

젊은 성인의 교각운동 시 고관절 내전근 동시수축이 체간근육의 활성화에 미치는 영향

나선왕 · 오덕원¹ · 박현주²

대전보람병원 물리치료실, ¹청주대학교 물리치료학과, ²대전대학교 물리치료학과

Effect of Hip Adductor Co-contraction on Trunk Muscle Activation during Bridge Exercise in Healthy Young Individuals

Sun-wang Na, PT, MSc, Duck-won Oh, PT, PhD¹, Hyun-ju Park, PT, MSc²

Physical Therapy Section, Boram Hospital

¹*Department of Physical Therapy, Cheongju University*

²*Department of Physical Therapy, Daejeon University*

<Abstract>

Purpose : Bridge exercise has been commonly used in clinical rehabilitation settings to improve trunk control, and hip adductor muscles were a related muscle that may affect trunk muscle activation. The aim of this study was to investigate whether the co-contraction of hip adductor muscles may affect trunk muscle activation during bridge exercises.

Methods : Thirty-eight healthy young subjects (19 men and 19 women) performed bridge exercises (with and without hip adduction movement). Surface electromyography (EMG) data were collected from the dominant-side internal oblique (IO), rectus abdominis (RA), multifidus (MF) and erect spine (ES) during bridge exercises to compare trunk muscles activation patterns.

Result : The EMG activities of IO and RA appeared to be significantly higher during bridge exercise with hip adductor co-contraction than during bridge exercise alone ($p<.01$), but there were no significant differences in those of MF and ES. Furthermore, there were significant differences in the IO:RA EMG ratio during bridge exercise with hip adductor co-contraction ($p<.05$).

Conclusion : These findings suggest that integration of hip adduction during bridge exercise may be beneficial in increasing deep muscles' activity for trunk stabilization.

Key Words : Bridge exercise, Electromyography, Hip adductor, Trunk muscle

I. 서 론

체간에서의 근육들은 척추에 가해지는 많은 부하들로부터 척추를 적절히 보호하면서 정상적인 운동이 수행되도록 하는 역할을 한다(Cholewicki와 McGill, 1996). 교각운동은 요추에 가해지는 외력을 흡수하고, 사지의 움직임 동안 주위 근육들의 협응작용과 상호 보완작용이 이루어지도록 하여 척추 주변 조직들에 가해지는 반복적인 손상을 예방하기 위하여 시행되는 운동이다(전호영, 2010). 이는 골반저 근육이나, 체간근육 자체에 중점을 두고 있는 운동 방법이며, 체간을 안정화 시키고, 둔부와 하지의 근력을 증진시키려는 운동으로써 임상에서 자주 이용되어진다(Kisner와 Colby, 2002). Lehman 등(2005)은 저강도의 체간 근육 활동을 필요로 하는 재활 운동에서는 체간 안정화 운동이 중요하다고 설명하면서, 교각운동의 필요성을 강조하였다. 교각 운동은 저강도의 체중 지지 훈련으로서, 서기 자세의 조절을 향상시켜주고, 척추와 고관절 신전근 등을 강화 시킬 수 있는 효과적인 방법으로 사용될 수 있다. 또한 교각 자세에서는 일상생활 동작들에서 필요한 골반의 움직임 즉 전후방 회전, 측방이동 등의 훈련이 촉진될 수 있는 것으로 알려져 있다(O' Sullivan과 Schmitz, 2001).

교각 운동은 이미 선행 연구들에서 다양한 방법으로 수정되어 적용되어 왔다. 홍영주 등(2010)은 다양한 지지면의 상태에 따른 교각 운동 적용을 통하여 불안정한 지면에서의 교각 운동에서 더 높은 근활성도와 근 지구력의 변화를 이끌어 낼 수 있다고 하였으며, 김경환 등(2010)은 교각 운동 시 슬관절의 각도에 따라 근활성도가 다르게 나타난다고 하였다. 또한 Bjerkefors 등(2010)은 교각 운동 동안 심복부 근육 훈련방법을 이용하는 것을 통해 심부의 근활성도를 이끌어 낼 수 있다고 하였다.

