

교각 운동 시 대퇴의 내-외전과 경골의 내-외회전에 따른 하지의 근육활성 비교

김종우, 황병준¹⁾

대구 박병원 물리치료실, 대구과학대학교 물리치료과¹⁾

Comparison of Muscle Activity of Lower Limbs in Bridging Exercise according to Thigh Adduction-Abduction and Tibia Internal-External Rotation

Jong-woo Kim, Byeong-jun Hwang¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Park Hospital

Dept. of Physical Therapy, Taegu University¹⁾

Key Words:

Bridging exercise, Electromyography, Lower muscle activity

ABSTRACT

Background: This study tried to identify the bridge exercise posture for efficient exercise application by comparing muscle activity of buttocks and thighs according to internal-external rotation and pronation & supination in bridge exercise. **Method:** Nine males in their 20s living in D city were randomly selected as subjects. Muscles such as vastus medialis oblique (VMO), vastus lateralis (VL), semitendinosus (ST), biceps femoris (BF), gluteus maximus (GMAX), gluteus medius (GMED), tensor fasciae latae(TFL), and adductor longus (ADL) were measured using eight channel surface electromyogram (MyoSystem 1400A, Noraxon, USA) to measure muscle activity. Statistics process was performed through paired t test. **Results:** In the changes in electromyogram signals according to internal-external rotations according to internal-external rotation of shinbones, in most cases muscle activity was higher in external rotation than in internal rotation, but there was no statistical significance ($p>.05$). In particular, it was lower in TFL and ADL. There was no statistical significance in the comparison between two groups ($p>.05$). In the changes in electromyogram signals according to internal-external rotations according to pronation & supination of thighs, GMED showed significantly higher value in supination than in pronation ($p>.05$), and in ADL pronation is significantly higher than supination ($p<.05$). **Conclusion:** In internal-external rotation of shinbone and pronation & supination of thighs in bridge exercise, changes in muscle length can make effects on muscle activity of buttocks and thighs. Therefore, muscle strength enforcement program on buttocks and thighs through bridge exercise can make effects on patients with lower limb functional damages in clinical situations.

I. 서론

단한 사슬운동 형태인 교각운동(bridging exercise)은 허리와 체간의 안정화를 위한 근육만이 아니라 엉덩이와 대퇴의 근력 증진 방법으로도 사용되고 있다(Kisner

와 Colby, 2002). 그리고 교각자세에서는 일상생활 동작들에서 필요한 골반의 전후방 회전, 측방이동 등의 훈련이 촉진될 수 있는 것으로 널리 알려졌다(O'Sullivan과 Schmitz, 2001). 교각 운동에서 슬관절의 각도에 따라 체간근 활성도에 대한 연구에서 각 근육의 차이를 보고하였으며(김경환 등, 2010), 다양한 지지면에 따라 교각운동을 적용한 결과 불안정한 지지면에서 더 높은 근 활성도가 나타남을 보고하였다(홍영주 등, 2010). 교

교신저자: 황병준(대구과학대학교, grandjun@hanmail.net)
논문접수일: 2013.11.19, 논문수정일: 2014.11.20,
개재확정일: 2014.11.20

각 운동 시 지지면 불안정성을 통한 과제 난이도에 따라 체간의 대근육과 소근육의 비율을 연구하였다(송은주와 최종덕, 2011).

이러한 근육의 장력에 영향을 주는 요인으로 길이-긴장 관계(length-tension relationship)가 있으며, 관절의 각도를 다르게 하여 근육 길이가 늘어났을 때 장력의 증가가 나타난다(Lunnen 등, 1981). 자세 변화에 따라 근력의 발생 정도가 달라지며, 자세의 변화는 바로 근육 길이의 변화를 야기 시켜 장력의 변화를 가져온다(최재청, 1999). 하지만 다양한 여러 가지를 적용한 사례는 아직 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 교각 운동 시 다양한 관절의 각도에 따른 근육 길이 변화에 따른 엉덩이와 대퇴의 근활성도를 비교함으로써 보다 효율적인 운동 적용을 위한 교각운동 자세를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 D시에 거주하는 20대 남성을 대상으로 연구조건을 충족하는 9명을 임의 선정하여 연구 참여에 동의한 자로 선정하였다. 연구 대상 조건은 신경외과학적 질환이나 심한 근골격계 장애가 없는 자, 체간과 하지의 근골격계 관련 정형외과학적 이상이 없는 자로 하였다. 대상자의 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

