

대한고유수용성신경근촉진법학회 : 제10권 제4호, 2012년 12월  
J. of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association  
Vol.10, No.4, December 2012. pp.49~55

## 교각운동과 들어올리기 패턴결합 교각운동이 하지 근 활성도에 미치는 영향

윤혜진 · 김경환\* · 박성훈 · 이민영

보니파시오요양병원 재활센터

## The Effect of Lower Extremity Muscle Activity on Bridging Exercise and Combined Lifting pattern Bridging Exercise

Hye-Jin Youn, PT, MSc; Kyung-Hwan Kim, PT, MSc\*;  
Sung-Hun Park, PT; Min-Young Yi, PT

*Department of Physical Therapy, Bonifacio Hospital Rehabilitation Center*

### ABSTRACT

**Purpose** : The purpose of this study was to assess the effects of bridging exercise and combined lifting pattern bridging exercise on the lower extremity muscle activity.

**Methods** : Twenty-five healthy adults volunteered to participate in this study. Subjects were required to complete following bridging exercises. Muscle activity was measured by QEMG-4 system(LXM 3204, Laxtha Korea). A paired t test was used to determine the influence of muscle activity for each exercise and descriptive statistics was used to characteristics of the subjects.

**Results** : The biceps femoris, tibialis anterior, gastrocnemius of combined lifting pattern bridging exercise showed significance excepted vastus medialis( $p < .05$ ). In the case of men, biceps femoris showed significance in the combined lifting pattern bridging exercise( $p < .05$ ). In the case of women, biceps femoris and tibialis anterior showed significance in the combined lifting pattern bridging exercise( $p < .05$ ).

**Conclusion** : The combined lifting pattern bridging exercise was more increased than bridging in lower extremity muscle activation. This result will be used for knee joint stabilizing exercises and biceps femoris strength training.

**Key Words** : Bridging exercise, Lifting, Lower extremity muscle activity, Electromyography

## I. 서론

교각운동은 국소근육의 분절 안정화와 대근육의 전체적인 힘(torque) 생성 사이의 적절한 비율에서 근육 협응 패턴의 재훈련에 중점 되어있다(Stevens 등, 2007). 그리고 요부와 체간의 안정화(lumbar stabilization)를 증진시키기는 방법으로 많이 사용되고 있다(Kisner와 Colby, 2002). 또한 교각운동은 발에 체중 부하와 함께 무릎 서기 자세를 수행하는 중요한 동작이면서 앉은 자세에서 서기(sit to stand) 동작의 자세 조절 능력을 증진시키며, 보행에서의 입각기 준비를 위한 하부 척추와 엉덩관절 펌근을 강화시킨다(Sullivan과 Schumitz, 2001).

김은옥 등(2008)은 생체피드백 장치를 통하여 복부 드로잉-인 기법을 사용한 그룹과 사용하지 않은 그룹의 교각운동에서 하지 근 활성화도는 넙다리곧은근, 뒤넙다리근에서 통계적으로 유의한 결과를 얻었다. 김경환 등(2011)은 체간이 안정된 상태에서 무릎관절 각도 변화에 따른 교각운동이 하지 근 활성화도에 미치는 변화를 연구하였다.

이와 같은 연구의 기반은 골반이 안정된 상태에서 체간에 전달되는 힘들은 엉덩관절과 하지에 효율적으로 전달된다고 한다(Neumann, 2002).

기존의 연구들에서 사지를 이용한 운동이 체간 근육을 간접적으로 활성화 시킬 수 있다고 하였으며(Angel과 Eppler, 1967), 이러한 개념에서 고유수용성신경근축진법(PNF)의 축진 원리 중 하나인 방산(irradiation) 효과는 강한 신체부위를 통해 약한 신체부위나 손상이 있는 부위의 운동 활동을 촉진하는 것이라 하였다(배성수 등, 2003).

PNF는 체간의 강화와 안정성 그리고 하지의 근 활성화도 변화를 위해 체간의 들어올리기(lifting) 패턴을 주로 사용한다(Adler 등, 2008). 체간의 들어올리기(lifting) 패턴은 양측 상지의 비대칭성 패턴의 결합으로 체간과 반대편 하지의 펌근에 간접적으로 영향을 미치게 되어 임상에서 치료적으로 많이 사용되어진다.