고관절 내전근은 건강한 성인의 대퇴에서 약 25%의 부피를 차지하고 있다(Akima 등, 2007). 근육의 부피가 근력 생산량과 밀접한 연관이 있으므로(Fukunaga 등, 2001), 대퇴에 위치한 근육들 중 내전근의 근력 생산량은 높은 비중을 차지한다고 할 수 있다. 이러한 고관절 내전근의 수축은 기본적인

로 대퇴의 내전 운동을 담당하지만, 한쪽 하지에 체중을 지지하고 있을 경우에는 골반의 움직임을 조절하는 역할을 한다. 또한 체간의 근육들 가운데 골반저 근육과 복부 근육들의 상호 협력 작용을 촉진시킬 수 있다고 하였다(Bo와 Stien, 1994; Hemborg 등, 1983). Kapandji(2005)는 고관절 내전근도 양지에서 지지되고 있는 골반에서의 안정성을 제공하고, 동측 및 반대 측 내전근과 외전근의 동시수축을 통해 균형이 잘 유지되고 있을 때, 골반이 대칭적인 위치로 고정되어 안정된다고 하였다. 체간을 안정화 시켜주는 소근육과 대근육과 더불어 고관절 신전근, 내외전근, 견갑골 안정근 등이 상지와 하지를 체간에 연결해주는 골격근들로서 사용되고 있다(Cresswell과 Thorstensson, 1994). Kim과 Yoo(2011)는 실제로 근위부 구조물들의 안정성은 효과적인 원위부 구조물의 움직임이나 자세를 위해 필수적인 것으로 체간과 고관절의 관계는 매우 중요하다고 하였다. 고관절 내전근의 수축은 골반저 근육과 복부근의 수축을 촉진시키며, 이러한 내전근과 골반저 근육, 복부근육의 동시수축은 복부 내압의 생산에 필수적이며, 이는 요추부에 걸리는 부하를 줄여줌으로써 척추의 안정성을 위한 다열근의 기능을 강화시키는 작용을 한다(Hemborg 등, 1983; Cholewicki 등, 1997).

다양한 방법의 교각 운동 시에 체간 근육의 활성화도 변화에 관한 연구는 많이 이루어졌다. 그러나 고관절 내전근의 동시수축과 같이 체간의 안정성에 직간접적으로 영향을 미치는 요인이 있음에도 불구하고 이에 대한 연구는 시행되지 않았다. 이에 본 연구에서는 교각 운동 동안 내전근의 동시수축이 체간 근육의 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 시행되었으며, 이를 통하여 체간 안정화를 위한 교각 운동 시 좀 더 효과적인 방법을 제시하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

대상자는 신경학적 병력이 없고, 보행에 문제가

없는 20~30대 건강한 성인 남녀 38명으로 본 연구의 내용을 충분히 이해하고 동의한 사람으로 하였으며, 선정 기준은 지난 6개월간 요통 등의 체간과 하지의 근 골격계 관련 정형 외과적 병력이나 신경학적 병력이 없는 자로써 연구에 필요한 동작 수행 시에 하지와 체간에서 근력약화나 통증을 호소하거나 고관절 구축이 없는 자로 하였다.

2. 근전도 기록 및 자료 처리

본 연구에서 교각 운동 시 내복사근(internal oblique)과 복직근(rectus abdominis), 다열근(multifidus), 척추 기립근(erector spinae)의 근활성도를 측정하기 위하여 8채널 근전도 증폭기를 표면근전도계(Myo System 1400A, Noraxon, USA)에 연결하여 사용하였다.

근전도 측정 준비 작업으로서 전극 부착 전에 피부 저항을 최소화하기 위한 목적으로, 제모 후 가는 사포로 문질러 각질을 제거하여 알코올로 소독한 다음 접착식 Ag/AgCl 표면 전극을 각 근육에 부착하였다. 모든 표면 근전도의 측정은 우세측으로 하였다(Stevens 등, 2007).

표면 근전도계 전극의 부착은 각각 복직근(배꼽 외측 3cm), 내외복사근(전상장골능과 치골결합부위 중간부분 서혜 인대 바로 위쪽/배꼽 외측 15cm), 다열근(체간의 중앙선 바로 외측으로 후상장골능(PSIS) 양쪽을 연결한 선의 위아래), 척추 기립근(2번 요추와 후상장골능 최 하부 늑골을 연결하는 삼각형에서 2cm 안쪽에 10mm간격으로 부착하였다. 접지전극(ground electrode)은 전상장골능(anterior superior iliac spine)으로 하였다(Arokoski 등, 2004; Cram 등, 1998).

