

지지면과 무릎관절 각도에 따른 교각운동이 복부근육의 두께에 미치는 영향

문달주¹ · 박재철² · 최석주¹

¹대구과학대학교 물리치료과

²남부대학교 통합의학과

Effect of Bridge Exercise on the Thickness of Abdominal Muscle according to Support and Knee Angle

Dal Ju Mun¹, Ph.D., P.T. · Jae Cheol Park², Ph.D., P.T. · Suk Ju Choi¹, Ph.D., P.T.

¹Dept. of Physical Therapy, Taegu Science University

²Dept. of Physical Therapy, Nambu University

Abstract

Background: The purpose of this study was to find out how changes in knee angles in stable and unstable support surfaces affect the muscle thickness of core muscles.

Methods: The subjects of this study were 25 male adult. Each knee angle of 120, 90 and 60 degrees, they were performed bridge exercise on the stabilized surface and on the unstable support surface using TOGU, and measured the muscle thickness of the external and internal oblique muscle and the abdominal muscles through ultrasound images.

Results: There was no significant difference between the thickness of the rectus abdominis and the internal oblique muscle depending on the support surface and the knee joint bending angles. However, there was a significant difference between the external oblique muscle and the transverse abdominis muscle by knee joint flexion angle.

Conclusion: While the muscle thickness of the core muscle was not significantly affected by each support surface during the bridge exercise, there were significant changes in the core muscle as a result of changes in knee angle.

Key words : TOGU, Core Muscle, Ultrasound Images

© 2018 by the Korean Physical Therapy Science

I. 서론

코어근육은 인체의 움직임에 기초를 제공하고 힘의 근원(powerhouse)으로 알려져 있다(Kymaresan 등, 2016; Borghuis 등, 2008).

코어근은 주로 배가로근을 비롯한 골반 바닥근, 뒀갈래근, 배속빗근과 배바깥빗근, 배가로근, 척추세움근, 천극근(sacrospinalis), 가장긴근(longissimus thoracis)으로 간주된다(Kang 등, 2016).

코어근의 근력강화훈련은 임상적으로 흥미로운 주제 중 하나로 일상생활과 관련하여 몸통의 안정성과 함께 신체균형, 자세를 안정화를 증진하여 일상생활 동작에서 몸통균형의 중요한 역할을 하며, 근·골격계의 손상을 줄여주고, 몸통의 안정적인 동작수행과 함께 임상적 재활기간단축에도 영향을 준다(Biabanimoghadam 등, 2016; Wang 등, 2012).

그러나, 코어근육의 약화가 발생하면 신체의 불안정성이 증가하고 신체의 균형이 깨져 요통을 포함한(Borghuis 등, 2008), 다양한 근·골격계 손상에 영향을 준다(Abt 등, 2007; alentorm-Geli 등, 2009; Devlin, 2000).

지난 수십 년 동안 코어근에 관한 다양한 연구들은 대상자들에게 지지면의 불안정한 환경을 제공하여 코어근의 근력강화와 신체 안정화의 증진을 보고하였다(Behm과 Anderson, 2006). 예를 들어서, 앉거나 서 있을 때 지지면을 줄여서 수행하는 신체 운동이나 불안정한 현수장치의 사용은 발목 주변의 안정근을 더욱 더 활성화시켜, 코어근육의 근활성도에도 영향을 미쳤다(Amiridis 등, 2003; Borreani 등, 2014; Calatayud 등, 2015).

의료용 초음파 영상촬영은 신체의 근육두께를 촬영하고 분석하여 골격근의 기능 장애를 비롯한 비사용 증후군, 노화, 훈련 그리고 질병으로 인해 발생하는 골격근 변화를 볼 수 있어 세계적으로 많이 사용되고 있다(Ishida 등, 2018; Palakshappa 등, 2018; Strasser 등, 2013).

그리고 초음파 영상의 장점은 수십 MHz의 고 주파수를 사용하여 높은 정밀도의 해상도로 측정 시 정량

적이며, 의학적 진단에도 빠르고 비용이 저렴하고, 방사선이 없는 것이 특징이다(Joel과 Sivakumar, 2018).

