

스위스 볼을 적용한 교각 자세 변화에 따른 체간의 근 활성화도 비교

손선태 · 김민혜 · 김희진 · 윤지혜 · 이수경 · 정주영 · 배성수

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

The Comparison of Trunk Muscles Activity During Bridging Stabilization Exercises on Swiss Ball According to Change of Position

Sun-tae Son, Min-hye Kim, Hee-jin Kim, Ji-hye Yoon,
Su-kyung Lee, Ju-young Jung, Sung-soo Bae

Department of Physical Therapy College of Rehabilitation Science, Daegu University

<Abstract>

Purpose : The purpose of this study was to assess the effect of bridging stabilization exercises of trunk muscles activity on a Swiss ball according to change of position.

Methods : 30 healthy university students volunteered to participate in this study. Subjects were required to complete following three exercise positions. Exercise position 1; Supine bridge with Swiss ball, Exercise position 2; Side bridge with Swiss ball, Exercise position 3; Prone bridge with Swiss ball. Surface electromyography from selected trunk muscles was normalized to maximum voluntary isometric contraction.

Results : A repeated measures of ANOVA with Duncan's correction was used to determine the influence of exercise type on muscle activity for rectus abdominis, external oblique, erector spinae. The erector spinae of exercise position 1 showed significantly higher muscle activity than exercise position 2, 3($p<.05$). The external oblique of exercise position 2, 3 showed significantly higher muscle activity than exercise position 1($p<.05$). The rectus abdominis of exercise position 3 showed significantly higher muscle activity than exercise position 1, 2($p<.05$)

Conclusion : These results indicate that muscle activity can be influenced by addition of a Swiss ball in bridging exercises. It is recommend to use a Swiss ball for trunk stabilization exercise.

Key Words : Position, Bridging stabilization exercise, Electromyography, Trunk muscle

I. 서 론

요통은 많은 사람들이 경험하는 증상 중의 하나

교신저자 : 손선태, E-mail: ssbae@daegu.ac.kr

논문접수일 : 2009년 10월 3일 / 수정접수일 : 2009년 10월 19일 / 게재승인일 : 2009년 11월 6일

로 성인 중 80% 이상이 일생동안 한번쯤 경험하고 있으며, 사회가 산업화될수록 그 발생 빈도가 증가되고 있는데 O'Sullivan 등(2003)은 요통환자의 심부근육이 정상인에 비하여 약화 되어있고, 고유수용성 감각기능 저하에 의하여 재위치 감각(reposition sense) 능력이 결여되어 있기 때문에 척추의 안정성에 문제가 발생되어 요통 재발의 원인이 된다고 지적하고 있다. 또한 요부근육은 일상생활 중 다양한 자세를 유지하는데 필수적이기 때문에 요부근육의 적절한 근력과 지구력의 유지는 매우 중요하다.(배지혜 등, 2001)

Arokoski 등(2001)은 요통을 위한 운동에는 1937년 williams가 제안한 요부 굴곡 운동에서부터 시작하여 옆드린 자세, 똑바로 누운 자세, 교각 자세 등, 여러 자세에서 매트, 볼, 아령, 균형판 등을 이용한 운동 형태까지 다양하게 제시하고 있다. 그 중 교각운동(bridging exercise)은 임상에서 체간 안정화 프로그램으로 사용되고 있다. 교각운동은 요통환자들이 편안함을 느끼고 통증이 줄어드는 자세이며, 대근육과 국소근육이 적절한 비율로 협응 할 수 있도록 재훈련 시킬 수 있다.(Stevens 등, 2007). 또한 교각운동은 요통환자를 대상으로 요부안정화(lumbar stabilization)를 증진시키기 위하여 이용되었다. 배성수 등(2004)은 요통환자들에게 적용된 요부 안정화 운동이 기능적 수준의 향상과 통증의 감소 그리고, 요부에서 관절가동범위 증가와 척추전체 굴곡가동범위를 증가시킨다고 제시하였다.