표면 근전도 측정 시 표본 추출률(sampling rate)은 1024Hz로 하였고, 1785배로 증폭하였다. 표면 근전도 측정시의 잡음을 제거하기 위하여 80~250Hz로 대역통과필터(band pass filter)를 사용하였다. 수집된 자료는 MyoResearch Master 1.07 XP(Noraxon, 미국) 프로그램을 사용하여 분석하였다. 측정을 시작하기 전에 표면 근전도 표준화를 위하여 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction:

MVIC)을 측정하였다. 각각의 측정 자세는 Kendall 등(2005)에 의해 제시된 도수근력 검사자세를 기준으로 실시하였다. 모든 표면 근전도 측정은 각각 5초간 3회씩 반복 측정하였으며, 측정 후 앞 뒤 1초간을 제외한 3초 동안의 평균값을 가지고 %MVIC로 표준화하여 비교/분석하였다. 또한 체간의 안정화 정도를 예측할 수 있는 지표인 소근육의 상대적인 근활성도를 비교하기 위하여 대근육에 대한 소근육의 근활성도 비(내복사근:복직근, 다열근:척추기립근)를 산출하여 분석하였다(Arokoski 등, 2001).

3. 실험 절차

본 연구에서 사용된 교각운동은 일반적으로 사용되고 있는 방법으로 시행되었다. 교각운동은 대상자들이 바로 누운 자세에서 무릎을 60도 각도로 세우고, 양 발은 어깨 넓이만큼 벌려 평행하게 바닥에 붙여놓으며, 양팔을 30도 가량 벌리고 손바닥이 바닥을 향하도록 한 자세에서 시작하였다(김경환 등, 2010; 전호영, 2010; Stevens 등, 2007). 측정자의 신호에 맞추어 대상자들은 골반을 요추와 일직선이 되도록 고관절 굴곡 0도 높이까지 들어 올린 후 5초간 유지한다.

고관절 내전근의 동시수축이 병행된 교각운동에서는 모든 대상자들이 내전근을 일정한 강도로 동시수축 시키기 위해서 교각 운동 동안에 양 무릎 사이에 Stabilizer(Stabilizer™ Pressure Biofeedback Unit, Chattanooga, USA)를 적용하였다. 내전근 동시수축 강도 결정을 위한 예비 실험에서 양 무릎 사이에 Stabilizer™를 적용한 뒤 대상자에게 최대한 수축하도록 하였고, 이와 같은 방법으로 3번을 측정하여 가장 높은 값을 100% 수준으로 설정하였다. 내전근 동시수축 시 각각 최대 강도의 70%수준과 50%, 20%의 강도로 적용하였을 때를 비교하였다. 그 결과 대근육과 소근육의 활성화 비에서 3가지 강도의 데이터가 서로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이에 본 연구에서 양 발을 평행하게 놓고, 무릎을 60도로 세우고 그 사이에 Stabilizer™를 적용한 뒤 대상자에게 대상작용 없으면서도 적용하기에 편하도록 최대 수축력의 20% 수준을 기준으로 유지하도록

하였다(Wattanaprakornkul 등, 2011).

대상자들이 실험에 익숙할 수 있도록 시작 전 10 분 동안 교각 운동을 연습하도록 하였고, 지속적인 피드백을 통하여 대상자가 교각 운동 시 척추와 골반은 중립 위치에, 양 하지는 평행하게 유지할 수 있도록 교육하였다. 대상자들에게 2가지 운동조건을 적용하기 위하여, 동전을 사용하여 무작위로 순서를 정하였다. 근전도 측정 시 근 피로가 측정 자료에 영향을 주는 것을 피하기 위하여 각 운동마다 5분 간 휴식시간을 주었다.

