슬링의 교각운동 자세변화가 코어부위 근활성도에 미치는 영향

김석범¹⁾ · 박규태^{2)**}

1) 건양대학교 2) 인천대학교

ABSTRACT

Suk-Bum Kim · Quetae Park. Effects of various bridge exercises using the sling on the core muscle activation. *KINESIOLOGY*, 2016, 18(4): 63-69. **[PURPOSE]** This study analyzed the impact on the 6 parts core muscle activity during bridge exercise in the ankle and knee. **[METHODS]** Ten healthy university students participated in two trials: (1) ankle bridge exercise(15°, 30°, 45°, 5 secind), and (2) knee bridge exercise(15°, 30°, 45°, 5 secind) in same energy expenditure condition. **[RESULTS]** First, During the 15°, 30° ankle bridge exercise, the muscles activity was higher in Biceps Femoris, Erector spine thoracic part, Erector Spine lumbar part ($p<0.05$). seconds, during the 15°, 30°, 45° knee bridge exercise, the muscles activity was higher in Rectus Femoris, Biceps Femoris, Rectus abdominis($p<0.05$). thirds, Sling angle was a statistically significant difference in the core muscle training ($p<0.05$). **[CONCLUSIONS]** Core muscles activity was a difference according to bridge exercise in ankle and knee. therefore it is necessary to adjust the position and angle of the sling exercise for core muscle training.

Key words : exercise intensity, fat oxidation, metabolism, oxygen uptake, excess post-exercise oxygen consumption

주요어 : 교각운동, 근활성도, 슬링, 자세변화

서론

인간의 기능적 움직임 수행을 위해서는 자세유지가 요구되며, 코어 근육은 자세유지에 매우 중요한 역할을 한다. 코어 근육이란 허리, 골반, 복부에 이르는 20여개의 근육을 의미하며 코어근육이 약해지면 허리통증과 균형감을 상실할 수 있다. 코어근육은 척추의 안정성 유지(Marshall & Murphy, 2005)와 척추부하를 줄여주고 정상적인 활동을 할 수 있도록 조절해주는 역할을 한다(Cholewicki & McGill, 1996). 그러므로 인체의 안정적인 활동 및 유지를 위해 근육 조절능력이 필요하며(Akuthota와 Nadler, 2004) 코어 근육 향상을 위해 교각운동(bridge exercise)과 슬링운동(sling exercise)이 주로 이용된다.

교각운동은 체간 안정화 저장도 재활운동으로 (Lehman 등, 2005) 강하지 않으면서 체중을 이용한 서기 자세 조절, 척추와 고관절 강화에 효과적이다(나선왕 등, 2012). 교각운동은 '앉았다 일어서기' 동작 조절 능력 향상과 골반운동 능력을 향상시키고(O'Sullivan과

Schumitz, 2000), 팔과 다리가 움직이는 동안 척추에 가해지는 손상을 예방하기 위해 주위 근육과 상호보완작용이 원활히 이루어지게 하는 예방적 운동으로 추천된다(전호영, 2010).

전통적으로 교각운동은 지지면이 고정되어진 상태에서 행해졌으나 근래에 와서는 운동효과를 증가시키기 위해서 지지면을 불안정한 상태로 적용하거나 자세를 변화시키는 사례를 볼 수 있다. 이는 불안정한 지지면이 근활성도를 증가시키고 근육의 안정성과 균형능력에 영향을 주며(김택연, 2004) 지지면의 불안정성 변화는 근 지구력 및 근활성도 증가에 기인한다고 하였다(홍영주 등, 2010) 또한 자세 변화에 대한 연구로서 슬관절의 각도 변화가 근활성도에 미치는 영향을 분석한 연구도 있었다(김경환 등, 2010).