본 연구는 고전적 운동(classical exercise)에서 교각운동을 통한 코어근 강화가 안정적인 지지면 보다 불안정적 지지면 위에서 몸통의 자세조절(postural control)과 균형 그리고 자세안정화가 더욱 더 향상된다고 보고(Vera-Garcia 등, 2000; Imai 등, 2010; Saliba 등, 2010), 초음파영상을 이용한 안정적 지지면과 불안정 지지면에서 무릎관절의 각도 변화에 따른 코어근의 근두께(muscle thickness)의 변화를 알아보려고 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 참여한 대상자는 건강한 남성 25명이며 대상자의 선정기준은 연구에 대한 목적과 방법을 설명한 후 참여를 동의 한 자와 내·외과적 질환 및 근·골격계 및 신경학적 질환이 없는 자로 연구자의 임의 배정 방식에 의하여 무작위 선정하였다. 전체 대상자의 평균 나이는 21.92 ± 2.39 세이고, 평균 신장은 174.2 ± 4.08 이며, 평균 몸무게는 64.88 ± 7.48 이었으며, 체지방지수는 21.37 ± 2.35 였다. 연구기간은 2017년 3월 12일부터 2017년 7월 20일까지 5개월간 주 3회 실시하였다.

2. 실험방법

본 연구에서 이용된 교각운동(bridge exercise)은 안정면과 토구(TOGU)를 이용한 불안정면에서 무릎관절 120° , 90° , 60° 의 각도를 설정하여, 각도계를 이용하여 종아리뼈 가쪽의 정중선에 평행하게 고정팔을 두었고, 넓다리뼈 가쪽의 정중선에 평행하게 운동팔을 두고 운동 시작과 동시에 골반을 들어 올려 등척성운동(isometric exercise)을 실시하였다. 손을 이용한 자세유지를 방지하고자 손은 가슴에 두었으며 두 발은 어깨 넓이만큼 벌리고 몸통과 다리가 일직선이 되는 지점까지 골반을 들어올려 운동을 실시하였고, 과도한

허리부 앞굽이를 방지하기 위하여 골반의 후방경사 운동을 통하여 허리의 중립자세를 유지한 후 실시하였다(Kim 등, 2010).

초음파영상은 지지면과 무릎각도의 변화에 따라 교각운동과 동시에 근두께를 측정하였다. 측정부위로 배곧은근은 배꼽에서 바깥쪽으로 3cm에서 측정하였고, 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근은 겨드랑이 정중양선(axillary midline)의 위에서 엉덩뼈능선(Iliac crest)과 어깨뼈 아래각(inferior angle)의 사이인 복부의 전방 가쪽 연(anterolateral aspect)에서 변환기를 수직으로 세워 가로방향으로 위치하게 하며, 외측복근들이 선명하게 나타날 때까지 조정하였고, 배가로근 시작점을 초음파 모니터화면 외측에 위치하게 하여 기준점으로 이용하였고, 호기(expiration)의 시작과 함께 배가로근이 동원되기 때문에 이로 인한 외적 요인을 제한하기 위하여 모든 영상은 호기를 마친 시점의 영상을 수집 하였다(Hodges와 Gandevia, 2000). 각각의 운동을 한 후 근 피로도를 최소화 하기 위하여 5분간 휴식시간을 가졌고, 좌측 몸통근육만 측정하였다.

3. 측정도구

근육의 두께 분석을 위한 초음파 영상수집은 초음파 영상 장치를(myLab25, esaote, italy) 이용하여, 측정하였다. 이장치의 주파수 변조 범위는 6~9MHz이며 gain의 범위는 20~80이다. 초음파 변환기는 7.5MHz 선형탐촉자(linear transducer)이며, 측정이 일정하게 되도록 피부와 변환기를 직각으로 하여 자료를 획득하였으며 3회 반복 측정 후 그 평균값을 사용하였다. 측정자의 주관적인 영향을 끼칠 것을 감안하여 몸통근의 해부학적 지식이 있는 물리치료사가 측정하였다.

4. 분석방법

모든 자료는 SPSS ver 19.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였고 대상자의 일반적 특성의 정규분포 여부를 알아보기 위해 단일표본 Kolmogorov-smirnov검정을 하여 정규분포가 인정되어 각각의 측정항목에서

차이를 알아보기 위해 반복 측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였고 사후검정은 Scheffe 다중비교분석을 하였다. 통계학적 유의성을 검증하기 위해 유의수준을 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 지지면과 무릎관절 굽힘 각도 차이에 따른 몸통근육의 두께변화

지지면과 무릎관절 굽힘 각도에 따른 배곧은근과 배속빗근의 두께 변화는 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 배바깥빗근과 배가로근은 지지면과 무릎관절 굽힘각도에 따른 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 배바깥빗근의 사후검정 결과 안정면 120°, 60°와 불안정면 120°, 60°에서, 안정면 90°와 불안정면 120°, 90°, 60°에서 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 배가로근은 안정면 60°와 불안정면 120°에서 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)<표 1>.

