

## 열린사슬과 닫힌사슬에 따른 PNF상지패턴이 하지 근활성도에 미치는 영향

박태준 · 박형기<sup>1</sup> · 김종만<sup>2</sup>

전라북도 남원노인요양병원 물리치료실, <sup>1</sup>마산대학교 물리치료과, <sup>2</sup>서남대학교 물리치료학과

### The Effects of PNF Arm Patterns on Activation of Leg Muscles According to Open And Closed Kinematic Chains

Tae-Jun Park, PT, MS, Hyung-Ki Park, PT, MS<sup>1</sup>, Jong-Man Kim, PT, OT, PhD<sup>2</sup>

*Department of Physical Therapy, Jeollabuk-do Namwon City Silver Care Hospital*

<sup>1</sup>*Department of Physical Therapy, Masan University*

<sup>2</sup>*Department of Physical Therapy, Seonam University*

#### <Abstract>

**Purpose** : The purpose of this study was to determine the effect of leg muscle activation by applying proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) arm patterns to unilateral upper extremities under the condition of both open and closed kinetic chains in a seated position.

**Methods** : Twenty-two healthy subjects participated in this study. Four PNF patterns were applied to each subject's unilateral upper extremity. EMG data were collected from the vastus medialis, biceps femoris, tibialis anterior and gastrocnemius. The measured EMG data were digitized and processed to root mean square (RMS) and expressed as percentage maximal voluntary isometric contraction (%MVIC). The data were analyzed using two-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures to determine the statistical significance.

**Results** : The results of this study were summarized as follows: Firstly, in comparison to muscle activation of the biceps femoris, there was a significant increase in the D2 flexion pattern when it was compared with D2 extension pattern and when it was compared with D1 flexion pattern ( $p<.05$ ). Secondly, there was a significant increase in the muscle activation of the vastus medialis and tibialis anterior with a closed kinetic chain rather than an open kinetic chain ( $p<.05$ ).

**Conclusion** : In conclusion, in order to increase muscle activation of the biceps femoris, the D2 flexion pattern can be applied, regardless of kinetic chain. In addition, in order to increase muscle activation of the vastus medialis and tibialis anterior, four arm patterns can be applied with a closed kinetic chain.

---

교신저자 : 박태준, E-mail: tjje@naver.com

논문접수일 : 2011년 04월 13일 / 수정접수일 : 2011년 04월 30일 / 게재승인일 : 2011년 05월 15일

**Key Words** : Electromyography, Muscle activation, PNF, Kinetic chain.

## I. 서 론

현재 임상에서 운동기능을 향상시키기 위한 치료 접근으로 근력강화(Fox와 Matthews, 1981; Gowitzke와 Milner, 1980; Delorme과 Watkins, 1951), 심혈관 휘트니스(fitness) 증진(Potempa 등, 1995) 그리고 운동의 협응력과 균형력의 증가(Carr와 Shepherd, 1987; Voss 등, 1985) 등을 치료법으로 적용하고 있다. 이러한 내용들을 포함하는 다양한 치료접근 방법 중 고유수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)은 고유감각수용기를 자극하여 신경근의 반응을 촉진하는 방법이다(Voss 등, 1985). 이는 대각선과 나선형 운동패턴을 사용하는 대단위 근운동이며(Knott와 Voss, 1968), 신체 양쪽의 상호작용을 증진시키고, 강한쪽의 저항운동을 통해 약한쪽의 근수축을 유발하는 것이다(Alder 등, 2000). 그러나 패턴을 적용할 때는 환자의 어떤 기능 향상을 위해서 하는 것이며, 어떤 근육 군이 작용할 것인가가 명확히 설정되어야 한다(배성수 등, 1998). 그러나 PNF의 각 패턴이 어떤 근육의 활성을 일으키는지에 대해서는 정확히 규명되지 않았다.