4. 통계 분석

본 연구에서 수집된 자료는 윈도우용 SPSS 18.0 통계 프로그램을 사용하여 분석 하였다. 대상자들에 관해 수집된 일반적 특성은 기술 통계를 이용하여 평균과 표준편차를 구하여 비교하였다. 또한 교각 운동에서 나온 각 근육별 근활성도와 근활성도 비들은 내전근 동시수축의 유무에 따라 짝비교 t 검정

(paired t-test)으로 비교하였고, 대상자간 요인(조건: 내전근 동시수축의 사용 유무)과 대상자 내 요인(성별: 남성과 여성)에 따라 2×2 반복 측정된 분산분석 (2×2 repeated ANOVA)을 사용하여 비교하였다. 통계적 유의 수준은 α<.05로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자들의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General Characteristics of the Subjects (N=38)

Variable	Male(n ₁ =19)	Female(n ₂ =19)
Age(years)	24.00±1.41 ^a	21.88±1.32
Height(cm)	173.46±2.80	161.35±.92
Body weight(kg)	70.46±6.17	51.50±1.98

^a Mean±SD

Table 2. Comparison of EMG activities of each muscle during the bridge with and without HAC (N=38)

	Bridge	Bridge with HAC	F ^a /t	p
IO				
female	11.50±4.11 ^b	19.34±7.48	.04	.84
male	14.18±7.11	21.45±8.34		
total	12.84±5.77	20.39±7.83		
RA				
female	7.15±2.01	8.31±2.63	2.26	.14
male	5.79±1.88	6.20±2.05		
total	6.47±1.95	7.26±2.39		
MF				
female	47.67±27.16	50.88±27.33	1.94	.17
male	62.18±58.29	61.44±44.85		
total	54.93±45.00	56.16±36.73		
ES				
female	54.90±37.67	62.00±38.48	.34	.56
male	45.16±31.81	44.45±21.44		
total	50.03±34.48	53.22±31.04		

HAC: Hip Adductor Co-contraction

^a Statistics for condition-by-sex interaction

^b Mean±SD

IO: Internal Oblique, RA: Rectus Abdominis, MF: Multifidus, ES: Erector Spine

2. 교각 운동 시 내전근 동시수축 유무에 따른 근활성도의 변화

교각 운동 시 내전근 동시수축의 유무에 따른 각 근육의 활성화도는 Table 2에 제시되었다. 교각 운동 시 내전근 동시수축 유무에 따라 내복사근과 복직근에서 유의한 주 효과를 보였으나(내복사근: $F=30.85$, $p=.00$; 복직근: $F=9.50$, $p=.00$), 다열근과 척추 기립근에서는 유의한 주 효과가 나타나지 않았다(다열근: $F=1.26$, $p=.27$; 척추기립근: $F=.14$, $p=.71$). 모든 근육에서 성별에 따른 주 효과는 나타나지 않았으며(내복사근: $F=.31$, $p=.50$; 복직근: $F=1.58$, $p=.22$, 다열근: $F=.41$, $p=.53$, 척추기립근: $F=.22$, $p=.64$), 또한 모든 근육에서 성별과 내전근 동시수축의 유무와의 상호작용도 나타나지 않았다(Table 2).

전체 대상자들의 내복사근과 복직근의 근활성도는 교각 운동 시 내전근 동시수축 시켰을 때 유의하게 증가되었으나($p<.05$), 다열근과 척추 기립근의 근활성도에는 유의한 차이가 보이지 않았다($p>.05$).

3. 교각 운동 시 내전근 동시수축 유무에 따른 근활성도 비의 변화

내전근 동시수축 유무에 따른 교각 운동 시 복직근에 대한 내복사근의 근활성도 비와 척추기립근에 대한 다열근의 근활성도 비는(Table 3)에 제시되었다. 복직근에 대한 내복사근의 근활성도 비는 교각 운동만 시행하였을 때보다 교각 운동 시 내전근을 동시수축 시켰을 때 유의하게 높은 것으로 나타났다($p<.01$). 그러나 척추기립근에 대한 다열근의 근활성도 비는 두 조건 간에 유의하게 차이하지 않았다($p>.05$).

