

슬관절 각도에 따른 교각운동이 하지 근 활성화도에 미치는 영향

김경환 · 기경일 · 윤혜진

보니파시오요양병원 재활센터

The Effect of Lower Extremity Muscle Activity on Bridging Exercise According to the Knee Joint Angle

Kyung-hwan Kim, P.T., MSc., Kyong-il Ki, P.T., BHSc., Hye-jin Youn, P.T.

Department of Physical Therapy, Bonifacio Hospital Rehabilitation Center

ABSTRACT

Purpose : The purpose of this study was to assess the effects of the lower extremity muscle activity on bridging exercise according to the knee joint angle.

Methods : Twenty-five healthy adults volunteered to participate in this study. Subjects were required to complete following four bridging exercises; knee joint flexion 120°, 90°, 60°, 45°. Surface electromyography from selected lower extremity muscles was normalized to maximum voluntary isometric contraction. Muscle activity was measured by QEMG-4 system (LXM 3204, Laxtha Korea). A repeated measures of one-way ANOVA was used to determine the influence of bridging exercise on muscle activity for each muscle and descriptive statistics was used to determine muscle ratio.

Results : The biceps femoris of all bridging exercises showed significantly($p<.05$). The vastus medialis and lateralis of all bridging exercises showed significant excepted 120°($p<.05$). The rectus femoris of all bridging exercises showed no significant. Median of vastus medialis/rectus femoris ratio of 120° was 2.03, 90° was 2.16, 60° was 2.67, 45° was 4.10. Median of vastus lateralis/rectus femoris ratio of 120° was 1.70, 90° was 1.70, 60° was 2.08, 45° was 2.58. Median of vastus medialis/vastus lateralis ratio of 120° was 1.26, 90° was 1.50, 60° was 1.52, 45° was 1.47.

Conclusion : Angular motion decreasing with knee joint flexion made increase biceps femoris and vastus medialis activation. This result will be use knee joint stabilizing exercises during bridging or unstable surface training and biceps femoris strength training.

Key Words : Bridging exercise, Knee joint angle, Lower extremity muscle activity, Electromyography

교신저자 : 김경환, E-mail: ejtkh@hanmail.net

논문접수일 : 2011년 3월 06일 / 수정접수일 : 2011년 3월 10일 / 게재승인일 : 2011년 3월 20일

I. 서 론

근골격계 질환이나 중추신경계 손상으로 인해 하지에 통증, 운동범위 감소, 조직 상태 변화, 근 약화, 관절 구축이 발생된다면 정상적인 하지 기능이 제한을 받게 된다. 이러한 하지의 기능장애를 해결하기 위해 근골격계 질환을 지닌 사람들에게는 안정화 운동이나 근육 강화 훈련 방법 등이 사용되고 있으며(Boling 등, 2006; Ng 등, 2008; Syme 등, 2009), 이전의 연구들에서 교각운동(bridging exercise)은 일반적으로 안정된 지지면과 불안정한 지지면 즉 볼(ball)이나 여러 가지 도구를 적용한 환경과 자세에서 실시한 연구들이 많이 진행되어져 왔다(김명진, 2008; 이심철, 2009; 조혜영, 2006). 이러한 방법들에서 교각운동은 요부와 체간의 안정화(lumbar stabilization)를 증진시키기 위하여, 그리고 큰볼기근(gluteus maximus)과 오금 근육(hamstring)의 근력을 증진시키는 방법으로 많이 사용되고 있다(Kisner와 Colby, 2002).

교각운동은 발에 체중 부하하며 무릎 서기 자세를 수행하는 중요한 동작이면서 앉은 자세에서 서기(sit to stand)동작의 자세 조절 능력을 증진시키며, 보행에서의 입각기 준비를 위한 하부 척추와 고관절 신전근을 강화시킨다(O'Sullivan과 Schumitz, 2001). 또한 교각 자세(Bridging position)는 침대에서 가동성, 환자용 변기의 사용, 압력의 제거, 하지의 옷 입기, 보행과 관련된 골반 움직임 등의 기능적인 움직임과 중요한 연관성을 지닌다(O'Sullivan과 Schumitz, 2001).