교각운동이 환자들의 체간 안정화를 위한 재활운동으로 많이 이용된다면 슬링운동은 재활운동뿐만 아니라 운동선수들의 운동능력을 향상을 위해 많이 활용되고 있는데 Huang JS 등(2011)은 슬링을 이용한 야구선수의 준비운동이 속도와 정확도에 미치는 영향을 연구하

* 이 논문은 2016년도 인천대학교 자체연구지원에 의해 수행되었음

** 교신저자: pqf7127@incheon.ac.kr

였고 Stephen Seiler Fasm과 Atle Saeterbakken(2008)의 경우, 여자핸드볼 선수를 대상으로 슬링을 이용한 코어운동이 볼을 던지는 동작의 속도가 증가하였다고 보고하였다. 또한 축구 선수의 경우 킥의 속도 증가(Stray Pedersen J.I 등, 2006), 골프선수의 골프헤드 속도 증가(Seiler S 등, 2006) 등 슬링을 이용한 코어 근육 운동이 선수들의 운동수행력 향상에 많은 도움이 된다는 연구가 많이 이루어지고 있다. 최근 이러한 코어 근육 발달에 좋은 교각운동과 슬링운동 두 운동 방법을 접목한 운동 방법들이 소개되고 있는데 Kang H 등(2012)은 30명의 요통환자들을 대상으로 슬링을 이용한 교각운동과 공을 이용한 교각운동 그리고 전통적인 교각운동의 각기 다른 조건이 내복사근, 복직근, 다열근, 척추기립근의 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지를 연구한 결과에서 슬링을 이용한 교각운동이 근활성도에 조금 더 영향을 미치는 것으로 보고되었다.

전통적인 교각운동법에서 불안정성 지지면을 이용한 교각운동, 슬링을 이용한 교각 운동까지 코어근육 강화를 위해 다양한 방법이 적용되고 있다. 슬링을 통한 코어운동법 중 홍성홍 등(2006)은 세 가지 복근 운동의 위치에 따른 복직근의 근 활성도를 연구하였고 급취섭(2006)의 경우, 벤치프레스의 기울기 각도 변화가 상체 근육 발달에 미치는 영향을 연구하였으며, 신원석 등(2004)은 의자의 각도를 세 가지로 나누어 슬관절 운동시에 복부와 척추기립근 등 체간의 근육의 활성도를 비교하였다. 이렇듯 슬링 적용위치와 적용각도 변화는 근육의 근활성도를 변화시킬 수 있으나 이에 관한 연구가 미비한 실정이다. 또한 슬링의 위치는 원하는 부위 운동 목적에 따라 슬링의 위치를 다양하게 변형시켜 운동 치료에 적용하는데 그에 관한 일반화된 기준이 제시되지 않고 있는 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 슬링을 이용한 교각운동 시에 밴드의 위치(발목, 무릎) 변화와 교각운동 동작 각도(15°, 30°, 45°)변화가 코어근육의 근 활성도에 미치는 영향을 분석하여 강화하고자 하는 코어근육에 따라 슬링 위치와 각도를 적용할 수 있는 중요한 기초자료를 제안하고자 한다.

연구방법

연구대상

본 연구에서는 연구대상자 규모 설정을 위해 G-power 3.1.3 프로그램을 이용하였으며, effect size=.25, $\alpha=.05$, power=.95 조건에서 5명이 요구되었으며 이에 근거하여 실험과정 중 탈락자를 고려한 10명의 대상자를 선정하였다. 대상자는 K 대학교의 체육과 남학생이며 실험의 목적, 검사의 내용과 방법에 관한 자세한 내용을 공고를 통해 안내하였으며 자발적으로 참여의사를 밝히고 참가동의서에 서명한 10명을 분석하였으며, 이들은 의학적으로 이상이 없고 건강하였으며, 사전에 본 실험에 대한 운동검사의 내용과 방법 및 피험자 숙지사항을 충분히 이해하였다. 피험자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Physical characteristic of subjects

NO	age (yr)	height (cm)	weight (kg)
1	23	170	67
2	24	171	72
3	27	177	81
4	24	174	67
5	22	177	65
6	24	179	80
7	24	174	72
8	26	183	78
9	24	170	68
10	21	169	63
23.9±1.72		174.4±4.53	71.3±6.42

실험설계 및 절차

피험자 선정 후 이들의 기초자료를 위한 사전검사로 신체적 특성을 조사하여 대상자의 동질성을 확인하였다.

실험 당일 각각의 피험자에게 맞는 슬링 밴드의 위치를 정하고 슬링에 적응하는 시간을 가졌다. 적응이 끝난 후 여섯개 근육부위(복직근 상·하, 대퇴직근, 대퇴이두근, 척추기립근 흉추부, 요추부)에 표면전극을 부착하고 표면전극을 부착한 상태로 슬링 밴드 위

치를 발목과 무릎에 15°, 30°, 45°도 높이로 조절하여 예비 동작을 수행 한 후 본 실험에 적용하였다.