Knott와 Voss(1968)는 간접치료 시 치료적 목적으로 사용되는 저항이 강한 쪽에 작용하여 약한 쪽을 강화할 수 있는데 이것을 방사(irradiation)로 정의하였다. 간접효과에 관하여 Hellebrandt 등(1947)은 한 지체에서의 최대 운동이 운동을 하지 않은 신체 부위에서 근긴장도를 발달시킴을 보고하였다. PNF 패턴을 이용하여 방사효과를 규명한 연구들 중 Kofotoris와 Kellis(2007)는 건강한 사람들을 대상으로 한쪽 하지에 PNF 하지패턴을 적용하고, 패턴을 적용하지 않은 쪽 다리의 근력을 측정된 결과, 패턴을 적용하지 않은 쪽 하지의 근력과 지구력이 유의하게 증가했다고 발표했다. 건강한 사람들에게 PNF 상지패턴과 몸통의 들어올리기 패턴을 적용하고 각 패턴의 끝 범위에서 유지와 압박을 가하여 반대쪽 하지의 근활성도를 연구한 연구에서도 반대

쪽 하지의 근활성도가 유의하게 증가하였음을 보고하였다(김경환 등, 2006). PNF 상지 펌패턴과 하지 패턴을 뇌졸중 환자에게 적용했을 때 반대쪽 상지와 하지 근육에 미치는 영향에 대한 연구에서 위팔 두갈래근과 위팔세갈래근의 근활성도가 유의하게 증가하였다고 하였다(이문규 등, 2009; 김원호, 2009).

근수축을 유발시키는 방사효과를 적용하기에 앞서 관절의 두 가지 부하 운동형상학적 사슬인 열린사슬과 닫힌사슬에 따라 활성화되는 근육이 달라진다고 보고되고 있다. “열린”과 “닫힌”이라는 용어는 사지의 원위 끝부분이 지면이나 다른 어떤 고정된 물체에 고정되어 있는지 아닌지를 나타내기 위해 일반적으로 사용된다(Neumann, 2004). 열린사슬운동(open chain exercise)은 사지의 원위부에서 자유롭게 움직이고 근위부에서는 고정된 상태에서 운동을 시행하는 방법으로 관절가동범위가 제한된 환자의 근력강화를 위해 중요한 역할을 한다(김연주, 2007; 장재원, 2003). 또한, 사지를 가속화시키기 위해 수축하는 주동근이 빠른 속도의 구심성 운동을 하는 동안 가동범위 끝부분에서 감속시키려고 길항근이 수축하므로 짧은 시간동안 협력수축을 일으켜 움직이는 관절의 끝 범위에서 동적 안정성에 기여한다(Baratta 등, 1988; Draganich 등, 1989; Hagood 등, 1990). 닫힌사슬운동(closed chain exercise)은 지지면에 안정되거나 고정된 말단 분절 위에서 신체가 움직이는 것을 말한다(Davies 등, 2000). 또한 근력강화의 주요 프로그램으로 길항근이 서로 원심성으로 작용하여 손상된 관절의 안정성에 많은 영향을 준다(Iwasaki 등, 2006). 이론적으로 닫힌사슬운동을 하는 동안에는 여러 관절을 가로지르는 많은 근육군이 동작을 조절하기 위해 활성화되므로 열린사슬운동에서보다 근육과 관절 내외의 더 많은 감각수용기들이 활성화된다(Rivera, 1994). 닫힌사슬운동은 체중지지 자세에서 수행되기 때문에, 관절과 근육 기계적수용기를 자극하고, 주동근과 길항근의 협력수축을 촉진하고, 동적 안정성을 증진시킨다고 일반

적으로 보고 되었다(Sullivan 등, 1982).

이처럼 근육의 활성이 열린사슬운동보다 닫힌사슬운동을 실시할 때 더 큰 증진을 보인다는 가정에도 불구하고 PNF 치료접근법을 이용하여 열린사슬과 닫힌사슬의 운동형상학적 사슬에 따른 근활성도를 연구한 논문은 없었다. 따라서 본 연구에서는 앉은 자세에서 발을 땅에 대지 않은 열린사슬과 발을 땅에 대고 있는 닫힌사슬에서 PNF 상지패턴 4가지를 한쪽 상지에 적용하여, 하지 근활성도를 알아보고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 S대학에서 재학중인 건강한 성인 22명을 대상으로 하였다. 결과에 영향을 줄 수 있는 신경학적 손상이나 근골격계 질환 특히, 상지와 하지에 통증이 있는 사람은 제외하였다. 측정 전에 연구목적과 방법에 대해 대상자들에게 설명한 후, 자발적 동의를 한 경우에 대상자로 선정하였다. 연령은 평균 23.8세였으며, 신장은 평균 170.3cm이었고, 체중은 61.2kg이었다.

### 2. 연구방법

#### 1) 측정도구

PNF 상지패턴 적용 시, 대상자들의 반대쪽 하지의 안쪽넓은근, 넓다리두갈래근, 앞정강근, 장딴지근의 근활성도를 측정하기 위해 표면근전도(MP150 WSW, BIOPAC System, CA, 미국)를 사용하였다. 각 근육별 근전도 신호를 root mean square (RMS) 처리하여 분석하였다.