또한 골반이 안정된 상태라면 체간에 미치는 힘들은 고관절과 하지에 효율적으로 전달된다고 한다(Neumann, 2002).

김은옥 등(2008)은 건강한 성인 남녀 30명을 대상으로 교각운동 자세에서 생체피드백 장치를 통하여 복부 드로잉-인 기법을 사용한 그룹과 사용하지 않은 그룹

의 체간 및 하지 근 활성화도에 관한 연구에서 하지의 근활성도가 대퇴직근, 슬딕근에서 통계적으로 유의한 결과를 얻었다.

Oh 등(2007)은 건강한 성인 남녀 20명을 대상으로 한 연구에서 복부 드로잉-인 방법을 유지하며 고관절 신전 운동을 한 결과 대둔근, 슬딕근에서 근활성도가 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 이처럼 교각운동은 다양한 환경과 과제에서 실시한 연구들은 많지만 실제 교각운동 그 자체에서의 슬관절 위치 즉 굴곡 각도는 일정한 기준 없이 다양하게 실시되어진 실정이다. 또한 김명진(2009)은 체간 안정화 운동 동안에 체간 근육들의 활성화 수준(muscle activity level)을 아는 것뿐만 아니라 대근육과 소근육의 활동 비율을 아는 것은 운동 프로그램을 만들고 처방할 때 중요한 항목이라 하였다. 이러한 근육의 활동 비율의 중요성은 하지에서도 마찬가지라 사료된다.

이에 본 연구는 일반적으로 시행되고 있는 교각운동에서 슬관절의 다양한 굴곡 각도에 따른 하지 근육의 활성화도와 대퇴 근육간의 활성화 비율을 알아보고, 효율적인 교각운동 자세와 근력강화의 방법을 제안해 보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구는 실험의 내용을 이해하고 동의하며, 이에 요구되는 운동을 수행할 수 있는 근력이에 절가동범위와 일정한 균형능력을 갖춘 20~30대 건강한 성인 남자 25명을 대상으로 실시하였다. 신경계와 심폐계에 이상이 있는 자, 체간과 하지의 근골격계에 요 정형외과적 이상이 있는 자 등은 제외하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of the subjects (N=25)

Sex	Age(yr)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI ^a
Men	25.44±4.97 ^b	174.37±4.31	67.97±9.35	22.37±3.10

BMI^a; Body Mass Index
Mean±Standard deviation^b

Table 2. Electromyography Position

Muscle	Position
rectus femoris	at 50% on the line from the anterior spina iliaca superior to the superior part of the patella
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.
vastus lateralis	at 2/3 on the line from the anterior spina iliaca superior to the lateral side of the patella.
biceps femoris	at 50% on the line between the ischial tuberosity and the lateral epicondyle of the tibia.

2. 연구도구 및 측정방법

본 연구에서 교각운동 시 나타나는 체간근육의 활성화도를 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 저

항을 줄이기 위해 부착부위의 털을 제거하고 알코올로 피부를 소독하였다.

전극은 Ag-AgCl 재질의 일회용 표면 전극(Electrode 2237, 3M, 캐나다)을 사용하였으며, 전극과의 거리는 3cm 내에 위치하도록 하였으며, 접지(ground) 전극은 우세 측면 하지의 외측복사뼈(lateral malleolus) 부위에 부착하였다.

