

## PNF 하지굴곡패턴운동이 체간근육 활성화도에 미치는 영향

김경환\* · 기경일 · 윤혜진

보니파시오병원 재활센터

### The Effects of PNF Leg Flexion Patterns on EMG Activity of the Trunk

Kyung-Hwan Kim, PT, MSc\*; Kyong-Il Ki, PT, MSc; Hye-Jin Youn, PT, MSc

*Department of Physical Therapy, Bonifacio Hospital Rehabilitation Center*

#### ABSTRACT

**Purpose** : The purpose of this study was to analyze the effect of PNF lower extremity flexion pattern on the eletromyographic (EMG) activity in rectus abdominis, internal oblique abdominal, external oblique abdominal, erector spinae.

**Methods** : Twenty-six healthy adults volunteered to participate in this study. Subjects were required complete following two PNF lower extremity patterns; flexion-adduction-external rotation with knee flexion (D1) and flexion-abduction-internal rotation with knee flexion (D2). A paired t-test was used to determine the influence of the PNF two patterns on muscle activity for each muscle and descriptive statistics was used to determine local/global muscle ratio.

**Results** : The D1 pattern was showed significant rectus abdominis ( $p<.05$ ) and Median of internal oblique/rectus abdominis ratio was 2.23 and internal oblique/external oblique ratio was 1.53. The D2 pattern showed significant erector spinae ( $p<.05$ ) and Median of internal oblique/rectus abdominis ratio was 3.06 and internal oblique/external oblique ratio was 1.72.

**Conclusion** : The D1 pattern made rectus abdominis activation increase. The D2 pattern made erector spinae activation increase. As compared D1 and D2 pattern on trunk muscle activation, it's will be useful decision making for the trunk muscle strength and stabilization.

---

**Key Words** : PNF, Lower extremity pattern, Trunk muscle, Electromyography

## I. 서 론

최근 체간 및 요부의 안정화 운동을 통해 균형 및 자세조절을 향상시키기 위한 많은 연구들이 다양한 방법들을 통하여 실시되고 있다(Haynes, 2004). 체간의 안정성 결여는 체간과 사지 근육간의 움직임에 영향을 미치게 되어 균형, 자세조절 능력 및 보행 등의 장애를 유발할 수 있으며, 요추부의 손상으로 인한 요통을 발생시킬 수 있다(Akuthota와 Nadler, 2004; O'Sullivan, 2000). 따라서 체간의 안정화는 요통의 예방 및 기능적 움직임을 위해 매우 중요하다.

체간 안정화 운동은 복근과 척추의 다열근이 조화롭게 동시에 활성화되도록 하는 것을 말하며, 자세유지 및 조절능력을 증진시키는데 효과적이다(Hodges와 Richardson, 1996; McGill, 1999; McGill, 2001). 이 부위의 근육은 긴장성 또는 자세성 근육으로 전신운동 동안 체간의 안정 및 자세 조절에 중요한 역할을 한다(Akuthota와 Nadler, 2004; Marshall과 Murphy, 2005).

고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)은 기능적 훈련, 신장운동, 그리고 근력강화를 목적으로 물리치료에서 널리 사용되고 있으며, 고유수용기를 자극하여 신경근의 반응을 촉진하는 방법이다(Jette 등, 2005).

PNF의 촉진 원리 중 하나인 패턴은 대각선, 나선형의 대단위 근육 운동 방법으로써 근력을 효과적으로 발휘하도록 하는 것이며(Adler 등, 2008), 패턴의 반복은 운동학습, 근력, 지구력의 발달에 매우 중요하다고 하였다(Kofotolis 등, 2005). 또한 사지를 이용한 운동이 체간 근육을 간접적으로 활성화 시킬 수 있다고 하였다(Angel과 Eppler, 1967). 이러한 개념은 방산을 이용하여 강한 신체부위를 통해 약한 신체부위나 손상이 있는 신체 부위의 운동 활동을 촉진하는 것이다 (배성수 등, 2003).

PNF의 중재 방법에서 하지 패턴을 이용하여 슬관절 전치환술 환자의 통증과 균형을 개선시키거나(이주현, 2010), 슬관절 절연 환자의 균형을 개선시키는 (정현성, 2006; 정현성 등 2006) 연구들과 노인 및 편마비 환자

에서 체중지지나 균형능력을 증진시킨 연구들은 그동안 많이 진행 되어져 왔다(이형수 등, 2005; 권경호 등, 2007; 김좌준, 2007; 최인용, 2008).