Group	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)
Subject(n=9)	26.33±.86 ^a	175.55±3.57	73.00±6.44

^amean±SD, *p<.05

2. 측정도구 및 방법

본 연구에서는 교각 운동시 나타나는 외측광근, 내측광근, 반건양근, 대퇴이두근, 대둔근, 중둔근, 대퇴근막장근, 장내전근의 근활성도 측정을 위해 8채널 표면근전도계(MyoSystem 1400A, Noraxon, USA)을 사용하였다. 근전도 전극의 피부 저항을 줄이기 위해 부착부위의 털을 제거하고 알코올로 피부를 소독하였다.

전극은 Ag-AgCl 재질의 일회용 전극인 Electrode2237(3M, USA) 표면 전극을 사용하였으며, 전극과 의 거리는 3cm 내에 위치하도록 하였고, 접지(ground)전극은 실험 대상자

의 우세 측 하지근육에 부착하였다. 표면 근전도 측정 후 제곱평균제곱근법(root mean square; RMS)으로 기록하였다.

측정된 각 근육의 활동전위를 표준화하기 위해 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 5초간 3회 실시 후 초기와 후기 각 1초를 제외한 중간 3초 동안의 평균 신호량을 %최대 수의적 등척성 수축(%MVIC)으로 환산하여 표준화 하였다. 근전도 부착부위는 Table 2에 제시되었다.

Table 2. Electromyography attachment position

Muscle	attachment position
VMO ^a	At 80% on the line between the anterior superior iliac spinae and the joint space in front of the anterior border of the medial ligament
VL ^b	At 2/3 on the line from the anterior superior iliac spinae to the lateral side of the patella
ST ^c	At 50% on the line between the ischial tuberosity and the medial epicondyle of the tibia
BF ^d	At 50% on the line between the ischial tuberosity and the lateral epicondyle of the tibia
GMAX ^e	At 50% on the between the sacral vertebrae and the greater trochanter
GMED ^f	At 50% on the line from the crista iliaca to the trochanter
TFL ^g	On the line from the anterior superior iliac spinae to the lateral femoral condyle in the proximal 1/6
ADL ^h	At 1/3 on the line from symphysis pubis to medial side of the patella

^aVMO: vastus medialis oblique, ^bVL: vastus lateralis,

^cST: semitendinosus, ^dBF: biceps femoris,

^eGMAX: gluteus maximus, ^fGMED: gluteus medius,

^gTFL: tensor faciae latae, ^hADL: adductor longus

3. 실험 방법

본 연구에서는 교각운동 시 슬관절 굴곡 각도를 90도로 실시되었으며, 교각운동의 중립 자세는 양손을 교차시켜 가슴 위에 올려놓고, 두 다리는 어깨 넓이만큼 벌려 평행하게 바닥에 붙여놓으며, 골반을 요추와 일직선이 되도록 고관절 굴곡 0도 높이까지 들어 올린 후

5초간 유지 하였다(Fig 1, 2). 먼저 경골의 내회전과 외회전은 관상축을 기준으로 두 번째 발가락을 지나는 선으로 하여 내회전은 30도 외회전은 40도로 하였다(Fig 4, 5). 또한 대퇴의 내전은 중립자세에서 발목과 무릎이 붙지 않고 최대한 가까운 거리로 하며, 외전은 내전과 중립사이 거리만큼 줄자를 이용해서 같은 거리로 하였다(Fig 5, 6).