#### 2) 측정방법

##### (1) 측정절차

측정하기 전에, 연구 대상자들에게 실험 방법과 과정을 충분히 설명하였다. 대상자 모두 실험의 내용을 이해하고 참여에 동의하였다. 실험은 각각의 패턴을 3회씩 실시하여 %MVIC를 측정하였고, 한

패턴의 끝 범위에서의 유지의 적용 시간은 5초, 휴식시간은 1분으로 하였다. 한 대상에게 두 가지 운동형상학적 사슬과 네 가지 패턴을 모두 적용하였고, 운동형상학적 사슬과 PNF 패턴 적용 순서는 대상자들에서 무작위로 시행하였다.

### (2) 패턴 적용방법

열린사슬에서의 패턴 적용은 검사대에 앉은 자세에서 발을 땅에 대지 않은 자세에서 적용하였고, 닫힌사슬에서의 패턴 적용은 검사대에 앉은 자세에서 발바닥이 의자에 완전히 닿아있는 상태에서 적용하였다. 패턴을 적용하는 물리치료사의 구령에 맞추어 도수로 가해지는 저항에 최대한 저항하면서 연습한 패턴대로 움직이도록 하였다. 모든 패턴은 우세손에 적용하였고, PNF 치료사 인증을 받고, 현재 임상에서 근무하고 있는 물리치료사가 적용하였다.

### (3) PNF 상지패턴

본 실험에서는 4가지의 고유수용성신경근축진법 상지패턴을 사용하였다. 상지 D2 flexion 패턴은 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림으로 끝나는 패턴이다. 상지 D2 extension 패턴은 어깨관절 펴-모음-안쪽돌림으로 끝나는 패턴이다. D1 flexion 패턴은 어깨관절 굽힘-모음-가쪽돌림으로 끝나는 패턴이다. D1 extension 패턴은 어깨관절 펴-벌림-안쪽돌림으로 끝나는 패턴이다.

### 3. 자료분석

대상자의 일반적 특성에 대한 자료는 기술통계를 실시하였다. 측정된 자료의 정규분포 여부를 알아보기 위하여 정규분포에 대한 적합도 검정 방법인 Shapiro-Wilk 검정을 실시하여 정규분포 함을 확인하였다. 이에 따라 운동형상학적 사슬에 따른 패턴별 근활성도와 각 조건에서 패턴에 따른 근육별 근활성도의 차이를 보기 위해, 운동형상학적 사슬별 상지패턴 실시 중에 얻은 자료를 반복측정된 이요인 분산분석(two-way repeated ANOVA)을 적용하여 분석하였다. 반복측정된 이요인 분산분석 결과 차이가 있을 경우 사후검정은 Bonferroni 검정으로 하였

Table 1. Comparison of kinetic chain patterns within muscle activity of D2/D1 (%MVC)

Muscles	Kinetic chain	PNF patterns			
		U/E D2 flexion	U/E D2 extension	U/E D1 flexion	U/E D1 extension
Vastus medialis	Open chain	1.96±1.25 <sup>a</sup>	2.23±2.06	2.40±1.91	1.84±1.21
	Closed chain	5.81±5.23	2.91±1.91	3.14±3.08	2.71±2.19
Biceps femoris	Open chain	4.35±2.08	2.74±1.77	2.64±1.36	3.02±2.20
	Closed chain	4.48±3.16	2.45±1.41	2.45±1.48	2.89±2.06
Tibialis anterior	Open chain	1.58±1.09	1.13±0.57	1.37±1.25	1.13±0.51
	Closed chain	2.03±1.53	1.85±1.29	2.31±2.32	1.78±1.21
gastrocnemius	Open chain	3.87±2.15	4.90±3.57	5.38±3.90	5.04±3.64
	Closed chain	6.65±2.42	4.41±2.07	3.78±1.46	4.58±2.98

a Values are Mean±SD

U/E D1 flexion : Upper extremity flexion, adduction, external rotation.

U/E D1 extension : Upper extremity extension, abduction, internal rotation.

U/E D2 flexion : Upper extremity flexion, abduction, external rotation.

U/E D2 extension : Upper extremity extension, adduction, internal rotation.

다. 모든 분석은 윈도우용 SPSS version 12.0 통계 프로그램을 사용하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의수준  $\alpha$ 는 0.05로 하였다.