IV. 고 찰

신체의 코어부위는 때론 몸통으로 언급되고, 특히 배가로근과 배속빗근은 척추의 동적 안정화에 핵심역할을 하며, 배곧은근과 배바깥빗근 그리고 척추세움근은 지지면과 관련하여 몸통자세를 조절하는데 기여한다(Kymaresan 등, 2016; Escamilla 등, 2010).

코어근육의 운동동원은 복부를 포함한 등, 골반 그리고 엉치관절을 통하여 신체 몸쪽에서 먼쪽으로의 신체안정성을 돕는 이유로 최적의 근력생산과 함께 섬세한 허리 골반 움직임과 엉덩관절의 움직임을 만들어서 적절한 힘의 방향전환과 함께 척추에서 골반과 먼 쪽 사지분절까지 전달한다(Kymaresan 등, 2016; Devlin, 2000).

Choi 등(2015)은, 21명의 신체 건강한 대상자를 상대로 세라밴드를 이용한 등척성 엉덩관절의 모음을 유도하는 교각운동 동작을 시행하여, 골반의 앞쪽 기울임 동작 시 척추세움근과 큰불기근 그리고 뒤넓다

리근(hamstring) 활성도의 비율을 연구하였는데, 세라밴드를 이용한 엉덩관절 내전이 큰볼기근의 활성도의 현저한 증가와 골반 앞쪽 기울임(anterior pelvic tilting)을 줄이는 효과적 방법이라고 보고하였다.

본 연구는 안정적 지지면과 불안정지지면에서 무릎관절의 굽힘 각도 차이에 따른 코어근육의 두께 변화를 알아보았다.

배배깎빚근과 배가로근은 지지면과 무릎관절 굽힘 각도에 따른 유의한 차이가 있었다.

배배깎빚근에서 안정면 120°와 60° 그리고 불안정면 120°와 60°에서 유의한 차이가 있었다. 이것은 안정적 지지면과 불안정적 지지면 둘다에서 근육에서 길이와 장력과의 관계라고 생각된다

Kim 등(2013)은, 20명의 건강한 남성들을 대상으로 치료공(therapeutic ball)위에서 교각운동 동안 선택적 몸통 근육으로 배가로근, 배속빚근, 척추세움근 그리고 못갈래근의 표면 근전도의 효과를 연구하였는데, 교각운동 시 팔에 증가하는 무게 움직임이 고유수용성감각을 증가시키고 내부적 동요를 만들어 운동조절(motor control)의 요구를 증대하여 몸통의 안정성을 촉진한다고 보았다.

본 연구는 안정면 무릎각도 90°와 불안정면 무릎각도 120°와 90° 그리고 60°에서 유의한 차이가 있었다. 이것은 안정면과 불안정면 둘 다에서 근육의 적당한 길이가 근두께에 영향을 준다고 볼 수 있으며 이것은 근육의 길이와 장력관계라고 생각된다.

Yoon 등(2017)은, 건강한 성인 15명을 대상으로 불안정한 지지면과 안정적인 지지면에서 교각운동시 배곧은근과 배속빚근, 척추세움근 그리고, 못갈래근(multifidus)에 대해 몸통 근육의 변화를 표면근전도를 이용하여 연구한 결과 교각운동 시 엉덩관절 모음과 불완전지지면이 몸통근육의 활성화에 전략적으로 유용할 수 있다고 보고하였다. 이것은 본 연구와 비교해볼 때 체간의 불안정성에 따라 코어근의 활성화가 자세안정근에 영향을 주고 이는 본 연구의 근두께의 증가와 유사하다고 생각한다.

본 연구는 배가로근은 안정면 60°와 불안정면 120°에서 유의한 차이가 있었다. 이것은 교각운동 시 안정

지지면 90°에 비해서 불안정 지지면과 무릎각도 120°와 90°의 변화가 신체의 균형조절을 증진시키는 것이라고 생각된다. 그리고 이것은 코어근육의 근두께의 변화와 함께 자세안정화에도 기여할 것이라 생각된다.