이처럼 PNF의 하지 패턴을 이용한 근력강화와 간접적인 치료를 목적으로 한 연구는 다양하지만, PNF 하지 굴곡 패턴의 특성에서 두 패턴이 지나는 각각의 방향성이 체간 근육의 활동성에 어떠한 영향을 미치는지에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 정상 성인 남녀를 대상으로 PNF 하지 굴곡, 내전, 외회전 패턴과 굴곡, 외전, 내회전 패턴을 각각 적용함으로써 체간 근육의 활성화에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상자

본 연구는 2011년 7월 4일부터 7월 29일까지 4주간 대전 소재 B 요양병원에서 실시하였으며, 실험의 내용을 이해하고 참여에 동의한 20~30대의 건강한 성인 남자 13명과 여자 13명을 대상으로 실시하였다. 대상자의 선정기준은 연구 결과에 영향을 미칠 수 있는 신경계와 심폐계에 이상이 없는 자, 체간과 하지의 근골격계 관련 정형외과적 이상이 없는 자 등으로 하였으며, 총 26명의 측정값이 결과 분석에 사용되었다. 연구 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성(n=26)

변 수	평균±표준편차
연령(age)	25.42±3.48
신장(cm)	169.39±9.11
체중(kg)	63.63±11.13
신체질량지수(kg/m <sup>2</sup> )	22.10±2.76

### 2. 실험 방법

본 실험을 위해 적용된 자세는 양손을 교차시켜 가슴 위에 올려놓고, 바로 누운 자세에서 우세 측 하지에

PNF의 굴곡, 내전, 외회전 패턴(D1)과 굴곡, 외전, 내회전 패턴(D2)을 엉덩관절 90° 굴곡 상태에서 각각 적용 한 후 최대 저항을 사용하였다(그림 1). 각각의 패턴은 동일 자세에서 5초간 최대 등척성 수축 후 1분간 휴식의 방법으로 3회 반복 측정 하였으며, 패턴의 적용 순서는 무작위로 실시하였다.

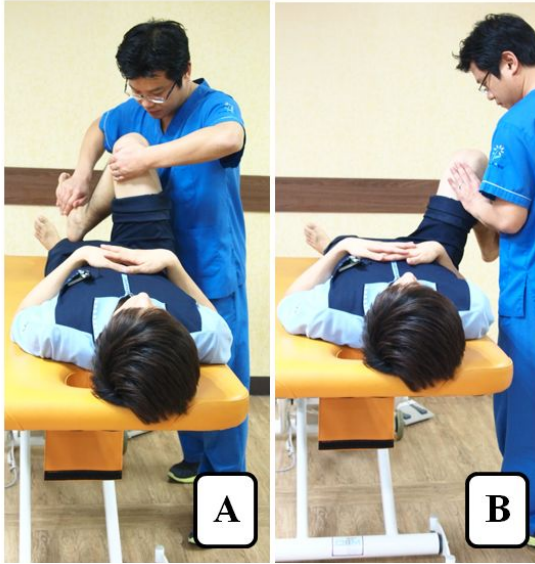


그림 1. (A) D1 패턴, (B) D2 패턴

측정된 자료들을 표준화하기 위해 실험 전 각 체간 근육들의 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction: MVIC)을 Kendal 등(2005)이 제시하는 자세에서 측정하였으며, 5초 동안 각 근육의 최대 근수축이 지속될 수 있도록 구두로 지시하였고, 3회 반복 측정하였다.

실험에서 측정된 체간 근육의 활성화도는 초기와 후기 각 1초를 제외한 중간 3초 동안의 평균값을 구한 후 최대 수의적 등척성 수축을 기준으로 백분율로 환산하여 %최대 수의적 등척성 수축(%MVIC)으로 표준화하였다.

### 3. 측정 도구 및 방법

본 연구에서 하지의 엉덩관절 굴곡 각도를 측정하기 위해 PVC재질의 각도계를 사용하였으며, 체간 근육의

활성도를 측정하기 위하여 4개의 채널이 있는 표면 근전도(QEMG-4 system, LXM 3204; Laxtha, Korea)를 사용하였다. 표면전극은 Ag-AgCl 재질의 지름 11 mm의 일회용 전극(Electrode 223; 3M, USA)을 사용하였다.