안정화운동의 목적은 조절능력을 회복시키기 위한 것이며, 현재 요통환자의 치료의 필수적인 접근 방법으로 사용되고 있다. 체간의 올바른 정렬을 인식하고 교정하기 위해서는 정상적인 운동감각이 반드시 필요하며, 이 운동 감각은 피부나 근육 그리고 관절에 분포되어있는 감각 수용기로부터 얻는 감각입각에 의해 크게 영향을 받는다(Maffey-ward 등, 1996).

김권영 등(2000)은 스위스 볼 운동은 요통으로 긴장하거나 굳어진 요부 근육을 이완시키고, 근육이 풀리면서 허리뼈 관절의 가동 범위가 넓어지고, 디스크에 가해지는 압력을 줄일 수 있고, 척추의 균형을 잡아주는 역할도 하는데, 이는 말랑말랑한 볼 위

에서 지속적으로 같은 자세를 유지하기 위해서는 체중과 균형감각을 잘 이용해야 하기 때문이다. Marshall 등(2005)에 의하면 스위스 볼과 같은 불안정한 물체위에서의 교각자세는 몸통과 스위스 볼의 거리가 멀어질수록 복근 군에 더 강한 자극을 주는 것으로 나타났다.

스위스 볼 운동을 통해 얻을 수 있는 치료적 효과로는 가동성(mobility)치료와 신장(stretching), 감각-운동 훈련 그리고 근육의 안정화 운동, 근력 강화 운동, 근지구력 운동, 협응성 운동 등의 목적으로 적용할 수 있다. 이러한 효과를 얻기 위해서는 스위스 볼 운동을 환자들의 상태에 맞게 적절히 적용하여 부하를 증가시켜 줄 수 있어야 한다. 스위스 볼 운동에서 사용할 수 있는 치료 용량의 변화 요소로는 체간과 볼과의 거리, 볼을 지지하는 사지의 위치 등에 따라 변화를 줄 수 있다(김이천, 2004). 또한 스위스 볼을 이용한 운동은 다른 운동기구보다 거부감 없이 친근하고 쉽게 적용할 수 있으며, 운동 효과가 몸에 충격을 주지 않는 저 충격운동이라 할 수 있다(한상완, 2001).

안정된 바닥이나 평평한 곳에서의 운동은 그다지 많은 균형 감각을 요구하지 않지만, 동그란 형태의 불안정한 구조를 가진 스위스 볼 위에서의 운동은 안정된 자세 유지를 위해 더 많은 균형 감각이 요구되고, 지속적인 자세유지를 위한 체중의 적절한 이용은 운동에 동원되는 근육량을 증가시키게 된다.

근육이 관절의 안정성을 증가시키기 위해서는 관절의 각 방향에서 서로 대항하는 주동근과 길항근이 동시에 적절한 비율로 공동수축을 해야 한다(McGill et al. 2003). 따라서 체간의 안정성을 증진시키기 위한 운동에는 복근과 척추 기립근들의 근력과 협응 능력을 증진시키는 것이 필수적이다(김수정 2007). 척추의 근육과 복근은 체간의 안정화에 기여하며, 복근은 운동학적으로 체간을 움직이고 안정화시키며 과중한 부하를 들어 올리는 동작에서 요추와 천장관절을 지지하는데 기여하며, 체간은 사지를 움직이는 근육들의 기시부로서 작용을 하여 체간은 정적 자세를 유지해야만 한다(Hall과 Brody, 1999; Neumann, 2002).

복직근과 복사근은 체간 굴곡의 주동근이며, 골

반을 적절히 고정하였을 때는 복직근 하부가 주로 작용하며, 골반을 기울이고 고정하지 않은 채 체간을 굴곡하면 복직근의 상부가 작용하게 된다(김이천 2004). 복직근은 복벽의 앞쪽을 이루며 체간 굴곡에 주로 작용을 하며 편측 수축 시 체간의 측굴과 회전이 약간 발생할 수 있으며 복부 내압을 높이는 데 기여도가 낮다(Richardson 2002).