Kim 등(2016)은, 20명의 건강한 남성들을 대상으로 한쪽 또는 양쪽 다리에서 등척성 엉덩관절 모음을 프랭크운동을 하는 동안 배배깎빚근과 배속빚근 그리고 배가로근에서 근전도 활성도를 비교 연구를 하였는데, 프랭크운동을 하는 동안 등척성 엉덩관절 모음을 같이 시행하는 것은 배 근육 활성도를 강화하는 유용한 방법이라고 하였으며, 한쪽 다리의 엉덩관절 모음이 양쪽 다리의 엉덩관절 모음보다 훨씬 더 효과적이라고 하였다.

Kang 등(2016)은, 20대의 건강한 남녀 20명을 대상으로 교각운동을 하는 동안 엉덩관절 모음근의 각도를 0°, 15°, 30°로 나누어 큰볼기근의 활성도를 근전도를 통하여 보았는데, 교각운동 시 엉덩관절 모음 각도가 30°에서 척추세움근의 근전도활성도의 최소화과 골반의 앞 기울임 각도(Anterior pelvic tilting angle)의 보상작용이 최소화되는 결과를 도출했는데, 이는 교각운동 시 엉덩관절 모음 각도가 30°가 큰볼기근의 현저한 근활성도를 촉진한다고 보고하였다. 이것은 본 연구와 비교해볼 때, 관절 각도에 따라 최적의 근육 활성도는 교각운동 시 무릎각도에 따른 최적의 근두께 변화와 일치한다고 생각한다.

Han과 Kim(2014)은 네발기기자세에서 과제난이도에 따른 몸통 근두께 변화에서 운동 각도에 따라 다양한 몸통 근두께 변화가 발생한다고 보고하였다. 또 다른 연구에서는 몸통안정화 운동을 하는 동안 적절한 몸통 근육의 수축을 촉진하기 위해 실시간 초음파 영상 피드백을 추천한다고 했다(Joel과 Sivakumar, 2018).

본 연구에서 교각운동 시 무릎의 굽힘 각도를 각각 120°와 90° 그리고 60°에 따라 배곧은근과 배속빚근의 두께 변화의 결과를 알아보았지만 별다른 유의한 차이가 없었다.

본 연구의 제한점은 특정 나이의 대상자 한정과 적은 수의 대상자로 일반화하는 데 다소 어려움이 있었

다. 그러나 차후 이러한 제한점을 보완하여 성별 및 나이의 변화로 보다 체계적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 고전적 운동(Classical exercise)에서 교각 운동을 통한 코어근 강화를 안정적인 지지면과 불안정적 지지면 위에서 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 시행되었다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 배바깥빗근과 배가로근은 지지면과 무릎관절 굽힘 각도에 따른 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
2. 배바깥빗근에서 안정면 120°와 60° 그리고 불안정면 120°와 60°에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
3. 안정면 무릎각도 90°와 불안정면 무릎각도 120°와 90° 그리고 60°에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
4. 배가로근은 안정면 60°와 불안정면 120°에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
5. 교각운동 시 무릎의 굽힘 각도를 각각 120°와 90° 그리고 60°에 따라 배곧은근과 배속빗근의 두께 변화의 결과를 알아보았지만 별다른 유의한 차이가 없었다.

참고문헌

- Abt JP, Smoliga JM, Brick MJ et al. Relationship between cycling mechanics and core stability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2007;21(4);1300-4.
- Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2009;17(7);705-29.
- Amiridis IG, Hatzitaki V, Arabatzi F. Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neuroscience letters*. 2003;350(3);137-40.
- Behm DG, Anderson KG. The role of instability with resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2006;20(3);716-22.
- Biabanimoghadam M, Motealleh A, Cowan SM. Core muscle recruitment pattern during voluntary heel raises is different between patients with patellofemoral pain and healthy individuals. *The Knee*. 2016;23(3);382-6.
- Borghuis J, Hof AL, Lemmink KA. The importance of sensory-motor control in providing core stability. *Sports medicine*. 2008;38(11);893-916.
- Borreani S, Calatayud J, Martin J et al. Exercise intensity progression for exercises performed on unstable and stable platforms based on ankle muscle activation. *Gait & posture*. 2014;39(1);404-9.
- Calatayud J, Borreani S, Martin J et al. Core muscle activity in a series of balance exercises with different stability conditions. *Gait & posture*. 2015;42(2);186-92.
- Choi SA, Cynn HS, Yi CH et al. Isometric hip abduction using a thera-band alters gluteus maximus muscle activity and the anterior pelvic tilt angle during bridging exercise. *Journal of Electromyography and kinesiology*. 2015;25(2);310-5.
- Devlin L. Recurrent posterior thigh symptoms detrimental to performance in rugby union. *Sports Medicine*. 2000;29(4);273-87.
- Escamilla RF, Lewis C, Bell D et al. Core muscle activation during swiss ball and traditional abdominal exercises. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2010;40(5);265-76.
- Han JM, Kim KS. The change of muscle thickness in accordance with angle of shoulder joint and hip joint at the quadrupedal position. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2014;15(2);934-9.