IV. 고 찰

고관절 내전근들은 하지를 내전시키는 기능 뿐만 아니라 굴곡, 신전, 회전 및 고관절 안정성에도 기여한다(Clay와 Pounds, 2008). 내전근은 해부학적으로 모두 기시점이 골반에서 시작되어 대퇴에서 정지하고 있으며, 이와 같은 해부학적 위치는 골반에 부착되어지는 체간근의 조절과도 관계가 있다. 체간근 운동동안 내전근의 동시수축은 복부 내압을 증가시키며, 이는 요추에 걸리는 부하를 감소시키는 역할을 하여 요추부 안정성을 증가시킨다(Hemborg 등, 1983). 둔근과 고관절 내전근 등의 외부근육들은 우리 일상 속 거의 모든 활동들에서 골반 내 근수축을 상호 협력적으로 촉진시키는 역할을 한다(Bo와 Stien, 1994). 내전근은 체간 근육의 활성화에 영향을 미치는 연관 근육으로서 교각운동 시에 내전근 동시수축이 체간 근육 활성화에 영향을 미치는 것으로 고려될 수 있다. 본 연구에서는 교각 운동 시 고관절 내전근의 동시수축을 통하여 체간근육의 활성화도에 얼마나 효과적인 영향을 줄 수 있는지를 알아보고자 하였고, 연구 결과 내전근의 동시수축이 심부 복부근의 근활성도를 증가시키는 것으로 나타났다.

교각 운동은 임상에서 재활 프로그램의 일환으로 체간의 안정화 및 근력 훈련을 위해 많이 사용되어지는 중재 방법이다. 교각 운동은 척추기립근, 복직근과 같은 대근육, 그리고 복횡근, 내복사근, 다열근을 포함하는 소근육의 적절한 협응을 통해 체간의 안정성을 증진시키기에 적합한 운동으로써, 목적에 따라 다양한 방법으로 변형되어 적용되어져 왔다(Stevens 등, 2007). 고관절 내전근이 활성화될 경우 골반저 근육과 복부근의 수축이 촉진되며, 체간의

Table 3. Comparison of internal oblique muscle(IO) versus rectus abdominis ratio, and multifidus(MF) versus erector spinae(ES) ratio during the bridge with and without hip adductor co-contraction.

	Bridge	Bridge with HAC	t	p
IO:RA	2.19±.80 ^a	3.28±1.02	-5.49	.00
MF:ES	1.03±.30	1.56±1.80	-.90	.38

HAC: Hip Adductor Co-contraction

^a Mean±SD

심부근 기능이 보강되는 역할을 하게 되므로, 요추부에 걸리는 부하를 줄여줄 수 있다(Hemborg 등, 1983; Cholewicki 등, 1999). 이러한 선행 연구들의 결과는 본 연구에서 체간 근육들의 활성도를 높이기 위하여 교각운동 동안 고관절 내전근의 동시수축을 적용하는 중요한 이론적 배경이 되었다.

연구의 주된 결과는 교각운동 시 내전근 동시수축을 병행하였을 경우, 복부 근육의 근활성도와 근활성도 비 모두에서 유의한 증가되었다는 것이다 ($p < .05$). 고관절 내전근의 동시수축은 골반저 근육과 복부근의 수축을 촉진시키며, 이를 통해 체간의 안정성과 연관되는 복부 내압은 증가될 것이다(Hemborg 등, 1983). 내전근의 동시수축에 의해 흉요 근막의 장력이 증가되고 안정성은 높아진다. 이는 내복사근이 동시에 활성화됨으로써 나타나는 것으로 요추부를 안정화시키는 것에 중요한 기여 하는 것이므로, 두 근육 간에는 기능적인 측면에서 관련이 있는 것으로 고려될 수 있다(Neumann, 2002).