복사근들은 체간의 신전과 측방 굴곡 시에 안정성을 담당한다. 외복사근은 복직근과 함께 가장 바깥층에 있는 근육으로 내복사근과 함께 측면 복벽을 이룬다. 근섬유는 갈비뼈에서 몸의 중앙선 쪽으로 사선방향으로 주행하고 있어 내복사근과 교차한다. 좌우 외복사근 중 편측만 수축할 경우 체간의 측굴과 반대측 회전이 발생하고 좌우 외복사근이 함께 수축할 경우 체간의 굴곡이 발생한다(Richardson 2002). 또한 척추근육은 대 근육(global muscle)과 국소근육(local muscle)으로 구분할 수 있다. 대근육은 복부와 요추부위를 둘러싸고 있는 크고 신체 표면에 위치한 근육으로 주로 힘을 생성하고 전체적인 체간 안정성에 관여한다. 국소근육은 복부와 요추부위 깊은 곳에 위치한 내재근(intrinsic muscle)으로 척추에 직접 연결되어 척추의 미세한 조절과 척추 분절간 안정성에 관여한다(Bergmark 1989). 대근육과 국소근육들 사이에 조절된 공동작용은 척추의 안정된 상태를 유지시킨다(Marshall, Murphy 2005; Stevens 등 2007).

스위스 볼을 이용한 교각자세의 위치변화를 건강한 성인 남녀 20대에게 적용하여 복직근, 외복사근, 척추기립근의 근 활성화도에 미치는 영향을 규명하려고 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구의 실험 참여는 대구대학교에 재학 중인 건강한 성인 남녀 30명을 대상으로 하였다. 연구대상자는 허리에 외과적, 신경학적 질환이나 최근 6개월 동안 허리에 통증을 경험하지 않는 자로 실험에 요구되는 운동을 수행할 수 있는 근력 관찰가동범

위, 균형능력을 갖추었다. 연구대상자는 남자 15명, 여자 15명이었으며 모든 대상자에게는 자발적인 동의를 얻은 후 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 설명한 후 실험에 참여하였다.

Table 1. Characteristics of subjects(Man) (n=15)

characteristic	average± standard deviation	range
age(years)	25.4 ±2.23	20-28
Height(cm)	173.87 ±6.19	167-186
Body weight(kg)	68.37 ±6.06	57-81

Table 2. Characteristics of subjects(Woman)(n=15)

characteristic	average± standard deviation	range
age(years)	23 ±1.25	20-28
Height(cm)	163.46 ±3.56	158-169
Body weight(kg)	50.2 ±3.82	44-57

2. 실험기기 및 자료수집

각 운동 동안에 체간근의 활성화를 알아보기 위하여 표면 근전도(surface EMG) BioGraph Infiniti™ (Thought Technology Ltd, Canada)를 사용하였다 (Fig 1). 근전도 전극의 피부저항을 줄이기 위하여 전극 부착 부위에 털을 면도기로 제거하고, 알코올로 피부를 소독한 후, 3극으로 구성된 3극 표면 전



Fig 1. Surface EMG, BioGraph Infiniti™ (Thought Technology Ltd, Canada)

극을 부착하였다. 표면 전극은 오른쪽 세 개의 체간 근육 근복 부위에 부착하였다. (1) 복직근(rectus abdominis): 배꼽에서 외측 2cm지점. (2) 외복사근(external oblique): 배꼽에서 외측 15cm지점. (3) 척추기립근(erector spine): L4 극돌기로부터 외측 2cm 지점.

근 활성화 측정 시 근전도 신호의 주파수 범위는 20~500Hz 사이로 설정하였으며 3개의 유선채널을 통해 입력된 아날로그 근전도 신호는 14비트 아날로그-디지털 변환기(14 Bit Analog-Digital converter)를 사용하여 디지털 신호로 변환하였으며, TT-USB를 이용하여 분석용 컴퓨터에 연결하여 자료를 수집하였다. 각 자세는 20초간 유지하며 얻어진 근전도 신호 중 앞과 뒤의 각 5초를 제외한 후 10초의 신호를 수집하였다. 수집된 모든 근전도 신호를 root mean square(RMS) 처리하였다. 각 자세는 3번 측정하여 평균값을 구하였고 수집된 값은 RMS된 최대 수의적 등척성 수축으로 정규화 하였다. 최대 수의적 등척성 수축의 측정은 5초간 2회를 측정하였으며, 앞과 뒤의 각 1초를 제외한 3초간의 근 활성화도의 최대값의 평균값을 계산하였다. 최대 수의적 등척성 수축의 측정 자세는 Daniels와 Worthingham (Hislop 등, 1995)의 도수근력검사 방법을 참고하였다. 근전도 신호는 %MVIC로 표기하였다.