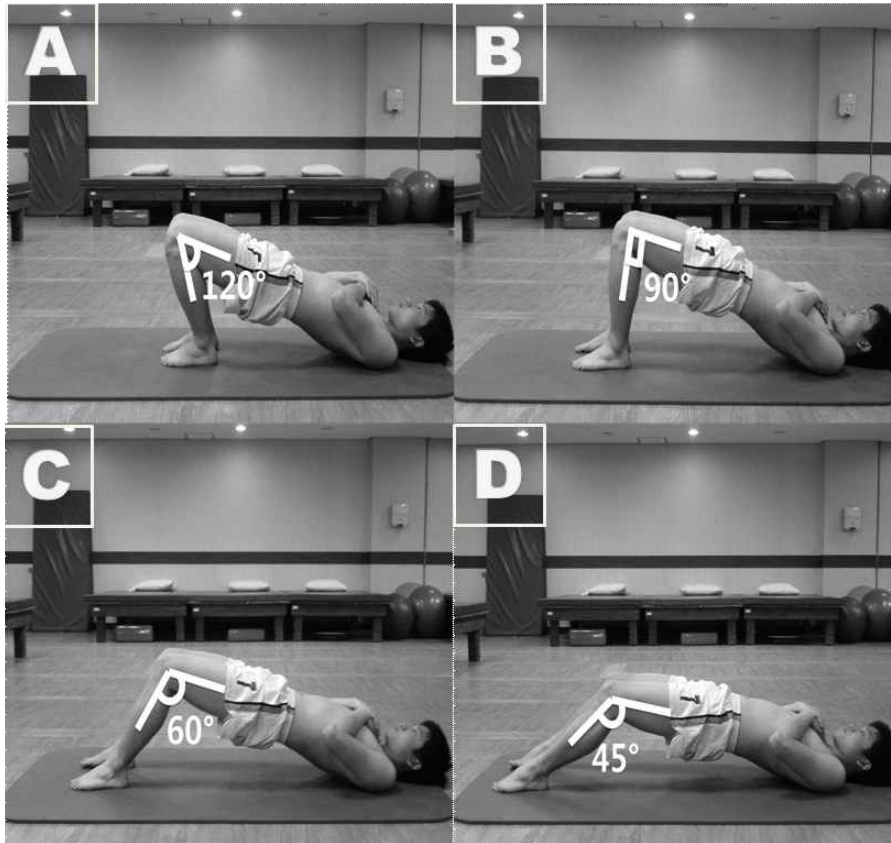


Fig 1. A; Knee joint 120° flexion, B; Knee joint 90° flexion, C; Knee joint 60° flexion, D; Knee joint 45° flexion

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 하지 대퇴부 4개의 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)로 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 연구에서 사용된 교각운동은 슬관절 굴곡 각도 120°, 90°, 60°, 45° 4가지 형태의 운동이 실시되었다 (Fig 1). 교각운동의 자세는 양손을 교차시켜 가슴 위에 올려놓고, 두 다리는 어깨 넓이만큼 벌리고, 체간과 하지가 일직선이 되는 고관절 굴곡 0° 높이까지 거상을 지시하였다.

교각운동 시 과도한 요추부 전만의 증가를 방지하기

위하여 골반 후방경사운동을 통한 요추부 중립자세를 유지한 후 실시하였다. 모든 실험은 각 3회 반복 측정하였으며, 실험 순서는 난수표를 이용하여 무작위로 실시하였다.

각각의 운동은 5초간 실시하였으며, 초기와 후기 각 1초를 제외한 중간 3초간의 근 활성화도 자료를 분석에 사용하였다. 운동 시 피로를 방지하기 위하여 각 5초간의 운동 후 1분간의 휴식을 취하였다.

4. 통계처리

본 연구에서 수집된 자료는 윈도우용 SPSS version 12.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 슬관절 각도에 따른 교각운동에서 각 근육들의 근 활성화도 차이를 알아보기 위하여 반복 측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 사용하였다. 대상자의 일반적 특성과 근 활성화도 비율(relative muscle activity ratio)은 기술통계량(descriptive statistics)을 이용하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

III. 연구 결과

1. 슬관절 굴곡 각도에 따른 하지 근 활성화도 (%MVIC) 비교

슬관절 굴곡 각도에 따른 하지 근육들의 근 활성화도는 Table 3과 같으며, 슬관절 굴곡 각도의 변화에 따른 근전도 신호량의 변화를 보면 슬관절 굴곡 각도 120°에서 넙다리내갈래근 중 넙다리곧은근을 제외한 넙다리근육에서 전반적인 최소의 근 활성화도를 보였고 점차 각도가 감소함에 따라 근 활성화도가 증가하여 45°에서 최

Table 3. Relative activity of the different lower extremity muscles during exercises