열린사슬운동과 닫힌사슬운동에서 안쪽넓은근의 근활성도는 열린사슬운동에서보다 닫힌사슬운동에서 통계학적으로 유의하게 증가하였다( $p < .05$ )(Table 1, 2)(Fig 1). 패턴별 안쪽넓은근의 근활성도의 비교에서는 통계학적으로 유의하지 않았다( $p > .05$ ).

### III. 결 과

1. 운동형상학적 사슬에 따른 패턴별 안쪽넓은근의 근활성도 비교
2. 운동형상학적 사슬에 따른 패턴별 넙다리두갈래근의 근활성도 비교

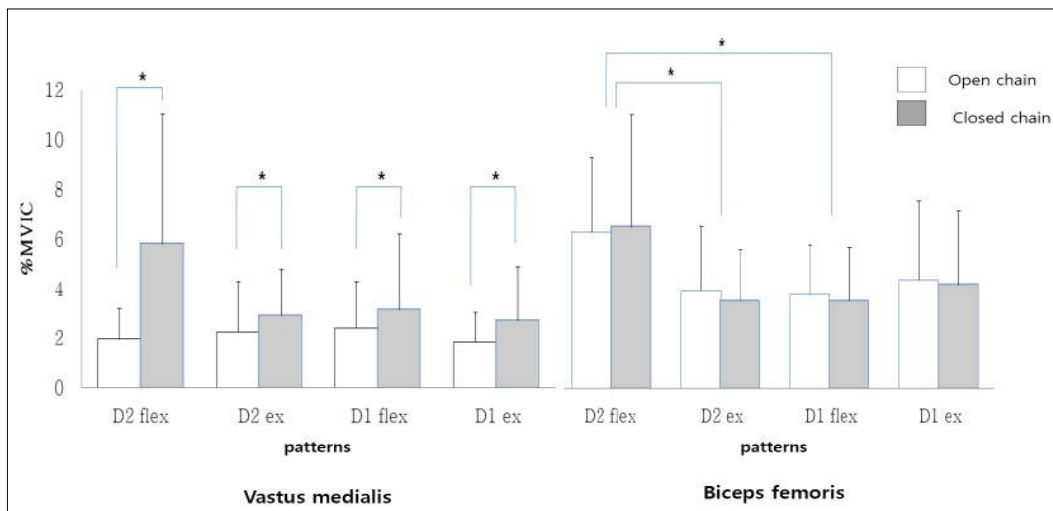


Fig. 1. Comparison of kinetic chain between vastus medialis and biceps femoris

Table 2. The results of repeated measure two-way ANOVA in change with in muscle activity pattern in kinetic chain (n=22)

Muscles		Sums of squares	df	Mean squares	F	p
Vastus medialis	Kinetic chain	84.76	1	84.76	13.13	0.02*
	patterns	53.23	3	17.75	2.32	0.12
	Kinetic chain×patterns	64.62	3	21.54	2.13	0.14
Biceps femoris	Kinetic chain	0.51	1	0.51	0.12	0.74
	patterns	83.29	3	27.76	8.93	0.00*
	Kinetic chain×patterns	0.86	3	0.29	1.14	0.94
Tibialis anterior	Kinetic chain	17.147	1	17.147	8.35	0.01*
	patterns	4.52	3	1.51	1.83	0.15
	Kinetic chain×patterns	1.17	3	0.39	0.29	0.83
gastrocnemius	Kinetic chain	0.10	1	0.10	0.01	0.94
	patterns	10.07	3	3.36	0.96	0.42
	Kinetic chain×patterns	96.67	3	32.22	10.04	0.00*