3. 운동방법

본 연구는 3가지 운동을 비교하였다. 각 운동은 다음과 같다.

(1) 운동 1 : 실험대상자는 바닥에 똑바로 누워 스위스 볼을 발뒤꿈치 밑에 놓고 양팔을 15° 외전



Fig 2-1. Exercise position 1

하여 손바닥이 바닥을 향하게 놓는다. 고관절 굴곡이 0°가 될 때까지 들어 올리고 그 자세를 유지한다(Fig 2-1).

(2) 운동 2 : 실험대상자는 스위스 볼 옆에 한쪽 무릎을 꿇고 반대편 다리는 옆으로 뻗는다. 그리고 볼 너머로 한쪽 손을 바닥에 짚는다. 자세를 잡은 후 꿇은 무릎을 펴면서 짚고 있는 손을 가슴으로 가져와 유지한다(Fig 2-2).



Fig 2-2. Exercise position 2

(3) 운동 3 : 실험대상자는 스위스 볼 위에 양쪽 전완부를 올려놓고 엎드린 자세를 취하여 양쪽 발 끝만 바닥에 닿은 상태로 유지한다(Fig 2-3).



Fig 2-3. Exercise position 3

실험 시작 전 대상자들은 실험 방법을 충분히 설명을 듣고 연습하였다.

각 자세 순서는 무작위로 시행하였으며 자세는 20초 간 실시하였고 피로를 고려하여 각 운동 사이마다 20초 간 휴식을 취하였다.

스위스 볼 크기 선택은 스위스 볼 가이드에서 제시한 Table 2에 따라 선택하였다.

Table 2. Swissball size

Height (cm/inch)	Ball Size (cm/inch)	Ball Color
140~150 / 55~66	45 / 17.7	yellow
155~165 / 61~66	55 / 21.6	red
170~180 / 67~71	65 / 25.6	green
183~190 / 72~75	77 / 29.5	blue
190이상 / 75이상	85 / 33.5	white

Table 3. Comparison of one-way ANOVA test according to movement method with activities of trunk muscles (%MVIC)

Movement	average± standard deviation	F	p
RF	1 17.98±16.88	20.45	.000*
	2 22.72±16.60		
	3 60.49±42.75		
EO	1 15.15±9.70	19.50	.000*
	2 39.96±26.85		
	3 55.53±33.15		
ES	1 31.63±10.92	28.26	.000*
	2 31.75±17.62		
	3 9.32±10.08		

RF : Rectus femoris
EO : External oblique
ES : Erector spinae

4. 분석방법

본 연구의 자료는 윈도우용 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다. 각 항목별 평균 및 표준편차를 산출하였고, 운동방법에 따른 각 근육들의 근 활성화도 차이를 알아보기 위하여 반복 측정된 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 사용하였다. 사후 각 변인의 변화를 비교하기 위하여 Duncan's correction을 사용하였다. 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

III. 연구 결과

1. 운동방법에 따른 체간근의 근 활성화도(%MVIC)

운동방법에 따른 각 체간근육들의 근 활성화도(%MVIC)는 Table 3과 같다. 운동방법에 따라 복직근, 외복사근, 척추기립근의 근 활성화도는 유의한 차이가 있었다($p<.05$).

