값으로 정량화한 % MVIC (percentage of maximal voluntary isometric contraction)로 기록하였다.

### 2) 측정방법

#### (1) 측정절차

측정에 앞서, 대상자들에게 실험 목적을 제외하고 실험방법, 과정 그리고 소요 시간을 충분히 설명하였다. PNF 하지패턴을 적용하기 전에 근활성도 변화량을 비교하기 위해 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 안정 시 근활성도를 가만히 누운 자세에서 5초간 측정하였다. 근전도 잡음 발생을 방지하기 위해, 위팔세갈래근의 경우는 팔꿈치 부분에 수건을 대어 근전도 전극 부착 부위가 바닥에 닿지 않도록 하였다. 근활성도 변화량을 정량화하기 위해 위팔두갈래근과 위팔세갈래근에 전극을 부착하고 도수 저항에 대항하여 최대 등척성 수축이 유발되는 동안에 근활성도를 측정하였다. 누운자세에서 대상자들의 체간과 위팔 부분을 견고하게 고정하고 팔굽관절을 90도 유지한 상태에서 5초 동안 최대 등척성 수축이 유발되도록 구두로 격려했다.

대상자들이 하지패턴 움직임에 익숙해지도록 하기 위해, 측정에 앞서 PNF에 숙달된 치료사가 패턴을 대상자들에게 교육하였다. 비마비측 하지에 PNF 하지패턴 4가지를 적용하였다. 패턴을 적용하는 물리치료사의 '시작' 구령에 맞추어 도수로 가해지는 저항에 최대로 대항하면서 연습한 패턴대로 움직이도록 하였다. 최대 수축을 유발하기 위해 '데! 힘껏' 하고 구두로 격려했고 마지막 범위에서 3초간 유지하였다. 반복 측정에 의한 영향을 최소화하기 위해 각 패턴 사이에 충분한 휴식 시간을

두었다. 측정을 하는 동안에는 대각선 상에서 움직임이 일어나도록 하였으며 3가지 관절 운동학적 요소, 즉 굴곡/신전, 외전/내전, 외회전/내회전이 움직임에 포함되는 지에 주목하였다.<sup>23</sup>

하지패턴 적용 순서는 모든 대상자들에서 무작위로 시행하였다. 마비측과 비마비측 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 근활성도는 각 하지패턴의 마지막 범위에서 등척성으로 유지하는 동안에 측정하였다. 각 PNF 하지패턴을 3번씩 반복 시행하였으며 3번 반복 시행시에 측정한 각 근육의 근전도값의 평균값을 사용하여 자료분석을 하였다.

#### (2) PNF 하지패턴

본 실험에서 측정한 PNF 하지패턴은 모두 4가지였다.<sup>12</sup> 하지패턴 1은 엉덩관절 굴곡내전외회전무릎관절 굴곡으로 끝나는 패턴이다. 하지패턴 2는 엉덩관절 신전외전내회전무릎관절 신전으로 끝나는 패턴이다. 하지패턴 3은 엉덩관절 굴곡내전외회전무릎관절 신전으로 끝나는 패턴이다. 하지패턴 4는 엉덩관절 신전외전내회전무릎관절 굴곡으로 끝나는 패턴이다.

## 3. 자료분석

대상자의 일반적 특성에 대한 자료는 기술통계와 빈도분석을 실시하였다. 안정 시와 PNF 하지패턴 적용 시 비마비측과 마비측 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 근활성도를 비교하기 위해, 짝비교 t-검정을 실시하였다. 각 근육별로 하지패턴에 따라 차이가 있는가를 검증하기 위해 패턴 적용 시의 %MVIC에서 안정 시의 %MVIC를 빼 값으로 반복측정된 일요인 분산분석을 실시하였다. 분산분석 결과 차이가 있을 경우, 어떤 하지패턴에서 차이가 발생했는가를 알아보기 위한 사후검정은 다중비교 Bonferroni 검정을 실시하였다. 자료는 윈도우용 SPSS version 12.0 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의수준  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

## III. 결과

### 1. 대상자의 일반적 특성

연구대상자는 모두 18명으로 남자 10명, 여자 8명이었다. 마비 부위는 왼쪽 편마비가 10명 오른쪽 편마비가 8명이었다. 뇌경색으로 인한 뇌졸중 환자는 모두 8명이었으며, 뇌출혈은 10명이었다. 유병기간은 평균 13.1개월이었으며, 연령은 평균 57.7세였다(Table 1).