- Hodges PW, Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of applied Physiology*. 2000;89(3):967-76.
- Imai A, Kaneoka K, Okubo Y et al. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2010;40(6):369-75.
- Ishida H, Suehiro T, Suzuki K et al. Muscle thickness and echo intensity measurements of the rectus femoris muscle of healthy subjects: Intra and inter-rater reliability of transducer tilt during ultrasound. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2018;22(3):657-60.
- Joel T, Sivakumar R. An extensive review on despeckling of medical ultrasound images using various transformation techniques. *Applied Acoustics*. 2018;138:18-27.
- Kang S-Y, Choung SD, Jeon HS. Modifying the hip abduction angle during bridging exercise can facilitate gluteus maximus activity. *Manual therapy*. 2016;22:211-5.
- Kim MJ, Oh DW, Park HJ. Integrating arm movement into bridge exercise: Effect on emg activity of selected trunk muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2013;23(5):1119-23.
- Kim KH, Park RJ, Jang JH et al. The effect of trunk muscle activity on bridging exercise according to the knee joint angle. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2010;5(3):405-12.
- Kim SY, Kang MH, Kim ER et al. Comparison of emg activity on abdominal muscles during plank exercise with unilateral and bilateral additional isometric hip adduction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2016;30:9-14.
- Kymaresan A, Anton MJ. Effect of core muscle exercise in improving reaching activities in participants with hemiplegia. *Int J Pharm Bio Sci*. 2016;7(3):1096-104.
- Nomura H, Adachi H, Kamakura T. Feasibility of low-frequency ultrasound imaging using pulse compressed parametric ultrasound. *Ultrasonics*. 2018;89:64-73.
- Palakshappa JA, Reilly JP, Schweickert WD et al. Quantitative peripheral muscle ultrasound in sepsis: Muscle area superior to thickness. *Journal of critical care*. 2018;47:324-30.
- Saliba SA, Croy T, Guthrie R et al. Differences in transverse abdominis activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*. 2010;5(2):63.
- Strasser EM, Draskovits T, Praschak M et al. Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly. *Age*. 2013;35(6):2377-88.
- Vera-Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*. 2000;80(6):564-9.
- Yoon JO, Kang MH, Kim JS et al. Effect of modified bridge exercise on trunk muscle activity in healthy adults: A cross sectional study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2017;22(2):161-167.
- Wang XQ, Zheng JJ, Yu ZW et al. A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *PloS one*. 2012;7(12):e52082.
- 논문접수일(Date Received) : 2018년 11월 29일
 논문수정일(Date Revised) : 2018년 12월 15일
 논문게재승인일(Date Accepted) : 2018년 12월 24일

부록1. 표

표 1. 지지면과 무릎관절 굽힘 각도 차이에 따른 몸통근육의 두께변화

	Sta 120 ^{oa}	Sta 90 ^{ob}	Sta 60 ^{oc}	Unsta 120 ^{od}	Unsta 90 ^{oe}	Unsta 60 ^{of}	F	Post-hoc
RA	7.29±2.51 [†]	6.98±2.58	6.83±2.41	7.85±2.67	7.59±2.36	7.70±2.62	1.085	a,b,c,d,e,f
EO	4.25±1.32	3.91±1.18	3.64±1.03	4.80±1.06	4.05±0.99	4.46±1.09	19.142*	a,c<d,f b<d,e,f
IO	9.75±1.58	9.67±1.75	9.34±1.52	10.32±1.69	10.06±1.63	9.73±1.56	0.662	a,b,c,d,e,f
TrA	3.34±0.40	3.10±0.38	3.28±0.46	4.05±0.46	3.68±0.43	3.86±0.42	3.354**	c<d

[†]평균±표준편차

RA: Rectus abdominis; EO: External oblique abdomen; IO: Internal oblique abdomen; TrA: Transverse abdomen; Sta: Stable; Unsta: Unstable

*p<0.05, **p<0.01.