2. 운동방법에 따른 체간근의 근 활성화도 다중비교

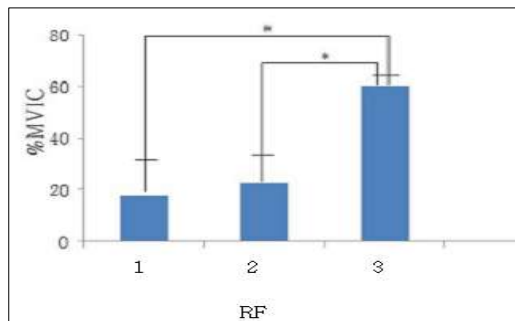
운동방법에 따른 근전도 신호량을 알아본 결과 복직근의 근 활성화도는 운동 1과 운동 3, 운동 2와 운동 3 사이에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$).

Table 4. Comparison of movement method with activities of trunk muscles

RF	Average difference(I-J)	Standard error	p
1-2	-4.74	3.40	.173
1-3	-42.51*	7.58	.000*
2-3	-37.76*	6.60	.000*

EO	Average difference(I-J)	Standard error	p
1-2	-24.82*	4.44	.000*
1-3	-40.39*	5.96	.000*
2-3	-15.57*	5.79	.012*

ES	Average difference(I-J)	Standard error	p
1-2	-.117	2.62	.965
1-3	-22.31*	2.43	.000*
2-3	-22.43*	3.18	.000*



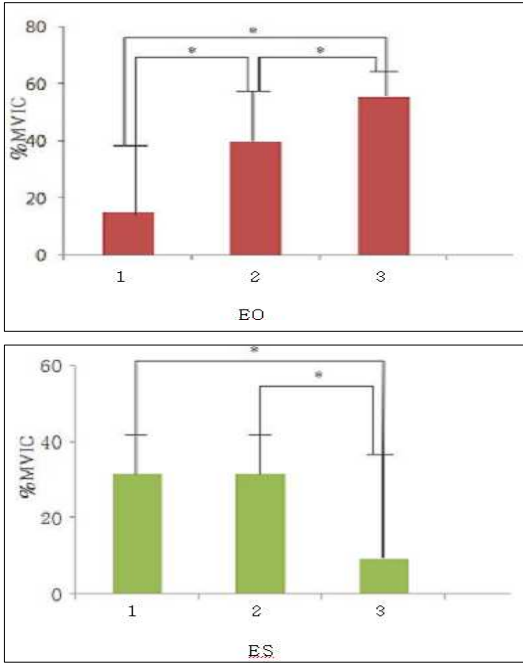


Fig 3. Comparison of movement method with activities of trunk muscles(*p<.05)

외복사근의 근 활성화도는 운동 1과 운동2 사이에서 유의한 차이가 있었다(p<.05). 척추기립근의 근 활성화도는 운동 1과 운동 3 사이에서 유의한 차이가 있었다(p<.05) (Table 4, Fig3).

IV. 고 찰

척추 안정화 운동의 주요 목적은 척추 주변 근육의 반복적인 미세손상, 불안정으로 인한 통증, 척추의 퇴행성 변화로부터 척추관절을 보호하는 것이다 (stevens 등, 2006) 척추 분절의 안정성에 관여하는 근육으로는 복부 근육은, 복직근, 복횡근, 내복사근, 외복사근으로 구성되어 있으며, 중심 안정성을 유지하는데 가장 중요한 근육으로 내부 장기를 지지하고 보호하며, 복압을 증가시키는 thoracolumbar fascia(TFL)기전에 이들 근육이 직접 참여한다는 측면과 복강의 내압을 강화해 척추의 안정성을 높여 준다는 측면에서 특히 더 중요하다(Nouwen et al, 1987). 안정화 운동을 통한 근육들의 근력강화와 축진은 근골격계 질환의 치료와 예방, 운동능력을 강

화하는 목적으로 사용되고 있다(Akuthota와 Nadler, 2004). 또한 체간 안정화 운동 동안에 체간근육들의 활성화 수준을 이하는 것은 운동 프로그램을 만들고, 처방할 때 운동 강도 조절을 위하여 중요하다 (Lehman 등, 2005). 그리고 이 운동은 요부 분절의 불안정성을 해결하기 위한 스트레스를 감소시키고 증상의 악화와 통증을 감소시키기 위해 요부의 안정성에 관여하는 신경-근육에 치료의 초점을 맞춘 것으로 요부 분절 근육들의 활동 증가에 의해 유지되고, 활동하는 동안 큰 체간 근육들과 작은 내재근들 사이의 조화로운 근육 동원을 위한 운동 조절을 강조하고 있다.