**Table 1.** Descriptive Characteristics of Participants

Characteristics		Subjects (n=18)
Sex	Man	10(56%)
	Womon	8(44%)
Paretic side	Right	8(44%)
	Left	10(56%)
Stroke type	Infarction	8(44%)
	Hemorrhage	10(56%)
Stroke duration (months)		13.1±8.2*
Age (years)		57.7±10.1*

\* Values are Mean±SD

**2. 안정 시와 각 하지패턴 적용 시 마비측과 비마비측 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 근활성도 비교**

4가지 PNF 하지패턴 적용 시, 마비측과 비마비측 위팔두갈래근의 근활성도는 모두 안정 시보다 유의하게 증가하였다(p<0.05)(Table 2). 4가지 PNF 하지패턴 적용 시, 마비측과 비마비측 위팔세갈래근의 근활성도는 모두 안정 시보다 유의하게 증가하였다(p<0.05)(Table 3).

**Table 2.** Muscle activation of paretic and non-paretic biceps during resting and PNF leg pattern application conditions (%MVIC)

Leg pattern	Biceps muscle	Resting condition	Application condition	t
Pattern 1	Paretic	3.45±3.51	15.12±17.19	-3.38*
	Non-paretic	1.96±4.03	5.81±8.00	-3.37*
Pattern 2	Paretic	3.45±3.51	6.31±5.95	-2.31*
	Non-paretic	1.96±4.03	5.09±6.17	-2.61*
Pattern 3	Paretic	3.45±3.51	14.40±20.56	-2.64*
	Non-paretic	1.96±4.03	6.76±10.16	-2.68*
Pattern 4	Paretic	3.45±3.51	9.30±13.68	-2.32*
	Non-paretic	1.96±4.03	8.73±15.14	-2.50*

\* p<0.05

Values are Mean±SD

**3. 각 하지패턴에 따른 근활성도 변화량의 반복측정 일요인 분산분석 결과**

각 근육별로 4가지 PNF 하지패턴 적용에 따라 근활성도 변화량에 차이가 있는가를 알아보기 위해 패턴 적용 시의 %MVIC에서 안정 시의 %MVIC를 뺀 자료로 반복측정 일요인 분산분석을 실시한 결과, 마비측 위팔두갈래근은 하지패턴에 따라 근활성도 변화량에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났지만(p<0.05), 다른 근육들의 경우에는 하지패턴에 따라 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Table 4). 마비측 위팔두갈래근에서, 어떤

**Table 3.** Muscle activation of paretic and non-paretic triceps during resting and PNF leg pattern application conditions (%MVIC)

Leg pattern	Triceps muscle	Resting condition	Application condition	t
Pattern 1	Paretic	1.53±1.52	5.08±6.17	-3.12*
	Non-paretic	0.90±1.00	8.96±9.43	-3.70*
Pattern 2	Paretic	1.53±1.52	4.84±5.00	-3.36*
	Non-paretic	0.90±1.00	6.51±6.13	-4.06*
Pattern 3	Paretic	1.53±1.52	5.61±6.46	-3.07*
	Non-paretic	0.90±1.00	12.83±11.82	-4.34*
Pattern 4	Paretic	1.53±1.52	4.18±3.79	-3.88*
	Non-paretic	0.90±1.00	8.07±8.90	-3.82*

\* p<0.05

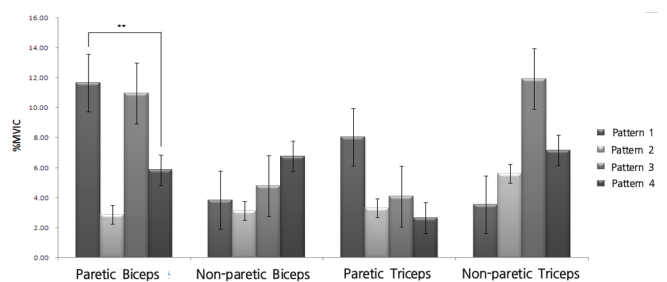
Values are Mean±SD

하지패턴 적용 시에 차이가 있는 가를 알아보기 위해 다중비교 Bonferroni 검정을 실시한 결과, 하지패턴 1과 하지패턴 4 적용 시 유의한 차이가 발생하였다(Figure 1).