교각운동 시 표본 추출률(sampling rate)은 1024Hz였으며, 근전도 신호는 1785배로 증폭되었고, 대역통과(band-pass) 필터는 20~450Hz, 노치필터는 60Hz로 처리하였다. 수집된 근 활성화 신호는 완파정류(fullwave rectification) 시 골반 후방경사운동을 통하여 요추부 중립자세를 유지한 후 실시하였다. 모든 실험은 각 3회 반복 측정하였다. 각각의 운동은 5초간 실시하였으며, 초기와 후기 각 1초를 제외한 중간 3초간의 근 활성화 자료를 분석에 사용하였다. 운동 시 피로를 방지하기 위하여 각 5초간의 운동 후 1분간의 휴식을 취하였다.



Fig 1. Neutral position



Fig 2. Neutral position



Fig 3. Internal rotation



Fig 4. Lateral rotation



Fig 5. Abduction



Fig 6. Adduction

4. 자료 처리

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS WIN 18.0 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다. 대상자들의 일반적 특성은 기술 통계를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하고, 교각 운동 후 나온 엉덩관절의 위치에 따른 근 활성도는 대응 표본 t-검정으로 비교 분석하였으며, 통계적 유의 수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

경골의 내-외회전에 따른 하지 근육들의 근 활성도는 Table 3에 제시되었다. 경골의 내-외회전 변화에 따른 근전도 신호량의 변화는 반건양근에서 가장 높게 나타났으며, 외측광근에서 가장 낮은 근활성도를 보였다. 대부분 외회전에서 내회전보다 근활성도가 높은 경향을 보였지만 통계적 유의성을 없었다. 특히 대퇴근막장근과 장내전근에서는 오히려 낮게 나타났다. 그리고 두 그룹간 비교에서는 통계적 유의성이 나타나지 않았다 ($p < .05$).

대퇴의 내-외전에 따른 하지 근육들의 근 활성도는 Table 4에 제시되었다. 대퇴의 내-외전 변화에 따른 근전도 신호량의 변화는 반건양근에서 가장 높게 나타났으며, 외측광근에서 가장 낮은 근활성도를 보였다. 중둔근에서는 외전이 내전보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났으며, 그리고 장내전근은 내전이 외전보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다 ($p < .05$).

Table 3. Muscle activity of lower limbs in bridging exercise according to tibia internal-external rotation^l

	Intenal rotation	External rotation	T-value
VMO ^a	7.10±6.65 ⁱ	10.18±15.62	.483
VL ^b	3.25±1.95	7.25±7.17	1.421
ST ^c	21.96±29.40	22.82±24.67	.062
BF ^d	20.83±23.95	18.38±17.91	.226
GMAX ^e	17.22±11.45	19.87±14.94	.381
GMED ^f	11.97±9.47	16.35±13.87	.702
TFL ^g	12.22±14.64	9.40±8.07	.470
ADL ^h	8.25±6.35	7.70±4.64	.193

ⁱMean(mm)±SD, * $p < .05$

^aVMO: vastus medialis oblique, ^bVL: vastus lateralis, ^cST: semitendinosus, ^dBF: biceps femoris,

^eGMAX: gluteus maximus, ^fGMED: gluteus medius, ^gTFL: tensor faciae latae, ^hADL: adductor longus

Table 4. Muscle activity of lower limbs in bridging exercise according to thigh adduction-abduction

	Adduction	Abduction	T-value
VMO ^a	8.08±10.66	12.31±24.18	.452
VL ^b	3.36±1.38	4.99±7.12	.635
ST ^c	12.92±9.94	19.59±12.91	1.156
BF ^d	11.90±7.80	12.59±5.41	.185
GMAX ^e	10.61±6.61	18.74±12.22	1.655
GMED ^f	7.28±3.51	16.84±10.54	2.433*
TFL ^g	10.07±10.97	13.40±13.68	.538
ADL ^h	10.68±5.80	5.44±3.17	2.239*