표면 전극을 부착하기 전에 피부 저항을 줄이기 위해서 전극 부착부위의 체모를 제거하고 의료용 알코올 솜으로 깨끗이 닦아낸 후 우세 측 체간 근육의 배곧은근(rectus abdominis), 배속빗근(internal oblique abdominal), 배바깥빗근(external oblique abdominal), 척주세움근(erector spinae)의 근 섬유와 같은 방향으로 부착 하였다. 배곧은근은 배꼽(umbilicus) 중심선 에서 외측으로 2cm 지점, 배속빗근은 위앞 엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine) 와 배꼽 중심선을 수평으로 연결한 중간 지점, 배바깥빗근은 배꼽 중심선에서 외측 15cm 지점에 부착하였으며, 척주세움근은 L2 극돌기(spinous process)에서 외측 2cm 지점에 부착하였으며, 이때 지면에 전극이 닿는 문제를 해결하기 위해 테이블 두 개를 사용하여 일정한 간격을 확보 하도록 한 후(그림 1), 피험자의 체형에 맞게 수정 하여 부착하였다.

접지 전극(ground)은 우세 측 손 노뼈 붓돌기(radial styloid process)에 부착 하였다(Hermens 등, 2000). 표면 전극간의 거리는 근육들 사이의 혼선을 최소화하기 위하여 2cm 간격으로 근육belly)의 중간 지점 위에 부착하였다.

표면 근전도 측정을 위한 환경 설정은 표본추출률(sampling rate) 1024Hz, 대역 통과(band-pass) 필터는 20~450Hz, 노치(notch) 필터는 60Hz로 설정하였다.

실험에서 수집된 근 활성화도 신호는 근전도 소프트웨어인 Telescan 2.89 (Laxtha, Korea)를 사용하여 제공 평균 제곱근법(root mean square; RMS)으로 기록하였다.

### 4. 분석 방법

본 연구에서 대상자들의 일반적 특성을 비교하기 위하여 기술통계량인 평균과 표준 편차를 사용하였으며, 각각의 실험에서 측정된 체간 근육의 활성화도를 비교 분

석 하기 위하여 짝 비교 t 검정(paired samples t-test)을 사용하였다. 각 패턴에서 측정된 체간 근육간의 활성화 비교는 기술통계량인 비율 분석을 사용하였다.

수집된 자료들은 윈도우용 SPSS ver. 12.0 통계프로그램을 사용하여 분석하였으며, 통계적 유의수준  $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 하지패턴에 따른 체간근육의 활성화도 비교

PNF의 하지 굴곡 패턴에 따른 체간 근육의 활성화도 변화는 다음과 같다.

배곧은근은 D1 90°에 45.20, D2 90°에 36.84로 나타나 하지패턴에 따른 통계학적인 유의한 차이가 있었다. 배속빚근은 D1 90°에 80.45, D2 90°에 80.05로 나타나 하지패턴에 따른 통계학적인 유의한 차이가 없었다. 배바깥빚근은 D1 90°에 67.36, D2 90°에 65.81로 나타나 하지패턴에 따른 통계학적인 유의한 차이가 없었다.

마지막으로, 척추세움근은 D1 90°에 22.84, D2 90°에 29.27로 나타나 하지패턴에 따른 통계학적인 유의한 차이가 있었다(표 2).

즉, D1 90°와 D2 90°의 두 패턴 모두에서 배속빚근의 활성화도가 가장 높게 나타났으며, 배바깥빚근, 배곧은근, 척추세움근의 순으로 나타났다. 그러나 굴곡, 내전, 외회전 패턴에서는 배곧은근에서 통계적 유의성이 있었으며( $p < .05$ ), 굴곡, 외전, 내회전 패턴에서는 척추세움근에서 통계적 유의성이 있었다( $p < .05$ ).

표 2. 하지 패턴에 따른 체간 근육의 활성화도 비교

근육	패 턴		t	p
	D1 90°	D2 90°		
배곧은근	45.20±22.45	36.84±20.49	2.691	0.013*
배속빚근	80.45±28.22	80.05±30.13	0.088	0.930
배바깥빚근	67.36±36.32	65.81±42.33	0.378	0.708
척추세움근	22.84±10.36	29.27±9.39	-3.555	0.002*

\* $p < .05$

#### 2. 하지패턴에 따른 체간근육간의 활성화도 비율

각 패턴 에서 체간 근육의 활성화도 비율은 다음과 같다.

굴곡, 내전, 외회전 패턴(D1)에서는 배곧은근보다 배속빚근 에서 2.23배 높게 나타났으며, 배바깥빚근 보다 배속빚근에서 1.53배 높게 측정 되었다.

그리고, 굴곡, 외전, 내회전 패턴(D2)에서는 배곧은근보다 배속빚근에서 3.06배 높게 나타났으며, 배바깥빚근보다 배속빚근에서 1.72배 높게 측정되었다.