**Table 4.** Comparisons of four muscles activation with four PNF leg patterns (%MVIC)

Muscles	Sums of squares	df	Mean squares	F	p
Paretic Biceps	956	3	319	4.82	0.00*
Paretic Triceps	19	3	6	0.57	0.63
Non-paretic Biceps	134	3	45	1.01	0.39
Non-paretic Triceps	390	3	130	2.72	0.05

\* p<0.05



**Figure 1.** Comparisons of four muscles activation with four PNF leg patterns.

\*\* p<0.001

**IV. 고찰**

PNF는 손상이 없는 비교적 강한 신체 부위에 저항을 가해 그로 인해 발생하는 방산 현상을 이용하여 간접적으로 근수축을

일으켜 약한 부위의 다양한 문제를 해결하는 치료 접근법이다. 뇌졸중 환자의 비마비측 하지에 PNF 하지패턴을 적용하여 상지 근육 중 마비측과 비마비측 위팔두갈래근과 위팔세갈래근에서 간접적으로 발생하는 근활성도를 측정함으로써 PNF 하지패턴이 뇌졸중 환자의 마비측 근육을 간접적으로 활성화시킬 수 있는 가를 알아보고자 하였다.

최근 정상인을 대상으로 하여 PNF 굴곡외전외회전 상지 패턴과 양측 상지의 들어올리기(lifting) 패턴을 적용하여 반대측 하지의 근활성도를 측정한 한 연구에서는 편측 상지에 적용한 PNF 패턴들이 반대측 하지 근육들의 근활성도가 유의하게 증가시켰다고 보고하였다.<sup>24</sup> 뇌졸중 환자들을 대상으로 비마비측 상지와 하지에 PNF 패턴을 적용하고 마비측의 근긴장도와 엉덩관절 능동 가동범위의 변화를 알아본 연구에서는 마비측의 근긴장도가 유의하게 감소했으며 엉덩관절 능동 가동범위가 유의하게 증가했다고 보고하였다.<sup>25</sup> 연구자들은 그에 대한 근거로 저항으로 인해 발생한 방산 현상 때문이라고 하였다. 또한 Pink는 상지에 패턴을 적용한 결과, 반대쪽 상지에서 반대쪽 상지 근육들 모두에서 전기적 활동이 발생했다고 보고하였다.<sup>26</sup>

본 연구 결과, 비마비측에 하지패턴 적용 시, 마비측과 비마비측 위팔두갈래근의 근활성도는 안정 시보다 유의하게 증가했으며 위팔세갈래근 또한 마비측과 비마비측 모두에서 근활성도가 안정 시보다 유의하게 증가하였다. 신체의 한 부분에 적용한 PNF 패턴이 다른 신체 부위의 근활성도에 영향을 주었다는 점에서 앞의 연구 결과들과 일치하며, PNF의 기본 원리 중 하나인 방산으로 인해 마비측과 비마비측 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 근활성도가 유의하게 증가했다고 할 수 있다.

또한 위팔세갈래근의 경우 모든 패턴 적용 시에 비마비측이 마비측에 비해 근활성도가 유의하게 더 큰 것으로 나타났다. 정상적인 상황에서 방산은 생역학적으로 안정근이나 주동근에 협력 작용을 하는 근육들에서 발생하며,<sup>27</sup> 안정근이나 고정근의 흥분은 주동근에 생역학적 이점을 제공한다.<sup>28</sup> 이는 하지패턴 적용 시에 가해지는 도수 저항에 대항하여 하지 근육들의 최대 수축을 유발하기 위해 상지를 이용하여 고정점이나 안정점을 확보하려는 시도로 팔굽관절 신전근과 어깨관절 신전근들을 안정근이나 협력근으로 동원하려 했기 때문이라 생각된다. 따라서 수의적으로 상지 근육을 수축하지 못하는 뇌졸중 환자의 경우, 상지 신전근이 협력근이나 안정근으로 동원될 수 있는 상황에서 비마비측 하지에 PNF 하지패턴을 적용하면 해당 근육들을 간접적으로 수축시키는데 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