측정항목 및 방법

실험과정은 Figure 1과 같다.

Figure 1. Experimental procedure

측정부위와 방법

슬링을 이용한 교각운동시 코어근육 근활성도 측정은 발목과 무릎위치에 교각운동 동작 15°, 30°, 45°를 적용하였다.

근전도 전극 부착 위치

표면 전극을 사용하였으며 복직근 상·하, 대퇴직근, 대퇴이두근, 척추기립근 흉추부, 요추기립근 요추부의 오른쪽 부위에 부착하였다. 부착 전 피부저항을 최소화하기 위해서 털을 제거하고 가는 사포를 이용해서 3-4번 정도 문지른 다음 알콜솜을 이용해서 피부의 각질층을 제거하였다.

근전도 신호처리 및 분석

근전도 신호처리는 대역등과 필터(Bandpass) 20-1000Hz, 고역등과필터(Highpass) 25Hz로 처리한 후, 정류화(Rectification)를 하고 저역등과필터(Lowpass) 25Hz를 적용하였다. 처리된 신호는 평활화(Root Mean

figure 2. Measurement

Square) 하였고 근전도 신호의 표준화를 위해서 최대 수의적 등척성 수축(MVIC)을 측정하여 표준화하는 % MVIC방법을 사용하였다. 또한 이에 따른 측정 자세는 Kendal 등(2005)이 제시한 방법을 기준으로 하였고 모든 측정은 피험자가 체간을 완전히 들어올리고 5초간 유지하는 자세를 3회 실시하였으며 처음 1초와 마지막 1초는 기록하지 않았다.

자료처리

본 연구의 자료는 SPSS(Ver. 20.0) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다.

데이터 값은 측정값을 대상자의 근활성도 변화측정을 위해 교각운동 전 근활성도인 MVIC로 나누어 교각운동시 변화되는 근활성도를 측정하였다.

교각운동 시 이상적인 교각운동의 조건을 제시하기 위해 발목과 무릎 위치에서 세 가지 각도변화(15°, 30°, 45°)에 따른 6부위 근육의 근활성도 결과는 분산분석(One-way ANOVA measure)을 하였고 사후분석은 Schffee로 하였다. 슬링 운동시 발목에 교각운동을 적용했을 때와 무릎에 교각운동을 적용했을 때 6부위 근활성도에 차이가 있는지 분석하기 위해 독립표본 t-test를 하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

결과

발목 15°, 30°, 45° 교각운동시 근활성도 변화

<Table 2>는 발목에 슬링 교각운동 조건을 15°, 30°, 45° 적용하였을 때 6부위 코어근육 중 어떤 근육의 활성도를 강화시키는지 그 차이를 분석한 결과이다.

발목에 15° 운동조건을 적용한 결과 대퇴이두근(Biceps Fem), 척추기립근 흉추부(Throacic), 척추기립근 요추부(Lumba Es) 순서로 근활성도 변화가 높게 나타났으며($p=.000$), 대퇴이두근(Biceps Fem)은 상복직근(Rect. Abdom up), Rect. Abdom. 대퇴직근(Rectus Fem), 척추기립근 흉추부(throacic), 척추기립근 요추부(Lumba Es)에 비해 통계적으로 유의한 근활성도 변화가 있었다($p<0.05$).

발목에 30° 운동조건을 적용한 결과 대퇴이두근(Biceps Fem), 척추기립근 흉추부(Throacic), 척추기립근 요추부(Lumba Es) 순서로 근활성도 변화가 높게 나타났으며($p=.001$), 대퇴이두근(Biceps Fem)은 상복직근(Rect.

Abdom. up), Rect. Abdom.대퇴직근(Rectus Fem)에 비해 통계적으로 유의한 근활성도 변화가 있었다($p<0.05$).

발목에 45° 운동조건을 적용한 결과 대퇴이두근(Biceps Fem), 대퇴직근(Rectus Fem), 척추기립근 흉추부(Throacic) 순서로 근활성도 변화가 높게 나타났으며($p=.005$), 대퇴이두근(Biceps Fem)은 상복직근(Rect. Abdom. up)에 비해 통계적으로 유의한 근활성도 변화가 있었다($p<0.05$).