Joint angle	rectus femoris	vastus medialis	vastus lateralis	biceps femoris
120°	5.05±3.22*	11.34±9.73	9.78±9.57	21.60±17.61
90°	4.82±2.84	10.90±5.91	7.76±4.15	46.64±25.83
60°	4.76±2.53	16.20±11.94	10.32±6.80	80.41±33.40
45°	5.02±2.90	18.88±12.09	12.19±7.59	101.52±37.17

Mean±Standard deviation*

대 근 활성도를 보였다. 넙다리두갈래근에서는 슬관절 굴곡 각도 120°에서 최소 근 활성도를 보였으며, 점차 각도가 감소함에 따라 근 활성도가 증가하여 45°에서 최대 근 활성도를 보였다.

슬관절 굴곡 각도에 따른 근전도 신호량의 차이에서 넙다리곧은근은 모든 각도에서 상호간의 유의한 차이를 보이지 않았으며, 가쪽넓은근과 안쪽넓은근은 120°와의 관계를 제외한 모든 각도에서 상호간의 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 넙다리두갈래근에서는 모든 각도에서 상호간의 유의한 차이를 보였다($p < .05$).

2. 슬관절 굴곡 각도에 따른 하지 근 활성화 (%MVIC) 비율

슬관절 굴곡 각도에 따른 하지 근 활성화 비율은 Table 4와 같이 나타났다. 안쪽넓은근/넙다리곧은근의 근 활성화 비율의 중간값은 슬관절 굴곡 각도 120°에서 2.03, 90°에서 2.16, 60°에서 2.67, 45°에서 4.10이었다. 가쪽넓은근/넙다리곧은근의 근 활성화 비율의 중간값은 슬관절 굴곡 각도 120°에서 1.70, 90°에서 1.70, 60°에서 2.08, 45°에서 2.58이었다. 안쪽넓은근/가쪽넓은근의 근 활성화 비율의 중간값은 슬관절 굴곡 각도 120°에서 1.26, 90°에서 1.50, 60°에서 1.52, 45°에서 1.47이었다.

IV. 고 찰

하지 근육 중 넙다리네갈래근은 무릎관절에 대한 정상적인 자세 배열과 보행의 입각기 초기 충격 완화 작용을 담당하며, 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 협응작용은 무릎넙다리관절의 배열과 무릎관절의 정상 기능을 위해

필요하다(Stevens 등, 2001; Escamilla 등, 1998).

넙다리네갈래근은 걷기, 뛰기, 점프 등의 기본적인 신체 활동 시 하지 동작에 있어서 작용근으로 작용하고, 체중의 지지나 인체 중심의 이동에 있어서도 중요한 역할을 하며, 관절의 동적안정기구로서 중요한 작용을 한다. 넙다리네갈래근은 무릎관절 주위의 근육 중에서 가장 중요시되는 근육으로 무릎관절 펌 작용의 작용근이며 기립 자세나 보행 시 하지의 안정성, 특히 무릎관절의 안정성을 제공하는 데 매우 중요한 근육이다(Soderberg와 Cook, 1983).

또한 Bellew와 Malone(2000)은 넙다리네갈래근은 관절에 가해지는 충격을 흡수하고, 하지의 안정화를 위해 가해진 부하를 감소시키는 역할을 한다고 하였다.

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

정상 슬관절에서 넙다리네갈래근과 슬괘근의 근력비는 3:2로서 길항근인 슬괘근은 관절의 안정성을 유지하고 경골의 전방전위를 제한하는 중요한 역할을 한다고 한다(Child 등, 2004).

대부분의 연구들에서 슬관절의 근력강화운동이 넙다리네갈래근에 초점을 두고 있으나, Hortobagyi 등(2005)은 넙다리네갈래근과 슬괘근의 조절을 증진시키고, 이들 간의 균형을 증진시키는데 목적을 두어야 한다고 주장하였다.