이에 본 연구는 일반적으로 시행되고 있는 교각운동

과 PNF의 들어올리기(lifting) 패턴의 특성을 결합한 교각운동이 하지에 미치는 영향을 비교해 보고, 효율적인 하지 근력강화의 방법을 제안해 보고자한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상자

본 연구는 실험의 내용을 이해하고 참여에 동의하며, 연구에서 실시하는 운동을 수행할 수 있는 20~30대 건강한 성인 남, 여 각각 15명을 대상으로 실시하였다. 대상자 선정기준에서 신경계와 심폐계에 이상이 있는 자, 체간과 하지의 근골격계 관련 정형외과적 이상이 있는 자 등은 제외하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of the subjects

Items	(N = 30)
Sex	15(M) / 15(F)
Age	27.30±3.47 <sup>a</sup>
Height	168.17±8.68
Weight	62.37±11.15
BMI <sup>b</sup>	21.92±2.56

Mean±Standard deviation<sup>a</sup>

BMI<sup>b</sup>: Body Mass Index

### 2. 연구도구 및 측정방법

하지 근육의 활성도를 측정하기 위하여 QEMG-4(LXM 3204, Laxtha, 한국) 근전도 system을 사용하였고, 수집된 자료를 분석하기 위해 근전도 소프트웨어 Telescan 2.89(Laxtha, 한국)를 사용하였다. 근전도 전극(electrode)의 피부 저항을 줄이기 위해 부착부위의 털을 제거하고 알코올로 피부를 소독하였다.

전극은 Ag-AgCl 재질의 일회용 전극인 Electrode2237(3M, 미국) 표면 전극을 사용하였으며, 전극과의 거리는 3cm 내에 위치하도록 하였으며, 접지(ground) 전극은 우세 측면 하지의 외측복사뼈(lateral malleolus) 부위에 부착하였다.

전극의 부착부위는 SENIAM project (Surface Electromyography for the Non -Invasive Assessment of Muscles, 2005)의 제시 방법을 이용하여 환자의 신체적 특성에 맞게 조절하여 부착하였으며, 실험 대상자의 우세 측면 하지의 4개 근육에 부착하였다(Table 2).

표면 근전도 측정 시 표본 추출률(sampling rate)은 1024Hz였으며, 근전도 신호는 1785배로 증폭되었고, 대역통과(band-pass) 필터는 20~450Hz, 노치(notch) 필터는 60Hz로 처리하였다. 수집된 근 활성화도 신호는 완파정류(full wave rectification)후 제곱평균제곱근법(root mean square; RMS)으로 기록하였다.

측정된 각 근육의 활동전위를 표준화 하기위해 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)을 측정하였으며, 측정 자세는 Kendal 등(2005)이 제시하는 방법을 기준으로 실시하였다. 각 근육의 최대 수의적 등척성 수축 값은 3회 실시 후 초기와 후기 각 1초를 제외한 중간 3초 동안의 평균 신호량을 %최대 수의적 등척성 수축(%MVIC)으로 사용하였다.

### 3. 실험방법

본 연구는 교각 운동과 들어올리기 패턴결합 교각 운동의 두 가지 조건에서 하지 근육의 활성도를 비교 분석하였으며, 실험 자세는 Fig 1과 같다.



Fig. 1. A : Bridging, B : Bridging+Lifting

교각 운동 자세는 두 다리는 어깨 넓이만큼 벌리고, 체간과 하지가 일직선이 되는 고관절 굴곡 0° 높이까지 거상을 지시하였다. 이 때, 무릎관절의 각도는 90°로 설정하였으며, 교각 운동만 실시한 경우 양손은 교차시켜 가슴 위에 올리도록 지시하였다.

교각 운동 시 과도한 요추부 전만의 증가를 방지하기 위하여 골반 후방경사운동을 통한 요추부 중립자세를 유지한 후 실시하였다.

들어올리기 패턴 결합 교각 운동은 동일한 조건에서 실시하였으며, 들어올리기 패턴의 끝 범위에서 최대의 저항을 적용하였다. 각각의 운동은 3회 반복 측정하였으며, 운동 시 피로를 방지하기 위하여 각 5초간의 운동 후 1분간 휴식을 취하였다.

실험 순서는 난수표를 이용하여 무작위로 실시하였으며, 각각의 운동은 5초간 실시 후 초기와 후기 각 1초를 제외한 중간 3초간의 근 활성화도 자료를 분석에 사용하였다.