^aVMO: vastus medialis oblique, ^bVL: vastus lateralis, ^cST: semitendinosus, ^dBF: biceps femoris,

^eGMAX: gluteus maximus, ^fGMED: gluteus medius, ^gTFL: tensor faciae latae, ^hADL: adductor longus

IV. 고 찰

교각자세는 무릎 세워 누운 자세에서 진보된 형태이며 체중부하와 함께 자세를 유지하기 위한 중요한 동작이며 기능적 활동을 개선시키고 체간과 하지의 근활성도를 증가 시킬수 있는 운동방법이다(O'Sullivan와 Schumitz, 2001). 교각운동은 환자들에게 안전하게 국소적 안정근과 대근육을 적절한 비율로 협응시킬 수 있는 운동이다(Stevens 등, 2007).

달린 사슬 운동 형태인 교각운동은 동시 수축으로 인한 압박력으로 전단력을 감소시키고 안정성을 제공해 준다(Iwasaki 등, 2006). 교각운동은 달린-사슬 내에 있는 모든 하지 관절의 근육의 움직임 모두 포함한다. 이러한 움직임은 길항적 두 관절 근육의 작용으로 이루어지며, 이때 한 관절에서 근육의 길이가 길어지면 다른 관절에서 길이가 짧아지는 길이-긴장관계가 유지된다(Kisner와 Colby, 2002). 김경환 등(2010)은 교각 운동에서 슬관절의 각도에 따라 체간근 활성도에 대한 연구에서 각 근육의 차이를 보고하듯이 근육 길이나 관절의 각도에 따라 근육은 다양한 장력의 차이를 나타낸다(Lunnen 등, 1981).

본 연구에서도 교각 운동시 대퇴의 내외전과 경골의 내외회전에 따라 하지근육의 근 활성도를 비교 분석하였다. 내전 상태의 교각 운동 시에는 장내전근, 외전 상태의 교각 운동시에는 중둔근의 활성화가 유의하게 높게 나타났다. 이는 교각 운동 시 엉덩 관절과 무릎관절의 각도를 변화시켜 슬괵근의 근력 변화를 확인한 연구

에서 각도에 따라 다른 근 활성도를 나타낸 결과를 지지하고 있다(최재청, 1999). 양하지가 체중지지 동안 내전근과 외전근의 동시수축을 통하여 적절한 균형을 유지하고 있을 때 골반은 대칭적인 위치에서 고정되어 안정성이 유지될 수 있다(Kapandji 등, 2005).

젊은 성인의 고관절 외전근의 근력은 우세측과 비우세측에서 유의하게 차이가 남을 보고하였으며(Jacobs 등, 2005). 전십자인대를 재건한 환자나 장경인대 증후군을 가진 환자들은 중둔근 약화를 나타내고 모음근의 역제는 장경인대 증후군을 가진 환자들의 증상을 감소시키는데 효과적이다(Page, 2001; Fredericson, 2000). 즉 외전상태의 교각운동은 비우세측 하지나 장경인대 증후군을 가진 환자에게 효과적일 것이라는 가능성을 제시하고 있다.

서혜부 염좌는 엉덩관절 외전근과 근력비가 80%이하의 경우 증가한다고 보고하였고(Tyler 등, 2001), 만성 서혜부 통증을 지닌 환자는 내전근의 활성도가 필요하다 보고하였다(Holmich 등, 1999). 즉, 내전상태의 교각운동은 서혜부 통증을 가진 환자들에게 효과적일 것이라는 가능성을 제시하고 있다.

경골의 내-외회전에 따른 근 활성도의 비교에서는 유의한 차이가 나타나지 않았는데 이는 두관절 근육들이 경골의 내회전에 보조근으로 작용하여 근활성도에 큰 영향을 미치지 못한 것으로 사료된다.