Doucette와 Child(1996)는 컴퓨터전산화단층촬영을 이용하여 무릎넙다리통증(patellofemoral pain)을 지닌 대상자들에게 열린 사슬과 닫힌 사슬 상태에서 무릎뼈 움직임 연구를 연구한 결과 두 조건 모두 무릎관절 굽힘 0°, 10°, 20°, 30° 보다 굽힘 40° 각도에서 관절의 적합성

Table 4. Relative activity ratio of lower extremity muscle during exercises

Joint angle	vastus medialis/rectus femoris	vastus lateralis/rectus femoris	vastus medialis/vastus lateralis
120°	2.03(1.44~3.44)	1.70(1.11~2.68)	1.26(0.82~1.62)
90°	2.16(1.37~4.29)	1.70(1.15~2.99)	1.50(0.87~1.84)
60°	2.67(1.77~6.20)	2.08(1.25~3.35)	1.52(1.08~2.22)
45°	4.10(2.03~6.70)	2.58(1.52~3.67)	1.47(1.09~2.46)

median (Inter-Quartile Range; IQR)*.

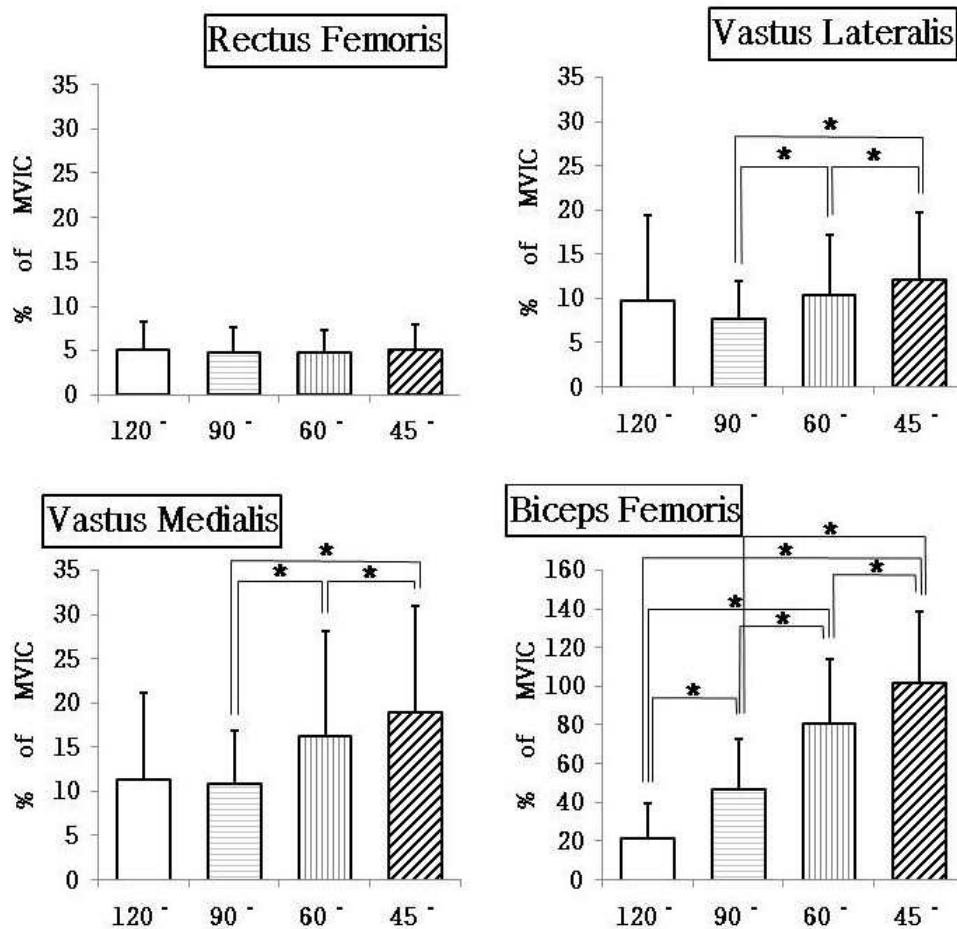


Fig 2. Relative activity of lower extremity muscles during exercises (*p<.05)

이 증가되었다고 보고하였다. 또한 장준혁 등(2010)은 뇌졸중으로 인한 편마비 환자 10명을 대상으로 발 위치를 중립, 30° 모음, 30° 벌림 시킨 상태에서 무릎관절을 0°, 20°, 40°로 각각 굽히는 동작을 할 때 발생하는 비 마비측과 마비측 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도를 알아본 결과, 편 마비 환자의 발의 위치는 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도에 영향을 주지 못하였지만, 무릎관절의 각도는 각도가 증가할수록 근 활성도가 증가하였다고 한다. 이처럼 대퇴 근활성도는 무릎관절 각도에 따라 다양한 결과를 나타내고 있다.