\* Statistically significant at the level of  $p < .05$

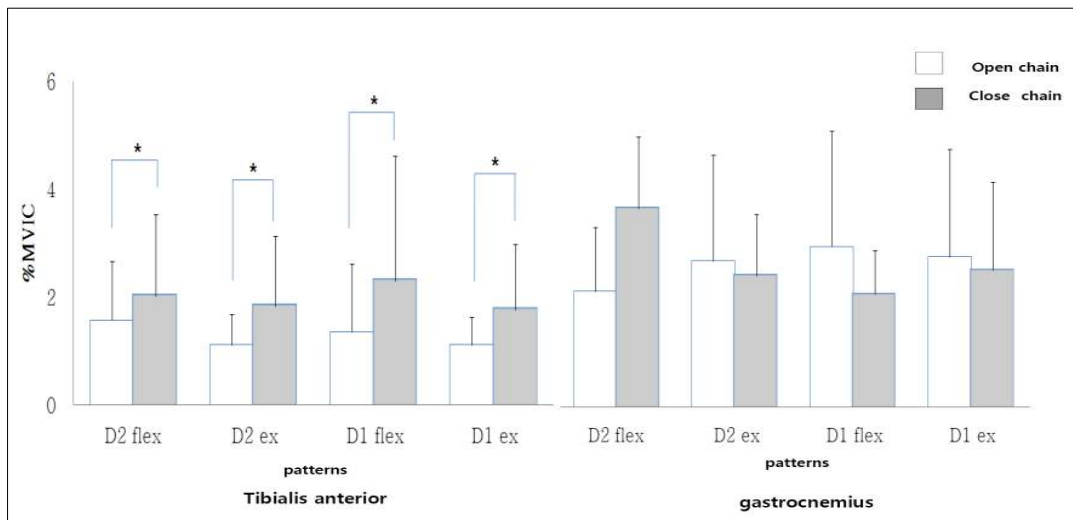


Fig 2. Comparison of kinetic chain between tibialis anterior and gastrocnemius

열린사슬운동과 닫힌사슬운동에서 넙다리두갈래근의 근활성도는 통계학적으로 유의하지 않았고, 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴과 어깨관절 폼-모음-안쪽돌림 패턴사이에서는 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴에서 넙다리두갈래근의 근활성도가 유의하게 증가하였다( $p < .05$ ). 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴과 어깨관절 굽힘-모음-가쪽돌림 패턴 사이에서는 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴에서

넙다리두갈래근의 근활성도는 유의하게 증가하였다 ( $p < .05$ )(Table 1, 2)(Fig 1). 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴과 어깨관절 폼-벌림-안쪽돌림 패턴사이, 어깨관절 폼-모음-안쪽돌림 패턴과 어깨관절 굽힘-모음-가쪽돌림 패턴사이, 어깨관절 굽힘-모음-가쪽돌림 패턴과 어깨관절 폼-벌림-안쪽돌림 패턴사이에서는 넙다리 두갈래근의 근활성도는 통계학적으로 유의하지 않았다( $p > .05$ ).

3. 운동형상학적 사슬에 따른 패턴별 앞정강근의 근활성도 비교

열린사슬운동과 닫힌사슬운동에서 앞정강근의 근활성도는 닫힌사슬에서 유의하게 증가하였다( $p < .05$ ) (Table 1, 2)(Fig 2). 패턴별 앞정강근의 근활성도는 통계학적으로 유의하지 않았다( $p > .05$ ).

4. 운동형상학적 사슬에 따른 패턴별 장딴지근의 근활성도 비교

열린사슬운동과 닫힌사슬운동에서 장딴지근의 근활성도와 패턴별 장딴지근의 근활성도는 통계학적으로 유의하지 않았다( $p > .05$ )(Table 1, 2)(Fig 2).

5. 운동형상학적 사슬과 패턴의 두 요인간의 상호작용

안쪽넓은근과, 넙다리두갈래근, 앞정강근에서는 앉은 자세에서 패턴을 수행하는 동안 운동형상학적 사슬과 패턴의 두 요인간의 상호작용은 통계학적으로 유의하지 않았지만( $p > .05$ ), 장딴지근에서는 두 요인간의 상호작용이 통계학적으로 유의하였다( $p < .05$ ) (Table 2).

IV. 고 찰

고유수용성신경근축진법은 강한 신체 부위에 저항을 적용해 마비나 약화된 신체 부위의 근수축력을 촉진시키는 방법으로 사용되어지고 있다(Adler 등, 2000). 신경학적으로 미성숙한 어린 아동에서 나타나는 방사현상은 정상적인 현상이지만(Lazarus, 1999; Nelles 등, 1998), 성인에서는 피로가 발생했거나 과도한 힘을 요구하는 작업 동안이나 근위부 근육을 사용할 때에만 발생할 수 있다(Mayston 등, 1999). 근력약화는 움직임의 기능적인 부분에서 매우 중요하기 때문에 근수축력을 촉진시켜 근력을 강화시키는 것은 물리치료에서 중요하다. 따라서 임상에서 치료사들은 고유수용성신경근축진법이 약화된 근육을 활성화시키는데 도움이 될 것이라는 가