### 4. 통계처리

본 연구에서 수집된 자료는 윈도우용 SPSS ver-

Table 2. Electromyography Position

Muscle	Position
vastus medialis	at 80% on the line between the anterior spina iliaca superior and the joint space in front of the anterior border of the medial ligament.
biceps femoris	at 50% on the line between the ischial tuberosity and the lateral epicondyle of the tibia
Tibialis anterior	at 1/3 on the line between the tip of the fibula and the tip of the medial malleolus.
Gastrocnemius (Medialis)	on the most prominent bulge of the muscle.

sion 18.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다.

대상자의 일반적 특성은 기술통계량(descriptive statistics)을 이용하였으며, 두 가지 운동 형태에 따른 하지 근육의 활성화 차이를 알아보기 위하여 짝 비교 t 검정(Paired t test)을 이용하였다. 통계적 유의수준  $\alpha=.05$ 로 하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 운동 형태에 따른 하지 근육의 활성화(%MVIC) 비교

운동 형태에 따른 하지 근육들의 활성화는 Table 3에서 제시하였다.

교각 운동과 들어올리기 패턴 결합 교각 운동에서 들어올리기 패턴 결합 교각 운동은 일반적인 교각운동보다 모든 근육에서 높은 활성도를 보였다. 넙다리두갈래근, 앞정강근, 장딴지근(안쪽갈래)은 들어올리기 패턴 결합 교각 운동에서 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). 하지만, 안쪽 넓은근은 다른 근육들보다 가장 높은 근 활성도를 보였으나, 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

#### 2. 운동 형태에 따른 남, 여 하지 근육의 활성화(%MVIC) 비교

운동 형태 및 성별에 따른 하지 근 활성도의 비교는 남자는 Fig 2, 여자는 Fig 3에서 제시하였다.

남자 대상자의 경우 넙다리두갈래근은 교각 운동보다 들어올리기 패턴 결합 교각 운동에서 높은 근 활

성도를 보였으며, 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). 하지만, 안쪽넓은근과 앞정강근 그리고 장딴지근은 교각 운동보다 들어올리기 패턴 결합 교각 운동에서 높은 근 활성도를 보였으나, 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

여자 대상자의 경우 넙다리두갈래근과 앞정강근에서 교각 운동보다 들어올리기 패턴 결합 교각 운동에서 높은 근 활성도를 보였으며, 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). 그러나, 안쪽넓은근과 장딴지근은 교각 운동보다 들어올리기 패턴 결합 교각 운동에서 높은 근 활성도를 보였으나, 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

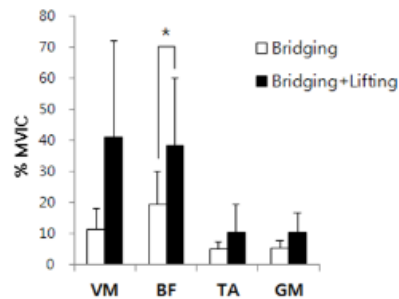


Fig. 2. Lower extremity muscles activity of the man

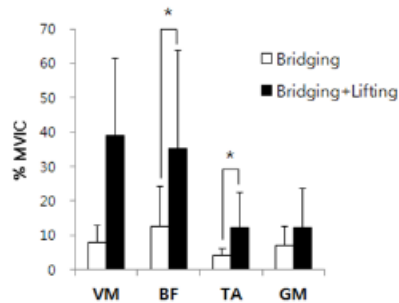


Fig. 3. Lower extremity muscles activity of the women

Table 3. Relative activity of the lower extremity muscles during exercises (%MVIC)

Exercise	vastus medialis (VM)	biceps femoris (BF)	Tibialis anterior (TA)	Gastrocnemius (GM)
Bridging	9.59±6.06a	16.02±11.50	4.63±2.07	6.20±4.19
Lifting + Bridging	40.03±26.56	36.79±24.97	11.36±9.38	11.29±9.12
t	-6.571	-5.922*	-4.259*	-3.285*

Mean ± Standard deviation<sup>a</sup>  
\*  $p<.05$

#### IV. 고찰

일반적으로 교각운동은 큰볼기근(gluteus maximus)과 오금 근육(hamstring)의 근력을 증진시키는 방법으로 사용되어지고 있다(Kisner와 Colby, 2002). 또한 체간의 안정성과 하지 근육의 활성화도 변화를 연구한 사례가 많다(Arokoski 등, 2004; Marshall과 Murphy, 2005; Stevens 등, 2006). 이처럼 교각운동의 특성을 이용한 많은 운동들은 체간의 안정성을 강조하였으며, 이러한 안정성을 통해 하지 근육과의 연관성을 목적으로 하는 연구들을 많이 볼 수 있다.