표 3. 각 패턴에 따른 체간 근육간의 활성화도 비율

단위: 비율(범위)

패 턴	배속빚근/배곧은근	배속빚근/배바깥빚근
D1 90°	2.23(1.37-2.27)*	1.53(0.77-2.22)
D2 90°	3.06(1.71-3.74)	1.72(0.86-2.52)

\* $p < .05$

### IV. 고 찰

체간을 활성화하기 위한 PNF의 패턴 중에서 하지와 연관된 굴곡 방향의 움직임 패턴은 양하지 굴곡 패턴(bilateral leg flexion pattern), 내려치기와 양하지 굴곡 패턴의 혼합(Combining chopping and bilateral leg flexion pattern) 그리고 들어올리기와 양하지 굴곡 패턴의 혼합(Combining lifting and bilateral leg flexion pattern) 등이 있다(Adler 등, 2008).

이때 하지 패턴에 작용하는 근육들은 엉덩관절 주변의 근육과 넓다리의 근육이 직접적으로 작용을 한다. 그러나 이러한 하지 패턴은 체간과 골반의 움직임과 밀접한 관계를 가지고 있다. 하지 엉덩 관절의 굴곡, 내

전, 외회전 패턴은 골반의 전방거상(anterior elevation)과 함께 일어나고, 동시에 궁둥뼈결절(ischial tuberosity)은 안쪽(in)과 위쪽(up) 그리고 앞쪽 (front)으로 운동호(arc of motion)를 만들며, 굴곡, 외전, 내회전 패턴은 골반의 후방거상(posterior elevation)과 함께 일어나고, 동시에 궁둥뼈결절(ischial tuberosity)은 밖(out)으로 위(up)로 그리고 뒤(back)로 운동호를 만든다(구봉오 등 2009). 따라서 이러한 골반의 움직임 때문이와 관련된 근육의 작용은 골반의 전방거상에서 배속빋근과 배바깥빋근이 주로 작용하며, 골반의 후방거상에서는 동측의 허리네모근(quadratus lumborum), 넓은등근(latissimus dorsi), 허리엉덩갈비근 iliocostais lumborum), 등가장긴근(longissmus thoracis) 등의 척주세움근 등이 작용을 한다(Adler 등, 2008).

이처럼 하지 패턴 자체의 움직임은 골반의 움직임에 영향을 주게 되어 체간 근육의 활성화에 간접적인 영향을 주게 된다. 이러한 움직임과 근육들의 작용으로 인해 하지 굴곡패턴 모두에서 배속빋근이 가장 높은 활성도를 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 하지만 이러한 현상은 하지의 움직임 동안 체간의 안정화를 위해 기여된 현상이라 사료된다.

또한 체간 근육 활성화 비율을 보면 엉덩관절의 굴곡, 내전, 외회전 패턴(D1)에서는 배곧은근보다 배속빋근에서 2.23배 높게 나타났으며, 배바깥빋근보다 배속빋근에서 1.53배 높게 측정되었는데, 이는 하지 굴곡 패턴과 골반의 전방거상 움직임에 체간 근육의 기여도가 잘 반영된 결과라 사료된다. 그러나 배곧은근에서의 유의성 있는 결과는 대 근육(global muscle)의 활동성이 상대적으로 국소 근육(local muscle)의 활동성보다 측정이 더 용이 하였기 때문이 아닌 가 사료된다.

굴곡, 외전, 내회전 패턴(D2)에서는 배곧은근보다 배속빋근에서 3.06배 높게 나타났으며, 배바깥빋근보다 배속빋근에서 1.72배 높게 측정되었지만, 척주세움근에서 통계적 유의성 있는 결과는 척주세움근이 패턴의 특성상 하지 굴곡과 골반의 후방 거상 움직임에 주된 근육으로써 작용된 결과라 사료된다. 하지만 척주 부위에서는 단일 근육만 측정된 제한점이 있으므로 좀 더 많은 척주 주변 근육의 활성화 기여에 관한 비율 분석이

필요하다.

## V. 결 론

본 연구는 PNF 하지 굴곡 방향의 두 패턴에서 엉덩관절 90°굴곡 자세에서 저항의 적용이 체간 근육에 미치는 영향을 각각 알아보고자 하였다.