각 근육들의 근활성도 변화량이 어떤 하지패턴 적용 시에 더 큰가를 알아보기 위해 실시한 반복측정 분산분석 결과에서는 마비측 위팔두갈래근의 근활성도 변화량이 하지패턴 1과 하

지패턴 4 적용 시에 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났으며 다른 근육들의 경우에는 하지패턴 적용에 따라 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지패턴 1의 관절 운동학적 구성요소는 엉덩관절 굴곡내전외회전-무릎관절 굴곡이며, 하지패턴 4는 엉덩관절 신전외전내회전-무릎관절 굴곡이었다. 이는 상지 근육들에서 발생한 방산 형태는 4가지 하지패턴이 적용된 하지의 관절 운동학적 구성요소와는 관계없이 변화했음을 의미한다.

방산 현상으로 인한 효과는 그 기전이 명확하지 않으며, 이는 근육성, 신경성, 척수, 피질과 피질하성 일 수도 있다.<sup>29</sup> 운동 방산으로 인해 발생한 신체 다른 부위의 근력 증가는 근육의 조직학적 변화로 인한 것은 아니다.<sup>30</sup> 하지만 훈련을 하는 팔에 수의적 수축이 일어나는 동안 대뇌피질의 관련된 부분이 흥분되는 것은 중추신경기전으로 인해 나타날 수도 있다는 것을 의미한다.<sup>16</sup> 최근 연구들은 근력훈련의 교차훈련 효과가 척수 기전이라기보다는 상위 척수 기전으로 인해 발생하는 것일 수도 있다고 제안하였다.<sup>31</sup>

뇌졸중 환자의 상지에서는 흔히 굴곡근 공동운동이 발생한다.<sup>17</sup> 따라서 본 연구 결과에서 패턴 1 적용시에 보인 마비측 위팔두갈래근의 근활성도 변화는 임상에서 뇌졸중 환자에서 흔히 보이는 굴곡근 공동운동일 수도 있다. Lim 등<sup>32</sup>은 뇌졸중 환자의 하지 Global synkinesis 수준과 보행능력을 측정한 연구에서 Global synkinesis 수준이 낮을수록 보행능력이 좋다고 하였다. 반면 뇌졸중 환자를 대상으로 하여 상지의 공동운동 정도와 상지 운동 기능과의 관계를 알아본 한 연구에서는 마비측 팔의 공동운동 정도가 크게 나타나는 환자군이 공동운동 강도가 작은 환자군보다 상지 기능 평가 점수가 유의하게 높았다고 보고하였다.<sup>33</sup> 또한 방산에 의해 마비측에서 발생한 염력(torque)은 수의적으로 만들어 낼 수 있는 염력보다 더 크다.<sup>34</sup> 이 공동운동이 뇌졸중 회복 시점 중 어떤 시점에서는 편마비 환자의 운동 수행 능력을 나타내는 긍정적 지표로도 사용될 수 있다.<sup>35</sup>

뇌졸중 환자의 마비측 상지 근력은 기능적 활동과 매우 밀접한 관련이 있으며, 근력 정도가 일상생활에서 상지 수행 능력을 가장 잘 설명할 수 있다.<sup>36</sup> PNF 접근법에서는 다른 신체 부위의 근활성도를 증가시키기 위해 이와 같은 방산 현상을 이용하기 때문에,<sup>8</sup> 본 연구 결과에 기초하여 뇌졸중 환자의 상지 근육들의 근활성을 촉진하기 위해 비마비측 하지에 패턴을 적용할 수 있다. 그러나 이런 방산 현상의 형태와 강도는 매우 과제-특이적이기 때문에 뇌졸중 환자에게 적용하기 위해서는 방산 현상으로 인해 발생하는 공동운동이 기능적 제한과 관련이 있는가를 고려해야 한다.<sup>12</sup> 최근 PNF 접근법에서는 여러 형태의 손상이 있는 신체 부위의 문제를 해결하기 위해 가능한 신체 부분들을 최대한 동원하여 방산 효과를 극대화하는 것을 강조

한다.<sup>12</sup> 또한 그렇게 발생한 방산은 기능적 활동이나 기능적 상황과 관련하여 사용해야 한다. 그러나 본 연구에서는 가만히 누운 자세에서 하지패턴을 적용했기 때문에, 동일한 패턴일지라도 그 자세와 지절의 위치에 따라 그 결과는 다를 수 있다.