Hanten과 Schulthies(1990)는 등속성 기기인 Cybex를 이용하여 무릎관절 펌에 대한 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도를 비교한 결과 엉덩관절 모음을 동반하여 무릎관절을 펼 경우 안쪽넓은근의 근활성도가 더 높아졌다는 연구결과를 보고하였고, Lam과 Ng(2001)

는 무릎넙다리통증을 지닌 사람들을 대상으로 엉덩관절을 안쪽돌림하면서 쪼그려 앉는 동작을 했을 때 무릎관절 40° 굽힘 각도에서 안쪽넓은근의 근활성도가 가쪽넓은근의 근활성도보다 증가했다고 보고하였다. 또한 정상인을 대상으로 실험한 Mellor와 Hodges(2005)의 연구에서도 닫힌 사슬 운동을 이용하는 것이 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도를 모두 증가시킬 수 있는 효과적인 방법이라 하였다. 이러한 연구들에서 보면 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 기능과 근활성도의 중요성이 강조됨을 알 수 있으며, 정상인과 무릎넙다리통증을 지닌 사람들의 연구에서 정강뼈의 위치 변화를 변화시키거나, 엉덩관절의 위치 변화시켜 안쪽넓은근을 선택적으로 강화시키는 연구들이 시행되었고(Ng 등, 2008; Syme 등, 2009), 안쪽넓은근을 강화하는 방법에 대한 여러 연구에서 생체되먹임을 이용한 슬관절 운동이 안

쪽넓은근의 활성도를 높인다고 하였다(Ng 등, 2008). 그리고 신발 깔창 보조기가 처방된 상태에서 외발 스쿼트 운동이 안쪽넓은근의 활성도를 높인다고 하였다(Hertel 등, 2005).

Hodges(1999)는 복부의 심부 근육 즉 국소근육의 높은 활동성이 요부와 골반의 안정성에 중요한 역할과 기능을 한다고 가정하였다. 또한 Shumway-Cook과 Woollacott(2001)는 불안정한 지지면에서 균형을 유지하기 위해서는 신체 분절을 지나는 근육들의 공동수축(co-contraction)을 유발시켜야한다고 하였다.

교각운동은 국소근육의 분절 안정화와 대근육의 전체적인 힘(torque) 생성 사이의 적절한 비율에서 근육 협응 패턴의 재훈련에 중점되어 있다(Stevens 등, 2007). Richardson과 Jull(1995)은 교각운동 시 심부 근육의 동시수축(deep muscle co-contraction)이 먼저 수행되지 않으면 과도한 대상작용으로 인한 요부 전만(lumbar lordosis)이 증가한다고 하였다.

Stevens 등(2007)은 요추를 중립자세(Lumbar neutral spine position)로 유지하고 실시한 교각운동은 유지하지 않고 실시한 교각운동보다 체간 근육의 활성화에서 차이가 있음을 보고하였다. 이러한 중립자세는 척추에 가해지는 부하에 대하여 가장 잘 적응을 할 수 있게 척추 뼈들이 배열된 자세를 의미하며, 대부분의 사람들에서 가장 편안함을 느끼는 요추의 안정된 자세(resting position)를 의미한다(김선엽, 1998). 본 연구에서도 교각운동 시 과도한 요추부 전만의 증가를 방지하기 위하여 골반 후방경사운동을 통한 요추부 중립자세를 유지한 후 실시하였다. 이러한 과정들이 하지로 전달되는 근 수행력에 적절한 영향을 주었을 것이라 사료된다.