무릎 15°, 30°, 45° 교각운동시 근활성도 변화

<Table 3>은 무릎에 슬링 교각운동 조건을 15°, 30°, 45° 적용하였을 때 6부위 코어근육 중 어떤 근육의 활성도를 강화시키는지 그 차이를 분석한 결과이다.

무릎에 15° 운동조건을 적용한 결과 대퇴직근(Rectus Fem), 대퇴이두근(Biceps Fem), 상복직근(Rect. Abdom. up) 순서로 근활성도 변화가 높게 나타났으며($p=.001$), 대퇴직근(Rectus Fem)은 상복직근(Rect. Abdom. up), Rect. Abdom. 척추기립근 흉추부(Throacic), 척추기립근 요추부(Lumba Es)에 비해 통계적으로 유의한 근활성도 변화가 있었다($p<0.05$).

무릎에 30° 운동조건을 적용한 결과 대퇴직근(Rectus Fem), 대퇴이두근(Biceps Fem), Rect. Abdom. 순서로 근활성도 변화가 높게 나타났으며($p=.002$), 대퇴직근(Rectus Fem)은 상복직근(Rect. Abdom. up), Rect. Abdom. 척추기립근 흉추부(Throacic), 척추기립근 요추부(Lumba Es)에 비해 통계적으로 유의한 근활성도 변화가 있었다($p<0.05$).

무릎에 45° 운동조건을 적용한 결과 대퇴직근

Table 2. Analysis of the core muscles Activity of the ankle angle(15°, 30°, 45°) (M±SD)

Variables	A	B	C	D	E	F	F	P	
15°	0.75±0.25	0.85±0.16	0.67±0.14	0.90±0.23	0.89±0.17	2.59±2.42	5.603	.000	A,B,C,D,E<F*
Ankle 30°	0.75±0.23	0.89±0.16	0.72±0.17	0.94±0.26	0.93±0.14	2.75±2.86	5.033	.001	A,B,C<F*
45°	0.78±0.27	0.89±0.19	1.01±0.66	1.00±0.18	0.95±0.20	2.84±3.11	3.759	.005	A<F*

A 상복직근(Rect. Abdom. up), B 하복직근(Rect. Abdom. low), C 대퇴직근(Rectus Fem), D 척추기립근 흉추부(Throacic), E 척추기립근 요추부(Lumba Es), F 대퇴이두근(Biceps Fem)

* $p<0.05$

Table 3. Analysis of the core muscles Activity of the Knee angle(15°, 30°, 45°) (M±SD)

Variables	A	B	C	D	E	F	F	P	
15°	0.82±0.29	0.78±0.12	2.00±0.90	0.76±0.23	0.72±0.18	1.33±1.32	5.253	.001	C<A,B,D,E*
Knee 30°	0.72±0.23	0.79±0.14	2.78±1.90	0.75±0.19	0.71±0.17	1.73±2.19	4.366	.002	C<A,B,D,E*
45°	0.76±0.27	0.82±0.15	2.46±1.97	0.80±0.21	0.79±0.14	1.47±1.82	3.596	.007	-

A 상복직근(Rect. Abdom. up), B 하복직근(Rect. Abdom. Low), C 대퇴직근(Rectus Fem), D 척추기립근 흉추부(Throacic), E 척추기립근 요추부(Lumba Es), F 대퇴이두근(Biceps Fem)

* $p<0.05$

Table 4. Comparison analysis of muscle activity on knee and ankle angle movement (15°, 30°, 45°) (M±SD)

Variables	A	B	C	D	E	F
15° Knee	0.82±0.29	0.78±0.12	2.00±0.90	0.76±0.23	0.72±0.18	1.33±1.32
15° Ankle	0.75±0.25	0.85±0.16	0.67±0.14	0.90±0.23	0.89±0.17	2.59±2.42
p	0.575	0.320	0.001	0.196	0.051	0.168
30° Knee	0.72±0.23	0.79±0.14	2.78±1.90	0.75±0.19	0.71±0.17	1.73±2.19
30° Ankle	0.75±0.23	0.89±0.16	0.72±0.17	0.94±0.26	0.93±0.14	2.75±2.86
p	0.825	0.144	0.008	0.079	0.006	0.387
45° Knee	0.76±0.27	0.82±0.15	2.46±1.97	0.80±0.21	0.79±0.14	1.47±1.82
45° Ankle	0.78±0.27	0.89±0.19	1.01±0.66	1.00±0.18	0.95±0.20	2.84±3.11
p	0.927	0.402	0.049	0.043	0.065	0.245