이전의 연구들에서 안정화 운동 시 스위스 볼 사용이 체간근 활성화에 미치는 영향은 논란이 되고 있다. Vera-Garcia 등(2000)은 윗몸일으키기 시 스위스 볼 유, 무에 따른 체간근 활성화도 변화를 알아 보았다. 그 결과, 스위스 볼 사용 시, 더 높은 체간근 활성화도를 보였다. 또한 선행 연구들에서는, 체간 안정화 운동에서 스위스 볼 유, 무에 따른 근 활성화도 비교는 스위스 볼을 이용한 운동에서의 근 활성화도가 더 높게 나온 것들이 많았다. 이처럼 스위스 볼 유, 무를 비교한 연구들은 많았으나 스위스 볼을 이용한 여러 자세를 비교한 연구는 많지 않았다. 그래서 본 연구는 스위스 볼을 이용한 운동이 유의한 차이가 있다는 것을 전제하고 스위스 볼을 이용한 여러 가지 교각 자세들 간의 근 활성화도를 비교하고, 효과적인 운동 방법이 어떤 것인지 알아보려고 한다.

스위스 볼을 이용한 교각 운동 시 자세변화에 따른 근전도 신호량을 알아본 결과 복직근의 근 활성화도는 운동 1과 운동 2에 비해 운동 3에서 더 높은 활성화 수준을 보였다. 외복사근의 근 활성화도는 운동 1에 비하여 운동 2와 운동 3에서 더 높은 활성화 수준을 보였으며, 척추기립근의 근 활성화도는 운동 1에서 더 높게 나왔다.

운동방법에 따른 각 근육들의 비교 시 운동 1에서 복직근과 외복사근에 비해 척추기립근에서 더 높은 활성화도를 보였다. 운동 2에서는 외복사근이, 운동 3에서는 복직근과 외복사근이 척추기립근보다 높은 활성화도를 보였지만 외복사근이 복직근보다 약간 높은 활성화도를 보였다.

운동 1과 운동 2, 운동 3의 체간근 활성화수준을 비교시 복직근, 외복사근에서 운동 3이 운동 1과 운동2보다 유의하게 높았다. 그러나 척추 기립근에서는 오히려 운동 1이 운동 3보다 활성화 수준이 유의하게 높았다. 이러한 다른 결과는 각 운동간 스위스 불의 위치와 운동방법간의 차이 때문이다. 운동 3과 같은 경우는 전원부만 불을 위치시킴으로 자세의 불안정으로 인하여 앞쪽의 복부에 있는 체간근 등은 운동 1보다 더 높은 활성화 수준을 보였다. 그러나 척추기립근은 불이 자세를 지지하는 역할을 하여 운동 1보다 더 낮은 활성화 수준을 보인 것으로 예측된다.

운동 3에서 복직근이 외복사근보다 근 활성화도가 더 높게 나와야 하는데 외복사근의 근 활성화도가 높게 나타난 것은 다음과 같은 이유 때문으로 판단된다. 첫 번째는 지지면의 불안정성이 하나의 원인일 수 있다. 지지면의 불안정한 상황에서 균형을 유지하기 위해서는 신체 분절을 지나는 근육의 공동수축(co-contraction)이 발생한다(김종만과 이충희 등, 1997; Shumway -Cook과 Woollacotte, 1995). 스위스 불의 좌우 불안정은 척추 회전에 대한 부담이 증가될 수 있다. 체간의 좌우 회전은 복직근과 같은 종의 방향으로 배열된 근육보다는 사선 또는 횡으로 주행하는 내-외복사근이나 복횡근에 의해서 조절된다(Hall과 Brody, 1999; Neumann, 2002). 그러므로 스위스 불의 좌우 불안정을 극복하기 위하여 내-외복사근의 공동 수축이 발생하여 근 활성화도가 유의하게 증가한 것으로 생각된다(이한숙 등, 1996; Shumway-Cook과 Woollacotte, 1995).