본 연구에서 실시된 교각운동 시 슬관절 굴곡 각도에 따른 근전도 신호량의 차이에서 넙다리곧은근은 모든 각도에서 상호간의 유의한 차이를 보이지 않았으며, 가쪽넓은근과 안쪽넓은근은 120°와의 관계를 제외한 모든 각도에서 상호간의 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 또한 넙다리두갈래근에서는 모든 각도에서 상호간의 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 이는 가쪽넓은근과 안쪽넓은근 그리고 넙다리두갈래근은 교각운동에서 자세유지와 안정성을 위한 기여도가 높음을 알 수 있었다. 또한

안쪽넓은근/넙다리곧은근의 근 활성화 비율의 중간값은 슬관절 굴곡 각도 120°에서 60°까지 2배 이상 높은 근 활성도를 보였으며, 45°에서 4배 이상 높게 측정되었고, 가쪽넓은근/넙다리곧은근의 근 활성화 비율의 중간값은 슬관절 굴곡 각도 120°에서 60°까지 약 2배 가까이 측정되었고, 45°에서 2.58배 측정되었다. 이는 교각운동에서 슬관절 굴곡각도가 감소함에 따라 즉, 운동의 난이도가 증가함에 따라 넙다리네갈래근에서 안쪽 및 가쪽넓은근의 기여도가 높음을 알 수 있었다. 또한 안쪽넓은근/가쪽넓은근의 근 활성화 비율의 중간값은 모든 슬관절 굴곡 각도에서 약 1.5배 내외의 근 활성도를 보였는데, 이는 교각운동에서 운동의 난이도가 증가함에 따라 안쪽넓은근의 기여도가 높음을 알 수 있었다. 그러나 본 연구에서 교각운동 시 슬관절 굴곡 각도 변화에서 따라 대상자에게 족관절이 최대한 지면과의 접촉을 지시하였으나 개인 간의 특성에 따라 나타날 수 있는 변수를 통제하지 못함에 따른 제한점이 있었다. 또한 본 연구에서는 슬관절 굴곡 각도의 변화에 따른 대퇴부 근육의 활성화만 연구하였으나, 두 관절 근육(two joint muscle)에 미치는 영향에 대한 연구와 이에 따른 하퇴 및 체간 근육 활성화 변화량의 동시분석이 필요하다고 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 슬관절의 굴곡 각도에 따른 교각운동이 하지 근육의 활성화에 미치는 영향과 근육간의 활성화 비율을 연구하여 교각운동을 통해 효율적인 하지 근육의 운동을 알아보려고 하였다.

슬관절 굴곡 각도에 따른 근전도 신호량의 차이에서 넙다리곧은근은 모든 각도에서 상호간의 유의한 차이를 보이지 않았으며, 가쪽넓은근과 안쪽넓은근은 120°와의 관계를 제외한 모든 각도에서 상호간의 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 넙다리두갈래근에서는 모든 각도에서 상호간의 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 또한 안쪽넓은근/넙다리곧은근의 근 활성화 비율의 중간값은 슬관절 굴곡 각도 120°에서 60°까지 2배 이상 높은 근활성도를 보였으며, 45°에서 4배 이상 높게 측정되었다. 가쪽

넓은근/넓다리곧은근의 근 활성화 비율의 중간값은 슬관절 굴곡 각도 120°에서 60°까지 약 2배 가까이 측정되었고, 45°에서 2.58배 측정되었다. 안쪽넓은근/가쪽넓은근의 근 활성화 비율의 중간값은 모든 슬관절 굴곡 각도에서 약 1.5배 내외의 근 활성도를 보였다.

이상의 결과는 교각운동 시 슬관절 굴곡 각도가 감소함에 따라 넓다리곧은근에 비해 안쪽넓은근과 가쪽넓은근이 교각운동 시 슬관절의 안정성에 기여하는바가 크며, 상대적으로 안쪽넓은근의 활동성 증가를 확인하였다. 이는 교각자세의 각도 변화와 지지면의 불안정성 또는 난이도의 증가에 따라 넓다리두갈래근의 활성화 증가를 이용한 근력강화운동의 적용과 안쪽 및 가쪽넓은근의 운동학습과정으로 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