정을 가지고 적용하고 있다(Scripture 등, 1894). 본 연구에서는 앉은 자세에서 발을 땅에 대지 않은 열린사슬과 발을 땅에 대고 있는 닫힌사슬에서, 정상인의 한쪽 상지에 4가지 PNF 패턴을 적용했을 때 발생하는 방사현상을 알아보기 위해 반대쪽 하지의 근활성도를 측정하였다. 그 결과, 4가지 상지패턴을 적용했을 때 장딴지근은 운동형상학적 사슬과 패턴과의 비교에서 근활성도의 유의한 변화를 보이지 않았지만, 열린사슬에서보다 닫힌사슬에서 앞정강근과 안쪽넓은근의 근활성도가 유의하게 증가하였다. 넙다리두갈래근은 패턴간의 비교에서 유의한 차이를 보였는데, 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴과 어깨관절 펴-모음-안쪽돌림 패턴, 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴과 어깨관절 굽힘-모음-가쪽돌림 패턴을 비교했을 때 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴에서 유의한 증가를 보였다.

Adler 등(2000)은 양쪽 발을 바닥에 대고 앉아있는 동안 침범된 하지쪽에 대한 들어올리기(lifting) 패턴에 저항을 가하면, 하지의 펌근 수축과 같은쪽 궁둥뼈거친면과 발을 통해 체중부하가 증가된다고 하였다. 이는 닫힌사슬운동 시 몸통 펴방향의 하지의 펌근육에 더 많은 영향을 끼친다고 할 수 있다. 정상인을 대상으로 발을 벽에 밀착시킨 자세에서 한쪽 상지에 PNF 굽힘-벌림-가쪽돌림 상지패턴과 양쪽 상지를 이용하는 들어올리기 패턴을 적용하여 반대쪽 하지의 근활성도를 측정한 결과, 반대쪽 하지의 안쪽넓은근에서 근활성도가 가장 높은 것으로 나타났다(김경환 등, 2006). 이는 발을 벽에 밀착시킨 후 패턴을 적용한 것이므로 닫힌사슬에서 패턴을 적용했다고 할 수 있다. 본 연구에서도 패턴을 적용한 자세는 다르지만 운동형상학적 사슬이 같았으므로 열린사슬에서보다 닫힌사슬에서 무릎의 펌근육인 안쪽넓은근에서 근활성도가 유의하게 증가하였음을 볼 때 위의 연구들과 동일한 결과가 나타났음을 알 수 있다.

한향완과 김상수(2009)는 정상인을 대상으로 열린사슬과 닫힌사슬 조건에서 오른쪽 상지에 PNF 패턴을 적용하여 양쪽 하지의 근활성도를 비교하였다. 이 연구에서는 닫힌사슬 조건에서 왼쪽 하지의 근활성도가 유의하게 증가하였다고 보고하였고, 안

쪽넓은근의 근활성도가 가장 크게 증가하였다고 하였다. 본 연구와 PNF 패턴을 적용한 자세가 달랐지만, 열린사슬 조건보다 닫힌사슬 조건에서 근활성도가 유의하게 증가하였음을 볼 때 본 연구와 일치하였고, 닫힌사슬 조건에서 안쪽넓은근의 근활성도가 가장 크게 증가함을 볼 때 본 연구와도 일치하였다.

최근 뇌졸중 환자에게 바로 누운 자세 중 열린사슬 조건에서 비마비쪽 상지에 어깨관절 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 적용한 후 마비쪽 근육에서 발생하는 방사형태를 알아본 연구에서는 안정시에 비해 어깨관절 펌-모음-안쪽돌림 패턴을 적용한 경우에 마비쪽의 위팔두갈래근과 위팔세갈래근이 더욱 활성화되었다고 보고하였고(김원호, 2009), 이는 패턴을 시행할 때 비마비쪽의 움직임에 따른 균형을 잡기 위한 반응이라고 하였다. 본 연구에서도 열린사슬 조건에서 PNF 4가지 상지패턴을 적용했을 때 반대쪽 하지의 근활성도가 증가된 것은 한쪽에 적용된 패턴에 따라 균형을 잡기 위한 반응이라고 생각된다. 하지만 적용한 대상이 정상인이었고, 자세도 달랐으므로 두 연구 결과를 일반화하기 어려운 면이 있다.