PNF의 기본원리에서 저항을 통한 방산(irradiation)효과는 신체의 한 부분의 근육활동이 연결된 근육을 따라 다른 신체부위의 근육활동을 야기하는 것이라 하였다(Adler 등, 2008).

김경환(2005)은 편측 상지에 상지 패턴과 체간의 들어올리기 패턴을 적용하여 반대편 하지의 근 활성화도 변화의 연구를 통해 하지의 펴근들의 방산효과를 설명하였다.

한향완(2009)은 닫힌 사슬과 열린 사슬 자세에서 편측 상지에 굽힘, 벌림, 가쪽돌림 패턴을 사용하여 운동의 끝 범위에서 적용된 저항이 반대편 하지의 근 활성화도 변화를 방산의 효과로 설명하였다.

또한, 정우식 등(2012)은 PNF 결합패턴을 이용하여 뇌졸중 환자의 하지 근 활성화도 증가와 보행능력 향상에 관한 연구를 통하여 결합 패턴의 효과를 설명하였다.

이와 같이 상지의 패턴 또는 패턴의 결합 등이 하지와의 연관성을 설명할 수 있을 것이다. 그리고 이러한 연구 결과에는 체간의 안정성이나 강화를 강조하고 있다.

본 논문에서 적용된 들어올리기 패턴 결합 교각 운동에서 하지 근 활성화도의 증가는 교각 운동 시 체간의 안정화 운동을 선행적으로 시행하였고, 들어올리기 패턴의 특성은 체간의 신전근들을 더욱 강화시키는 결과를 유도할 수 있으므로 하지에서의 넙다리두갈래근, 앞정강근, 장딴지근(안쪽갈래)의 활성화도에 유의한 결과를 주었을 것이라 사료된다. 또한 박태준(2010)의 연구에서는 운동형상학적 닫힌 사슬에서 적용된 고유수용

성신경근축진법의 패턴이 하지 근 활성화도의 유의한 증가를 설명하였고, 앉은 자세에서 적용된 상지의 상지 굽힘, 벌림, 가쪽 돌림은 넙다리두갈래근의 활성화도에서 유의한 결과를 확인하였다. 하지만 본 연구에서 펴근의 안쪽 넓은근은 다른 근육들보다 가장 높은 근 활성화도를 보였으나, 유의한 차이를 보이지 않았으며, 남녀 모두에서 넙다리두갈래근은 유의미한 결과를 보였다.

이러한 결과는 교각 운동의 자세적 특성에서 Shumway-cook과 Woollacott(2001)은 누운 자세에서 교각운동 시 엉덩관절을 들어 올렸을 때 기저면 감소로 인한 불안정성을 극복하기 위하여 머리와 양팔과 양 발을 지면에 고정시킨 상태에서 넙다리두갈래근, 반막모양근, 반힘줄모양근의 활성화도가 유의하게 증가한다는 결과와 유사하다. 또한 이러한 자세에서 무릎관절의 굽힘은 상지에 적용된 저항이 하지 펴근들의 방산효과의 방향성 변화에서 기인된 결과라 추측된다.

Hortobagyi 등(2005)은 무릎관절에서 넙다리네갈래근과 넙다리뒤근육의 조절을 증진시키고, 이들 간의 균형을 증진시키는데 목적을 두어야 한다고 주장하였으며, 넙다리네갈래근과 넙다리뒤근육의 근력비는 3:2로서 길항근인 넙다리뒤근육은 관절의 안정성을 유지하고 정강뼈의 전방전위를 제한하는 중요한 역할을 한다고 한다(Child 등, 2004).

또한 넙다리뒤근육의 단축은 자세의 변화, 요통, 무릎관절가동범위 제한 등의 문제가 나타나며, 이를 해결하기 위하여 임상에서 스트레칭 운동이 널리 사용되고 있다(김중희와 김태호, 2010).

따라서 본 논문에서 적용된 들어올리기 패턴 결합 교각 운동은 일반적 교각 운동에서의 효과보다 하지 넙다리네갈래근과 넙다리뒤근육의 활성화도를 증가시키는 요인으로 작용될 수 있을 것이라 사료된다.