교각운동 시 내전근 동시수축 유무에 따른 복부와 배부의 대근육에 대한 소근육의 비를 알아 본 결과 복부에서 이 비가 유의하게 증가되는 것으로 나타났다($p < .05$). 이 값이 증가되었다는 것은 교각운동 시 내전근 동시수축은 대근육인 복직근의 근활성도에 비해 소근육인 내복사근의 근활성도를 높인다는 것을 의미한다. 복부 심부근육의 높은 활성도는 요부와 골반의 안정성과 밀접한 관련이 있다(Hodges와 Moseley, 2003). Barnett과 Gilleard(2005)는 여러 가지 운동 방법동안 대근육과 소근육의 활성도 비를 비교한 연구에서 소근육의 활성도가 높은 심복부 운동이 체간 안정화에 더 효과적이라고 하였다. 또한 Arokoski 등(2004)은 요추부 안정화를 위하여 소근육 활성화 비가 중요하다고 강조하였다. 본 연구의 결과에서 소근육의 활성도가 대근육에 비해 많은 향상이 있었으므로, 교각운동 시 내전근을 동시수축 시키는 방법이 요추부 안정화를 위하여 더 효과적인 것으로 여겨질 수 있다. 그러나 배부근육에서의 근활성도 및 근활성도 비는 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 이는 김경환 등(2010)의 연구와 유사한 결과이다. 체간 신전근들은 모든 교각 운

동 시에 척추의 위치를 조절하기 위하여 대근육과 소근육이 비슷한 형태를 보이기 때문이라고 설명할 수 있다(Stevens 등, 2006).

이전의 연구에서는 성별에 따라 골반 크기 등의 인체 계측학적 차이와 생리학적 차이를 가지고 있고(Marras 등, 2001), 여성들은 남성들에 비하여 체간 안정근의 골격근 량도 적으며, 근육 두께나 생리학적 단면적도 적기 때문에(Janssen 등, 2000; Marras 등, 2001; Springer 등, 2006) 교각 운동동안 차이가 날수 있다(Park 등, 2010). Arokoski 등(2001)은 여러 가지 체간 안정화 운동 적용 시 남녀의 체간 근육 활성도를 비교한 연구에서, 일부 근육들에서 남녀 간 차이가 있는 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서 남녀 성별에 따른 근활성도 비에서는 유의한 차이가 나타나지 않았는데, 이는 최대 등척성 수축력을 이용하여 각 근육별 실제 활성도가 아닌 상대적인 값을 비교하였고, 교각운동과 같은 저 체중지지 자세에서는 안정화를 위한 근육의 활성도가 적게 필요하기 때문인 것으로 이해될 수 있다(Cholewicki 등, 1997).

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 표면 근전도를 사용하여 나타난 신호를 근육의 활성도로 가정하여 측정하였으나, 표면 근전도 측정의 특성상 운동 시 근육의 움직임에 따라 신호 잡음이 발생할 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서 20~30대의 건강한 성인을 대상으로 하였기 때문에 다양한 특성을 가진 대상자들에게 연구의 결과를 일반화시키기는 어려울 수 있다. 그러므로 실질적인 임상 적용을 위해서는 다양한 증상과 장애를 가지고 있는 환자들을 대상으로 심도 깊은 연구가 필요할 것으로 생각된다. 마지막으로 교각 운동 시 근육의 활성도에 영향을 미치는 요인은 여러 가지가 있기 때문에 단순히 내전근을 동시수축 시킨다는 것만으로는 설명하기에 제한이 있을 수 있다. 또한 적절한 내전근활성도를 위한 강도 설정에 대한 근거가 부족한 실정이다. 내전근 동시수축에 있어서 적용되는 강도에 따라 근육 활성화 비에 어떠한 영향을 미치는지 추후 연구되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구에서 교각운동 동안 내전근을 동시수축내 전근을 동시수축시키는 것이 체간근육들의 활성화에 영향을 미칠 수 있으며, 특히 소근육의 활성도를 높이는데 기여하는 것으로 나타났다. 요추부에서 소근육의 활성도가 높아지는 것은 체간의 안정성과 관련이 있으므로 체간의 안정화를 위하여 교각운동을 사용하는 경우 내전근의 동시수축을 통해 요추부 소근육의 활성도가 높아지도록 유도하면 체간의 안정성을 높이는데 더욱 효과적일 것이다. 이것은 내전근의 동시수축이 체간 안정화 근육의 적절한 협응을 증진시키기 위한 효과적인 중재 방법일 수 있다는 것을 의미한다. 대상자가 내전근 동시수축 시 얼마나 많은 힘을 사용하는지에 따라서, 근육의 활성화 정도가 달라질 수 있으므로 향후 내전근 동시수축 시에 협응 증진을 위한 적정 수준의 강도에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

김경환, 박래준, 장준혁 등. 슬관절 각도에 따른 교각 운동이 체간 근활성도에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 2010;5(3):405-412.