Pink(1981)는 PNF 상지패턴을 적용하여 반대쪽 상지에서 발생하는 근육활동을 조사하여 반대쪽 효과를 알아 본 연구에서, 두 가지 상지패턴을 하는 동안 측정된 반대쪽 상지 근육들 모두에서 전기적 활동이 발생했다고 보고하였다. 또한 굽힘패턴과 펌패턴 동안 가시아래근이 펌패턴 보다는 굽힘패턴에서 유의하게 크게 나타났고, 넓은등근의 경우 펌패턴 적용 시에 유의하게 크게 나타났다고 하였다. 이는 굽힘동작시 반대쪽에 있는 굽힘근이, 펌동작시 반대쪽에 있는 펌근이 활성화됨을 알 수 있다. 본 연구에서도 넙다리두갈래근의 패턴별 근활성도 비교에서는 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴과 어깨관절 펌-모음-안쪽돌림 패턴사이에서의 근활성도 비교에서 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴에서 유의하게 증가하였다. Munn 등(2004)은 팔굽관절 굽힘근에 대한 저항을 주었을 때 반대쪽에 있는 굽힘근이 활성화됨을 보고하였다. 다시 말해, 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴이 굽힘동작이었기 때문에 무릎의 굽힘근인 넙다리두갈래근이 더욱 활성화된 것

으로 여겨진다. Dietz(2009)는 PNF 패턴을 달리는 자세(sprinter)와 스케이트 자세(skate)를 모델로 하여 적용했을 때, 한쪽 상지와 어깨이음뼈의 움직임이 반대쪽 골반과 하지의 움직임과 동일한 방향으로 나타나며, 같은쪽에서는 상지와 어깨이음뼈의 움직임과 엉덩관절과 하지의 움직임이 서로 반대의 방향으로 나타남을 증명하였다.

그러므로 본 연구에서 적용한 PNF 상지패턴이 앞의 연구들에서 이용한 패턴과는 다르지만, 한쪽에 PNF 상지패턴을 적용하고 그로 인해서 발생한 근육 활동이 반대쪽 신체 부위의 근육수축에 영향을 주었다는 점에서 앞의 연구결과들과 일치하며, 방사로 인해서 근활성도가 증가했다고 할 수 있다. 본 연구의 결과를 근거로 방사효과를 이용하여 뇌졸중으로 인한 신경학적 결함으로 발생 할 수 있는 다양한 임상적 증상 즉, 근위축, 비정상적 근긴장도, 편마비로 인한 불균형한 움직임을 보이는 환자나 장기간의 고정 등으로 인한 정형외과적인 환자에서의 치료적 기능 향상에 효과가 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 제한점은 연구 대상이 정상 성인이었기 때문에, 이 결과를 환자들에게 일반화해서 적용하기가 힘들다는 것이다. PNF는 약하거나 손상이 있는 신체 부위의 손상을 해결하기 위해 동원할 수 있는 모든 신체부분을 이용하여 방사효과를 최대화하는 접근법이다. 그렇게 발생한 방사는 기능적 활동에서 사용되기 때문에 본 연구에서 적용한 패턴과 다른 패턴을 이용할 경우 그 결과가 다를 수 있다. 또한 PNF 상지패턴 적용 시 하지의 근활성도만 보았기 때문에 운동효과에 의한 근활성도의 변화는 측정하지 못하였다. 추후 장기간 PNF 상지패턴 적용 후 하지의 방사효과를 보는 연구와 실제 환자를 대상으로 치료적 과정에 의한 근활성도의 변화를 규명하는 연구가 진행 될 필요가 있을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

본 연구에서는 정상 성인의 한쪽 상지에 PNF 상지패턴을 적용했을 때 근활성도 차이 비교에서 운동형상학적 사슬 간, 근육 간, 패턴 간에서 의미있

는 근활성도의 변화를 보였다. 두 가지 사슬에서 넙다리두갈래근의 패턴별 근활성도를 비교했을 때 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴과 어깨관절 펴-모음-안쪽돌림 패턴사이에서는 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴이 굽힘 동작이기 때문에 굽힘근인 넙다리두갈래근이 더욱 활성화 되는 경향을 보였다. 또한, 열린사슬에서 보다 닫힌사슬에서 안쪽넓은근과 앞정강근의 근활성도가 유의하게 증가하였기 때문에 닫힌사슬에서 4가지 상지패턴을 적용하면 안쪽넓은근과 앞정강근의 근활성도를 증가시키는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 이러한 운동형상학적 사슬과 패턴에 따라서 활성화되는 근육을 알게 됨으로 인해 중추신경계 질환이나, 근골격계 손상을 입은 환자들에게 선택적인 근수축을 유발시키는데 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

김경환 등. 편측 상지에 적용된 고유수용성신경근축진법이 반대측 하지의 근 활성도에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 2006;4(1):9-18.

김연주. 닫힌사슬운동이 전십자인대 재건술 환자의 슬관절 안정성에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원. 석사학위논문. 2007.