#### V. 결론

본 연구는 교각 운동과 PNF의 들어올리기 패턴결합 교각 운동이 하지 근육의 활성화도에 미치는 영향을 비교 분석하고, 패턴의 결합 운동을 통해 효율적인 하지 근

육의 운동 방법을 알아보고자 하였다.

들어올리기 패턴 결합 교각 운동은 일반적인 교각운동 보다 모든 근육에서 높은 활성도를 보였으며, 넙다리두갈래근, 앞정강근, 장딴지근(안쪽갈래)에서 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 하지만, 안쪽 넓은근은 다른 근육들보다 가장 높은 근 활성도를 보였으나, 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ).

남자 대상자는 넙다리두갈래근에서, 여자 대상자는 넙다리두갈래근과 앞정강근에서 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

이상의 결과는 들어올리기 패턴 결합 교각 운동은 저항을 통해 일반적인 교각운동 보다 높은 하지 근육의 활성도를 유도 할 수 있으나, 교각 자세의 특성에서 넙다리두갈래근의 활성도를 의미 있게 변화시킬 수 있으므로 넙다리두갈래근의 활성도 증가를 이용한 하지 근력강화운동으로 사용될 수 있을 것이라 사료된다.

## 참 고 문 헌

김경환. 편측 상지에 적용된 고유수용성 신경근 축진법이 반대측 하지의 근 활성도에 미치는 영향. 을지의과대학교 보건대학원. 석사학위논문. 2005.

김은옥. 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법이 요부 전만과 체간 및 하지의 근 활성도에 미치는 영향. 한서대학교 대학원. 석사학위 논문. 2008.

김중휘, 김태호. 넙다리뒤근육에 대한 스트레칭이 근육의 뻗뻗함에 미치는 즉각적 효과. 대한물리치료학회지. 22(1):1-7, 2010.

박태준. 운동형상학적 사슬에 따른 고유수용성신경근 축진법 상지패턴이 하지 근활성도에 미치는 영향. 서남대학교 대학원. 석사학위논문. 2010.

배성수, 이현옥, 구봉오 등. 고유수용성신경근축진법의 변화와 발전. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 1(1):27-32, 2003.

정우식, 박승규, 박종항 등. PNF 결합패턴이 뇌졸중 환자의 하지 근 활성도 및 보행능력에 미치는 영향. 한국콘텐츠학회논문지. 12(1):318-328, 2012.

한향완. 닫힌 사슬 운동과 열린 사슬 운동 자세에서 편측상지에 적용된 고유수용성신경근축진법이 하지의 근 활성도에 미치는 영향. 고려대학교 의용과학대학원. 석사학위논문. 2009.

Adler S, Beckers D, Buck M. PNF in Practice: An Illustrated Guide. 3rd ed. Springer. 2008.

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.

Arokoski JP, Valta T, Kankaanp M et al. Activation of lumbar paraspinal and abdominal muscles during therapeutic exercises in chronic low back pain patients. Arch Phys Med Rehabil. 85(5):823-832, 2004.

Child JD, Sparto PJ, Fitzgerald GK et al. Alterations in lower extremity movement and muscle activation pattern in individuals with knee osteoarthritis. Clin Biomech. 19(1):44-49, 2004.

Hortobagyi T, Westerkamp L, Beam S et al. Altered hamstring-quadriceps muscle balance in patients with knee osteoarthritis. Clin Biomech. 20 (1):97-104, 2005.

Kendal FP, McCreary EK, Provance PG. Muscles: testing and function with posture and pain. 5th ed. Baltimore. Williams & Wilkins. 2005.

Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise foundations and techniques. 4th ed. Philadelphia (PA)F.A. Davis Company. 2002.

Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a swiss ball. Arch Phys Med Rehabil. 86(2):242-249, 2005.

Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for physical rehabilitation. Elisabeth E. Rowan. 2002.

- O'Sullivan SB, Schmitz TJ. Physical Rehabilitation: Assessment and treatment. 4th ed. Philadelphia F.A. Davis Company. 2001.
- SENIAM project; Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles. 2005.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Theory and practical approach. 2nd ed. Philadelphia. Lippincott Williams and Wilkins. 2001.
- Stevens VK, Bouche KG, Mahiru NN et al. Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. BMC Musculoskelet Disord. 7(1):75, 2006.
- Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG et al. The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. Man Ther. 12(3):271-279, 2007.