본 연구에서는 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 근활성도만을 측정하였기 때문에 상지의 다른 근육들의 근활성도 변화는 고려하지 않았다. 또한 상지 운동 기능 수준이나 기능수행평가를 하지 않았기 때문에 표면근전도로 측정한 근활성도가 기능적 향상으로 이어지는 지는 확인할 수 없었다. 따라서 추후에는 보다 다양한 패턴 적용과 보다 많은 근육들의 관계뿐 아니라 패턴을 적용하는 자세와 지절의 위치 관계에 따른 연구가 이뤄져야 하며, 다양한 환자군을 대상으로 하여 PNF 패턴 적용으로 인해 간접적으로 발생한 근수축의 장기간 효과와 방산으로 인한 근력 증가와 기능수행평가와의 관련성을 알아보는 연구가 필요하다.

## V. 결론

비마비측 하지에 적용한 4가지 PNF 하지패턴은 모두 마비측과 비마비측 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 근활성도를 안정 시보다 유의하게 증가시킨 것으로 나타났다. 마비측 위팔두갈래근의 경우, 하지패턴 1과 하지패턴 4 적용 시의 근활성도에 차이를 있었지만 다른 패턴 적용 시에는 차이를 보이지 않았으며 나머지 다른 측정된 근육들에서는 패턴 적용 시 차이를 보이지 않았다. 따라서 뇌졸중 환자의 비마비측 하지에 적용한 PNF 하지패턴은 관절 운동학적 구성요소에 관계없이 방산 효과를 유발하여 마비측 상지 위팔두갈래근과 위팔세갈래근의 근활성도를 간접적으로 증가시키는데 이용될 수 있다. 그러나 관절 운동학적 구성요소와 상지 근활성도 변화량이 관련이 없기 때문에 특정한 관절 운동학적 구성요소로 이루어진 하지패턴이 특정 근육에서 방산을 유발한다고는 규정할 수 없다.

### Author Contributions

Research design: Kim JM, Lee MK

Acquisition of data: Lee MK

Analysis and interpretation of data: Kim JM, Kim WH

Drafting of the manuscript: Lee MK

Research supervision: Lee MK

### Acknowledgements

본 논문은 이문규의 석사학위 논문을 축약하였음.

### 참고문헌

1. Korea national statistical office. Korea statical year book, 2006.
2. Park BK, Yang JH. Motor recovery of the upper extremity following stroke. Korean Journal of Stroke. 2003;5(1):89-95.
3. Chae J, Johnston M, Kim H et al. Admission motor impairment as a predictor of physical disability after stroke rehabilitation. Am J Phys Med Rehabil. 1995;74(3):218-23.
4. Carr JH, Shepherd RB. Stroke Rehabilitation: Guidelines for exercise and training to optimize motor skill. Oxford, Butterworth Heinemann, 2003.
5. Pearce JM. Positive and negative cerebral symptoms: The roles of Russell Reynolds and Hughlings Jackson. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2004;75(8):1148.
6. Burke D. Spasticity as an adaptation to pyramidal tract injury. Adv Neurol. 1988;47:401-23.
7. Refshauge KM, Ada L, Ellis E. Science-based rehabilitation; Theories into practice. Butterworth-Heinemann, 2005.
8. Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. Proprioceptive neuromuscular facilitation: Patterns and techniques. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins, 1985.
9. Andersen LL, Magnusson SP, Nielsen M et al. Neuro-muscular activation in conventional therapeutic exercises and heavy resistance exercises: Implications for rehabilitation. Phys Ther. 2006;86(5):683-97.
10. Jette DU, Latham NK, Smout RJ et al. Physical therapy interventions for patients with stroke in inpatient rehabilitation facilities. Phys Ther. 2005;85(3):238-48.
11. Kawahira K, Shimodozono M, Ogata A et al. Addition of intensive repetition of facilitation exercise to multidisciplinary rehabilitation promotes motor functional recovery of the hemiplegic lower limb. J Rehabil Med. 2004;36(4):159-64.
12. Adler S, Beckers D, Buck M. PNF in Practice: An Illustrated Guide. 2nd ed. Springer, 2000.
13. Kim JM, Lee CH. Neurological physical therapy. Seoul, Jungdam, 2001.
14. Munn J, Herbert RD, Gandevia SC. Contralateral effects of unilateral resistance training: A meta-analysis. J Appl Physiol. 2004;96(5):1861-6.
15. Munn J, Herbert RD, Hancock MJ et al. Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. J Appl Physiol. 2005;99(5):1880-4.
16. Zhou S. Chronic neural adaptations to unilateral exercise: Mechanisms of cross education. Exerc Sport Sci Rev. 2000;