김원호. 뇌졸중 환자에서 고유수용성신경근축진법이 환측 근육의 방사형태에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2009;16(2):59-66.

배성수, 정형국, 김호봉. 고유수용성신경근축진법 패턴의 운동 분석. 대한물리치료학회지. 1998;10(1): 213-21.

이문규, 김종만, 김원호. PNF 하지패턴이 뇌졸중 환자의 상지 근활성도에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2009;21(1):1-7.

장재원. 개방역학운동과 폐쇄역학운동 시 대퇴사두근의 근활성도 변화. 고려대학교 의용과학대학원. 석사학위논문. 2003

한향완, 김상수. 닫힌 사슬 운동과 열린 사슬 운동 자세에서 편측상지에 적용된 고유수용성신경근축진법이 하지의 근 활성도에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 2009;7(3):17-27.

Alder S, Beckers D, Buck M. PNF in practice. 2nd ed. Berlin. Springer Verlag. 2000

Baratta R, Solomonow M, Zhou BH et al. Muscular coactivation. The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. Am J Sports Med. 1988;16(2):113-22.

Carr JH, Shepherd RB. Movement science: Foundation for physical therapy in rehabilitation. Rockville. Aspen Inc. 1987

Davies GJ, Heiderscheit BC, Manske R et al. The scientific and clinical rationale for the integrated approach to open and closed kinetic chain rehabilitation. Orthop Phy Ther Clin North Am. 2000;9(2):247-68.

Delorme TL, Watkins AL. Progressive resistance exercise. New York. Bill Hinbern. 1951

Dietz B. Let's sprint, let's skate. Innovationen im PNF-Konzept. Berlin. Springer. 2009

Draganich LF, Jaeger RJ, Kraji AR. Coactivation of the hamstrings and quadriceps during extension of the knee. J Bone Joint Surg Am. 1989;71(7): 1075-81.

Fox E, Matthews D. The physiological basis of physical education and athletics. 3rd ed. Philadelphia. Saunders College Publishing. 1981

Gowitzke BA, Milner M. Understanding the scientific basis of human movement. 2nd ed. Baltimore. Williams & Wikins. 1980

Hagood S, Solomonow M, Zhou BH et al. The effect of joint velocity on the contribution of the antagonist musculature to knee stiffness and laxity. Am J Sports Med. 1990;18(2):182-7.

Hellebrandt FA, Parrish AM, Hputz SJ. The influence of unilateral exercise on the contralateral limb. Arch Phys Med Rehabil. 1947;28(2):76-85.

Iwasaki T, Shiba N, Matsuse H et al. Improvement in knee extension strength through training by means of combined electrical stimulation and voluntary muscle contraction. Tohoku J Exp. Med. 2006; 209:33-40.



- Knott M, Voss DE. Proprioceptive neuromuscular facilitation. Patterns and techniques. 2nd ed. New York. Harper & Row. 1968
- 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.
- Lazarus JA, Whittall J. Motor overflow and children's tracking performance. Is there a link? *Dev Psychobiol*. 1999;35(3):178-87.
- Mayston MJ, Harrison LM, Stephens JA. A neurophysiological study of mirror movements in adults and children. *Ann Neurol*. 1999;45(5):583-94.
- Munn J, Herbert RD, Gandevia SC. Contralateral effects of unilateral resistance training. A meta-analysis. *J Appl Physiol*. 2004;96(5):1861-6.
- Nelles G, Cramer SC, Schaechter JD et al. Quantitative assessment of mirror movements after stroke. *Stroke*. 1998;29(6):1182-7.
- Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system. Foundations for physical rehabilitation. St. Louis. C.V. Mosby. 2004
- Pink MY. Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. *Phy Ther*. 1981;61(8):1158-62.
- Potempa K, Lopez M, Braun LT et al. Physiological outcomes of aerobic exercise training in hemiparetic stroke patients. *Stroke*. 1995;26(1):101-5.
- Rivera JE. Open versus closed kinetic rehabilitation of the lower extremity. A functional and biomechanical analysis. *J Sports Rehabil*. 1994;3(2):154-67.
- Scripture EW, Smith TL, Brown EM. On the education of muscular control and power. *Stud Yale Psychol Lab*. 1894;2:114-9.
- Sullivan PE, Markos PD, Minor MAD. An integrated approach to therapeutic exercise. Virginia. Reston. 1982
- Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. Proprioceptive neuromuscular facilitation. Patterns and techniques. 3rd ed. New York. Harper & Row. 1985.