두 번째 이유는 지지면적의 차이로 인한 감각입력 정보의 차이로 발생할 수 있다. 체성감각 입력은 균형유지에 영향을 미치는 요소이다(Shumway-Cook과 Woollacotte, 1995). 스위스 불은 체간의 중심에서만 체성감각이 입력되는 자세이기 때문에 균형유지에 어려움을 극복하기 위하여 복사근의 근 활성화도가 증가했을 것이다.

세 번째 이유로는 전정감각의 자극 때문으로 판단된다. 균형 조절을 위해서 전정감각은 매우 중요하다(Shumway-Cook과 Woollacotte, 1995). 스위스 불의 좌우 흔들림은 전정감각을 자극하여 척추 주

위의 근육 근 활성화도를 증가시키는데 기여했을 것으로 생각된다.

이와 같이 체간 근육들의 활성화수준은 과제와 자세유지에 필요한 안정성의 정도에 따라 달라진다.

이 연구는 대구대학교에 재학 중인 대학생 중 본 연구의 조건에 충족하는 한정된 인원만을 대상으로 하였고, 근전도 실험에서 표면전극은 표층 근육의 근전도 신호량 수집에만 사용될 수 있기 때문에 척추 안정성에 기여하는 가장 중요한 심부근육인 다열근(multifidus)과 복횡근(trans-verse abdominal)은 가는 동선(fine-wire)의 근육 내 전극을 사용하여 근 활성화도를 측정해야 정확성을 알 수 있으므로, 표면 근전도를 사용한 측정방법은 정확성이 낮아 적용하지 못한 제한점이 있다. 향후 연구에서는 안정화 운동 시 위에서 언급한 제한점들을 보완하여 근 활성화도를 알아보아야 할 것이다. 또한 여러 자세에서 다양한 기구들을 이용한 체간안정화 운동 시에 체간 근육들에 미치는 영향을 알아볼 것을 제안한다. 본 연구의 결과는 요통감소와 교각안정화 운동을 시행할 때 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 체간 안정화를 위해 스위스 불을 이용한 교각 자세 시 복직근, 외복사근, 척추기립근의 근 활성화도가 자세 변화에 따라 미치는 영향을 알아보는 것이다.

실험결과는 아래와 같다.

1. 운동 1에서 척추기립근의 근 활성화도가 다른 근에 비해 유의한 차이가 나타났다.
2. 운동 2에서 외복사근의 근 활성화도가 다른 근에 비해 유의한 차이가 나타났다.
3. 운동 3에서 외복사근과 복직근의 근 활성화도가 척추기립근에 비해 유의한 차이가 나타났다.

따라서 체간 안정화 운동 시 각 근육에 적합한 운동을 선택하여 운동 효과 증진을 높이는 것을 제안한다.