전호영. 교각운동이 체형의 변화와 족압 분포에 미치는 영향. 대구대학교 대학원 재활과학과 이학박사 학위 논문. 2010.

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

Akima H, Ushiyama J, Kudo J et al. Effect of unloading on muscle volume with and without resistance training. *Acta Astronaut.* 2007;60:728-36.

Arokoski JP, Valta T, Airaksinen O et al. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(8):1089-98.

Arokoski JP, Valta T, Kankaanpaa M et al. Activation of lumbar paraspinal and abdominal muscles

during therapeutic exercises in chronic low back pain patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(5):823-32.

Barnett F, Gilleard W. The use of lumbar spinal stabilization techniques during the performance of abdominal strengthening exercise variations. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005;45(1):38-43.

Bjerkefors A, Ekblom M, Josefsson K et al. Deep and superficial abdominal muscle activation during trunk stabilization exercises with and without instruction to hollow. *Manual Ther.* 2010;15(5):502-7.

Bo K, Stien R. Needle EMG registration of striated urethral wall pelvic floor muscle activity patterns during cough, Valsalva, abdominal, hip adductor, and gluteal muscle contractions in nulliparous health females. *NeuroUrol Urodyn.* 1994;13(1):35-41.

Cholewicki J, Juluru K, McGill SM. Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *J Biomech.* 1999;32(1):13-17.

Cholewicki J, McGill SM. Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clin Biomech.* 1996;11(1):1-15.

Cholewicki J, Panjabi MM, Khachatrian A. Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine.* 1997;22(19):2207-12.

Clay JH, Pounds DM. *Basic clinical massage therapy.* 2nd ed. Wolters Kluwer and Lippincott Williams & Wilkins 2008.

Cram JR, Kasman GS, Holtz J. *Introduction to surface electromyography.* Gaithersburg. Aspen publishers. 1998.

Cresswell AG, Thorstensson A. Changes in intra-abdominal pressure, trunk muscle activation and force during isokinetic lifting and lowering. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1994;68(4):315-21.

Fukunaga M, Sone T. Bone metabolic markers and

- diagnosis of abnormal bone and calcium metabolism. *Clin Calcium*. 2001;11(7):856-62.
- Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003;13(4):361-70.
- Homborg B, Moritz U, Hamberg J et al. Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity during lifting- effect of abdominal muscle training in healthy subjects. *Scand J Rehabil Med*. 1983;15(4):183-96.
- Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):81-8.
- Kapandji IA. *The physiology of the joints volume 2*. 6th ed. New York. Churchill Livingstone. 2005.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG et al. *Muscles Testing and Function with Posture and Pain*. 5th ed. New York. Lippincott Williams & Wilkins. 2005.
- Kim MH, Yoo WG. Effect of a visual feedback device for hip adduction on trunk muscles and sitting posture in visual display terminal workers. *Asia Pac J Public Health*. 2011;23(3):378-85.
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. 4th ed. Philadelphia. FA Davis. 2002.
- Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swiss ball. *Chiropr Osteopat*. 2005;13:14.
- Marras WS, Jorgensen MJ, Granata KP et al. Female and male trunk geometry: size and prediction of the spine loading trunk muscles derived from MRI. *Clin Biomech*. 2001;16(1):38-46.
- Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation*. St. Louis. Mosby. 2002.
- O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Physical Rehabilitation: Assessment and treatment*. 4th ed. Philadelphia FA. David company. 2001.
- Park KM, Kim SY, Oh DW. Effects of the pelvic compression belt on gluteus medius, quadratus lumborum, and lumbar multifidus activities during side-lying hip abduction. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010;20(6):1141-5.
- Springer BA, Mielcarek BJ, Nesfield TK et al. Relationships among lateral abdominal muscles, gender, body mass index, and hand dominance. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(5):289-97.
- 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;(3):271-9.
- Wattanaprakornkul D, Cathers I, Halaki M et al. The rotator cuff muscle have a direction specific recruitment pattern during shoulder flexion and extension exercises. *J Sci Med Sport*. 2011;14(5):376-82.