참고 문헌

- 김명진. 교각안정화 운동 시 스케이트보드와 공 적용이 체간근육 활동에 미치는 영향. 연세대학교 대학원. 박사학위 논문. 2008.
- 김명진. 교각운동 시 공 적용이 체간근 활동에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 16(1);18-24, 2009.
- 김선엽. 요통의 요골반부 안정화 접근법. 대한정형물리치료학회지. 4(1);7-19, 1998.
- 김은옥. 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법이 요부 전만과 체간 및 하지의 근 활성화도에 미치는 영향. 한서대학교 대학원. 석사학위 논문. 2008.
- 김중휘, 김태호. 넓다리뒤근육에 대한 스트레칭이 근육의 뻗뻗함에 미치는 즉각적 효과. 대한물리치료학회지. 22(1);1-7, 2010.
- 이심철. 중심 안정성 운동을 적용한 교각운동 시 지지면 불안정성이 체간 및 하지의 근 활성화도에 미치는 영향. 한서대학교 대학원. 석사학위 논문. 2009.
- 장준혁, 김경환, 김태호 등. 발과 무릎관절 위치가 편마비 환자의 안쪽넓은근과 가쪽넓은근 근활성도에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 22(4);21-28, 2010.
- 조혜영. 치료용 볼과 고정된 지면에서의 중심안정성 운동에 따른 요통환자 요부근육의 근 활성화도 비교. 단국대학교 특수교육대학원. 석사학위 논문. 2006.
- Bellew JW, Malone TR. Aging and isokinetic strength: Isokinetics in human performance. Champaign IL: Human kinetics. 2000.
- Boling MC, Bolgia LA, Mattacola CG et al. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. Arch Phys Med Rehabil. 87(11); 1428-1435, 2006.
- Child JD, Sparto PJ, Fitzgerald GK et al. Alternations in lower extremity movement and muscle activation pattern in individuals with knee osteoarthritis. Clin Biomech. 19(1);44-49, 2004.
- Doucette SA, Child DD. The effect of open and closed chain exercise and knee joint position on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. 23(2); 104-110, 1996.
- Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N et al. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. Med Sci Sports Exerc. 30(4);556-569, 1998.
- Hanten WP, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. Phys Ther. 70(9);561-565, 1990.
- Hertel J, Sloss BR, Earl JE. Effect of foot orthotics on quadriceps and gluteus medius electromyographic activity during selected exercises. Arch Phys Med Rehabil. 86(1);26-30, 2005.
- Hodges PW. Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? Man Ther. 4(2); 74-86, 1999.
- 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.
- Lam PL, Ng GY. Activation of the quadriceps muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain. *Am J Phys Med Rehabil.* 80(11); 804-808, 2001.
- Mellor R, Hodges PW. Motor unit synchronization of the vasti muscles in closed and open chain tasks. *Arch Phys Med Rehabil.* 86(4);716-721, 2005.
- Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for physical rehabilitation. Elisabeth E. Rowan. 2002.
- Ng GY, Zhang AQ, Li CK. Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 18(1);128-133, 2008.
- Oh JS, Cynn HS, Won JH et al. Effects of performing an abdominal drawing-in maneuver during prone hip extension exercises on hip and back extensor muscle activity and amount of anterior pelvic tilt. *J Orthop Sport Phys Ther.* 37(6);320-324, 2007.
- O'Sullivan SB, Schmitz TJ. Physical Rehabilitation: Assessment and treatment. 4th ed. Philadelphia F.A. Davis Company. 2001.
- Richardson CA, Jull GA. Muscle control -pain control: What exercises would you prescribe? *Man Ther.* 1(1);2-10, 1995.
- 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.
- Soderberg GL, Cook TM. An electromyographic analysis of quadriceps femoris muscle setting and straight leg raising. *Phys Ther.* 63(9); 1434-1438, 1983.
- Stevens JE, Binder-Macleod S, Synder -Mackler L. Characterization of the human quadriceps muscle in active elders. *Arch Phys Med Rehabil.* 82(7);973-978, 2001.
- 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.
- Syme G, Rowe P, Martin D et al. Disability in patient with chronic patellofemoral pain syndrome: A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening. *Man Ther.* 14(3);252-263, 2009.