따라서 임상에서 운동치료 접근 시 흔히 많이 상용되어지는 교각 운동 자세에서 본 연구의 결과를 바탕으로 하는 다양한 교각자세의 접근을 통해 길이-긴장 관계의 변화를 주어 효율적인 교각운동 자세를 적용할 수 있는 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 제한점으로 적은 수의 인원으로 전체로 일반화하기에는 다소 무리가 있으며, 표면근전도의 특성상 운동 시 근육의 움직임에 따라 신호잡음이 발생할 수 있을 것이다. 또한 앞으로 교각 운동 시 근육의 활성도는 여러 가지 요인들이 작용되기 때문에 좀 더 다각도의 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

본 연구에서는 교각 운동 시 내-외회전, 내-외전에 따른 근육 길이 변화에 따른 엉덩이와 대퇴의 근활성도를 비교함으로써 효율적인 운동 적용을 위한 교각운동 자세를 알아보자하였다.

1. 경골의 내-외회전 변화에 따른 근전도 신호량의 변화는 대부분 외회전에서 내회전보다 근활성도가 높은 경향을 보였지만 통계적 유의성을 없었다($p < .05$). 특히 대퇴근막장근과 장내전근에서는 오히려 낮게 나타났다. 그리고 두 그룹 간 비교에서는 통계적 유의성이 나타나지 않았다($p < .05$).

2. 대퇴의 내-외전 변화에 따른 근전도 신호량의 변화는 중둔근에서는 외전이 내전보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났으며($p < .05$), 그리고 장내전근은 내전이 외전보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($p < .05$).

참고문헌

김경환, 박래준, 장준혁, 등. 슬관절 각도에 따른 교각운동이 체간 근 활성도에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 2010;5(3):405-312.

송은주, 최종덕. 교각 자세 운동 시 지지면 불안정성을 통한 과제 난이도가 다열근의 선택적 근활성도비에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2011; 18(3):59-66.

최재청. 슬관절의 길이 변화에 따른 근력 평가에 관한 연구. 대한물리치료학회지. 1999;11(2):1-4.

홍영주, 권오윤, 이충휘 등. Effect of the support surface condition on Muscle Activity of Abdominalis and erector spinae during bridging exercise. 한국전문물리치료학회지. 2010;17(4):16-25.

Fredericson M, Coookingham AM, Chaudhari BC, et al. Hip abductor weakness in distance runners with iligibial band syndrome. Clin J Sport Med. 2000;10 (3):169-175.

Holmich P, Uhrskou P, Ulnits L, et al. Effectiveness of active physical training as treatment for long-standing adductor-related groin pain in athletes. Lancet. 1999;353(9151):439-443.

Iwasaki T, Shiba N, Matsuse H et al. Improvement in knee extention strength through training by means of combined electrical stimulation and voluntary muscle contraction. Tohoku J Med. 2006;209(1):33-40.

Jacobs C, Uhl TL, Seeley W, et al. Strength and fatig-

- ability of the dominant and nondominant hip abductor. *J Athl Train*. 2005;40(3):203-206.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Muscles: Testing and Function with Posture and Pain*. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2005.
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. 4th ed. F.A. Davis Company, 657-659, 2002.
- Ilnnen J, Yuck J, Leveau BF. Relationship between muscle length, muscle activity and torque of the hamstring muscle. *Phys Ther*. 1981;61(2):190-195.
- O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment*. 4th ed. FA. Davis Company, 2000.
- Kapandji IA. *The Physiology of the Volume 2*. 6th ed. New York. Churchill Livingstone. 2005.
- page P. Incidence of anterior knee pain in ACL reconstruction: A retrospective multi-case analysis. *J Athl Train Suppl*, 2001;36(2):S13.
- Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG, et al. The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercise. *Manual therapy*, 2007; 12:271-279.
- Tyler TF, Nicholas RJ, Campbell, McHugh. The association of hip strength and flexibility with the incidence of adductor muscle strains in professional ice hockey players. *Am J Sports Med*, 2001;29 (2):124-8.