참 고 문 헌

- 김권영, 심수범, 강정훈 등. 만성요통 환자에서 스위스 볼을 이용한 몸통운동의 효과 한국스포츠리서치. 2006;17(1):102-10.
- 김명진. 교각운동 시 공 적용이 체간근 활동에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2009;16(1):18-22.
- 김미숙. 스위스 볼 운동이 척추측만 여고생의 모아레(Moire) 영상변화와 디트레이닝에 미치는 영향. 한국여성체육학회지. 2007;21(4):30-1.
- 김미숙, 양정흠. 스위스 볼(Swiss ball)운동과 척추교정운동이 발육기 남고생의 척추 측만증에 미치는 영향. 한국체육학회지. 2003;42(2):579-68.
- 김수정, 원종혁, 오재섭. Hook-lying 자세에서 한쪽 다리를 들기 시 지지면의 안정성에 따른 복사근의 근 활성화도 비교. 한국전문물리치료학회지. 2006;13(3):103-4.
- 김수정. 바닥과 폼롤에 누워서 한쪽 다리들기 운동 시 복근의 근 활성화도. 서울 연세대학교 석사학위논문. 2007.
- 김이천. Physioball과 Floor의 요부안정화운동이 성인남자 복근 및 배근의 근 활성화와 균형능력에 미치는 영향. 서울 단국대학교 석사학위논문. 2004.
- 김중만, 이충휘, 노정석 등. 편마비 환자의 균형 기능과 감각조직화. 한국전문물리치료학회지. 1997;4(3):61-9.
- 김재순. 스위스 볼(Swiss Ball) 운동과 슬링(Sling)운동이 만성요통환자의 통증, 유연성 및 근력에 미치는 영향. 서울 국민대학교 석사학위논문. 2005.
- 김태호. 만성요통환자와 정상인의 체간 운동 시 요추 신전근의 근 활성화도와 관절운동범위의 변화. 한국전문물리치료학회지. 2006;13(2):61-4.
- 김택훈, 노성적, 신현석 등. 교각운동 시 복부 드로잉-인 방법이 요부 전만과 체간 및 하지의 근 활성화도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2009;16(1):2-6.
- 배성수, 정연우. 요부안정화 운동이 요통환자의 기능회복과 가동범위에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2004;16(1):153-69.
- 이한숙, 최홍식, 권오윤. 균형조절 요인에 관한 고찰. 한국전문물리치료학회지. 1996;3(3):82-91.
- 조혜영, 송병호, 김용선. 치료용 볼과 고정된 지면에서의 중심안정성운동에 따른 요통환자 요부 근육의 근 활성화도 비교. 한국스포츠리서치. 2006;17(6):631-42.
- 채정훈. 스위스 볼 운동이 중년여성의 신체조성 및 체력에 미친 영향. 대구 계명대학교 석사학위논문. 2006.
- 한상완, 조성연, 김용수 등. 스위스 볼(Swiss ball)을 이용한 6주간 등척성 운동이 허리 유연성, 근력 및 허리, 대퇴 둘레에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2001;13(1):73-82.
- Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85(3 Suppl 1):S86-92
- Arokoski JP, Valta T, Airaksinen O, et al. Back and abdominal muscle function during stabilization exercise. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82:1089-98.
- Bergmark A. Stability of the Lumbar Spine. A study in mechanical engineering. Acta Orthopaedica Scandinavica Supplementum. 1989;23(6)
- Gary M., Souza., Electro myographic activity of Selected trunk muscles during dynamic spine stabilization exercises. Arch Phys Med Rehabil. 2002;82:1551-7.
- Hall CM, Brody LT. Therapeutic Exercise: Moving toward Function. 1st ed. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins. 1999.
- Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swissball. Chiropra & Osteopat. 2005;30:13-4.
- Maffey-Ward L, Jull G, Wellington L. Toward a clinical test of lumbar spine kinesthesia. J Orthop Sports Phys Ther. 1996;24(6):354-8.
- Marshall PW, Murhpy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(2):242-9.
- McGill SM, Grenier S, Kavcic N, Cholewicki J. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. J Electromyogr Kinesiol.

- 2003;13(4):353-9.
- Neumann DA. Kinesiology of the Musculo-skeletal System: Foundations for physical rehabilitation. Mosby, 2002.
- Nouwen. A. Patterns of muscular activity during movement impatients with chronic low back pain. Spine. 1987;12:777-82.
- O'sullivan PB, Burnett A, Floyd AN, et al. Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. Spine. 2003;28(10):1074-9.
- Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, et al. The relation between the transversus abdominus muscle, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. Spine. 2002;27:399-405.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: Theory and practical applications*. 1st ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins, 1995
- Souza GM, Baker LL, Powers CM. Electromyographic activity of selected trunk muscle during spine stabilization exercises. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(11): 1551-7.
- Stevens VK, Bouche KG, Mahieu NN, et al. Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercise. BMC Musculoskelet Disord. 2006;7:75.
- 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. 2007;12(3): 271-9.
- Stevens VK, Bouche KG, Mahieu NN et al. Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercise. 2006.
- Vera-Garcia FJ, Grenier SG, Mc Gill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces, Phys Ther. 2000; 80(6):564-9.