그 결과 두 패턴 모두 배속빋근에서 가장 높은 근활성도를 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 그리고 엉덩관절의 굴곡, 내전, 외회전 패턴(D1)은 배곧은근에서 통계적 유의성이 있었으며 ( $p < .05$ ), 배안쪽빋근/배곧은근과 배안쪽빋근 /배바깥빋근의 근활성도 비율은 배곧은근 보다 배안쪽빋근이 2배 이상 높게 측정되었고, 배바깥빋근보다 배안쪽빋근이 1.5배 이상 높게 측정되었다. 또한 엉덩관절의 굴곡, 외전, 내회전 패턴(D2)은 척주세움근에서 통계적 유의성이 있었으며 ( $p < .05$ ), 배안쪽빋근/배곧은근과 배안쪽빋근 /배바깥빋근의 근활성도 비율은 배곧은근 보다 배안쪽빋근이 3배 이상 높게 측정되었고, 배바깥빋근보다 배안쪽빋근이 1.7배 이상 높게 측정되었다.

이처럼 PNF 하지 굴곡 패턴의 각 방향성에 따른 골반과 하지의 움직임이 체간에 미치는 영향을 좀 더 명확하게 규명함으로써 많은 치료사들이 체간 근육의 활성화를 위한 중재활동의 목표설정에도움이 될 것이라 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 구봉오, 권미지, 김경태 등. 고유수용성신경근촉진법. 대학서림. 2009.
- 권경호, 정연우, 배성수. 고유수용성신경근촉진법의 하지패턴이 편마비환자의 균형능력에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근촉진법학회지. 5(2):21-35, 2007.
- 김좌준, 김광일, 김도환 등. 고유수용성신경근촉진법 하지 패턴에 기초한 탄력밴드 훈련이 만성 편마비환자의 보행에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근촉진법학회지. 5(2):47-54, 2007.
- 배성수, 이현옥, 구봉오 등. 고유수용성신경근촉진법의

- 변화와 발전. 대한고유수용성신경근축진법학회지, 1(1):27-32, 2003.
- 이주현. PNF 하지패턴 운동이 슬관절 전치환술 환자의 통증과 균형에 미치는 영향. 대구대학교 대학원 석사학위논문. 2010.
- 이형수, 안윤희, 강현진 등. PNF 하지 패턴에 기초한 탄력밴드 훈련이 노인의 균형에 미치는 영향. 대한 물리치료학회지. 17(1):69-79, 2005.
- 정현성. 고유수용성신경근축진법의 하지 패턴이 퇴행성 슬관절염 환자의 균형능력에 미치는 영향. 대구대학교 대학원 석사학위논문. 2006.
- 정현성 전호영 배성수. PNF 하지 패턴 중 동적반전 (dynamic reverse) 기법이 퇴행성 슬관절염 환자의 균형능력에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 4(1):27-36, 2006.
- 최인용, 고유수용성신경근축진법 하지패턴을 이용한 탄력밴드 운동이 성인편마비 환자의 체중지지와 균형에 미치는 영향. 치의과학대학교 보건복지대학원 석사학위논문. 2008.
- Adler S, Beckers D, Buck M. PNF in Practice: An Illustrated Guide. 3rd ed. Springer. 2008.
- Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil, 85(3 Suppl 1):S86-92, 2004.
- Angel RW, Eppler WG Jr. Synergy of contralateral muscles in normal subjects and patients with neurologic disease. Arch Phys Med Rehabil, 48(5):233-239, 1967.
- Haynes W. Core stability and the unstable platform device. J Bodywork Movement Ther. 82:88-103, 2004.
- Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst -Klug C et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. J Electromyogr Kinesiol. 10(5):361-374, 2000.
- Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. Spine(Phila Pa. 1976). 21(22):2640-2650, 1996.
- Jette DU, Latham NK, Smout RJ et al. Physical therapy interventions for patients with stroke in inpatient rehabilitation facilities. Phys Ther. 85(3):238-248, 2005.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. Muscles: testing and function with posture and pain. 5th ed. Baltimore. Williams & Wilkins. 2005.
- Kofotolis N, Vrabas IS, Vamvakoudis E et al. Proprioceptive neuromuscular facilitation training induced alterations in muscle fibre type and cross sectional area. Br J Sports Med. 39(3): e11, 2005.
- Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a swiss ball. Arch Phys Med Rehabil. 86(2):242-249, 2005.
- McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: Clinical targets for testing and training from a normal database. Arch Phys Med Rehabil. 80(8):941- 944, 1999.
- McGill SM. Low back stability: From formal description to issues for performance and rehabilitation. Exerc Sport Sci Rev. 29(1):26-31, 2001.
- O'Sullivan PB. Lumbar segmental 'instability': Clinical presentation and specific stabilizing exercise management. Man Ther. 5(1):2-12, 2000.