- 28(4):177-84.
17. Sawner KA, LaVigne JM. Brunnstroms' movement therapy in hemiplegia: A neurophysiological approach. New York, Lippincott Williams & Wilkins, 1992.
  18. Boissy P, Bourbonnais D, Gravel D et al. Effects of upper and lower limb static exertions on global synkineses in hemiparetic subjects. *Clin Rehabil.* 2000;14(4):393-401.
  19. Kofotolis N, Kellis E. Cross-training effects of a proprioceptive neuromuscular facilitation exercise programme on knee musculature. *Physical Therapy in Sport.* 2007;8(3):109-16.
  20. Mehrholz J, Wagner K, Rutte K et al. Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(10):1314-9.
  21. Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Gaithersburg, Aspen Publishers, 1998.
  22. Perry J. Gait analysis: Normal and pathological function. New Jersey, Slack Inc., 1992.
  23. Hazaki K, Ichihashi N, Morinaga T. Electromyographic analysis of thigh muscles in PNF patterns of the lower extremity: Muscle activities in the lengthened range. *J Phys Ther Sci.* 1996;8(1):29-32.
  24. Kim KH. Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation applied to the unilateral upper extremity on the muscle activation of contralateral lower extremity. Eulji University, Master thesis, 2005.
  25. Woo YK, Cho GH, Yoo EY. Effect of PNF applied to the unaffected side on muscle tone of affected side in patients with hemiplegia. *KAUTPT.* 2002;9(2):157-68.
  26. Pink M. Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. *Phys Ther.* 1981;61(8):1158-62.
  27. Sullivan PE, Portney LG. Electromyographic activity of shoulder muscles during unilateral upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. *Phys Ther.* 1980;60(3):283-8.
  28. Markos PD. Ipsilateral and contralateral effects of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques on hip motion and electromyographic activity. *Phys Ther.* 1979;59(11):1366-73.
  29. Carroll TJ, Herbert RD, Munn J et al. Contralateral effects of unilateral strength training: Evidence and possible mechanisms. *J Appl Physiol.* 2006;101(5):1514-22.
  30. Houston ME, Froese EA, Valeriote SP et al. Muscle Performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: A one leg model. *Eur J Apply Physiol Occup Physiol.* 1983;51(1):25-35.
  31. Lagerquist O, Zehr EP, Docherty D. Increased spinal reflex excitability is not associated with neural plasticity underlying the crosseducation effect. *J Appl Physiol.* 2006;100(1):83-90.
  32. Lim JH, Lim YE, Kim SH et al. The effects of global synkinesis level on gait ability in post-stroke hemiplegic patients. *J Kor Soc Phys Ther.* 2008;20(3):9-18.
  33. Hwang IS, Tung LC, Yang JF et al. Electromyographic analyses of global synkinesis in the paretic upper limb after stroke. *Phys Ther.* 2005;85(8):755-65.
  34. Boissy P, Bourbonnais D, Kaegi C et al. Characterization of global synkineses during hand grip in hemiparetic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(10):1117-24.
  35. Fugl-Meyer A, Jaasko L, Leyman I et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med.* 1975;7(1):13-31.
  36. Harris JE, Eng JJ. Paretic upper-limb strength best explains arm activity in people with stroke. *Phys Ther.* 2007;87(1):88-97.