A 상복직근(rect. abdom. up), B: 하복직근(rect. abdom. Low), C: 대퇴직근(rectus fem), D: 척추기립근 흉추부(thoracic), E: 척추기립근 요추부(lumba es), F: 대퇴이두근(biceps fem)

* $p<0.05$

(Rectus Fem), 대퇴이두근(Biceps Fem), Rect. Abdom 순서로 근활성도 변화가 높게 나타났으며($p=.007$), 근육별 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

발목과 무릎 교각운동시 근활성도 비교분석

<Table 4>는 발목과 무릎에 각각 15°, 30°, 45° 적용하였을 때 근활성도 변화를 검증한 결과이다. 이는 슬링 운동시 발목에 교각운동을 적용했을 때와 무릎에 교각운동을 적용했을 때 6부위 근활성도에 차이가 있는지 분석한 결과이다.

15° 각도를 무릎과 발목에 적용한 결과 대퇴직근(rectus fem)에서 유의한 차이가 있었고($p=0.001$), 30° 각도를 무릎과 발목에 적용한 결과 대퇴직근(Rectus Fem)과 척추기립근 요추부(Lumba Es)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p=0.008, 0.006$), 45° 각도를 무릎과 발목에 적용한 결과 대퇴직근(Rectus Fem)과 척추기립근 흉추부(Thoracic)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.049, 0.043$).

논의

코어근육은 척추 안정성 유지에 중요 영향을 미치며 코어근육 조절능력은 정상적활동 수행에 필수적이다. 체간안정화를 통해 척추와 고관절을 강화시키는데 교각운동이 이용되고 있으며, 최근 슬링과 접목하여 재활 및 운동능력을 향상시키는 코어근육 강화법이 적용되고 있다. 본 연구에서는 슬링의 교각운동 자세

변화가 코어부위 근활성도에 미치는 영향을 분석하기 위해 발목과 무릎에 교각운동 조건을 15°, 30°, 45° 적용하여 코어근육 6부위의 변화를 측정하였다.

발목 슬링 교각운동 15°, 30°, 45° 적용하였을 때 코어근육 6부위 근활성도 변화는 대퇴이두근(Biceps Fem)의 활성도가 높음을 확인할 수 있었는데 특히 발목에 45° 운동조건을 적용한 결과 대퇴이두근(Biceps Fem), 대퇴직근(Rectus Fem) 근활성도 변화가 높게 나타났다($p=.005$), 대퇴이두근(Biceps Fem)은 Abdom. up에 비해 통계적으로 유의한 근활성도 변화가 있었다($p<0.05$). 또한 발목에 15°와 30° 적용시 대퇴이두근(Biceps Fem), 척추기립근 흉추부(Thoracic), 척추기립근 요추부(Lumba Es) 순서로 근활성도 변화가 높게 나타난 것과 차이가 있었다. 45°의 운동조건은 지지면 불안정성을 높이며 송은주, 최종덕(2011)의 연구에서 지지면 불안정성을 통한 과제 난이도에 따른 교각자세 운동시 근활성도에서 고난이도 훈련이 저, 중 난이도에 비해 척추기립근 근활성도를 높이는 것으로 조사되어 본 연구결과와 유사한 결과가 도출되었다. 이심철 외(2010)의 연구에서도 지지면 불안정성에 따라 내복사근, 외복사근, 대퇴이두근, 비복근내측, 비복근외측의 근활성도에 유의한 차이가 있는 것으로 조사되었다. 그러나 본 연구와 같이 슬링 변화에 따른 교각운동시 코어 근육 근활성도를 분석한 연구는 미비하여 추후 관련 연구가 지속적으로 요구된다.

무릎 슬링 교각운동 15°, 30°, 45° 적용하였을 때 코어근육 6부위 근활성도 변화는 무릎에 30°와 45° 운동조건을 적용한 결과 대퇴직근(Rectus Fem), 대퇴

이두근(Biceps Fem), Rect. Abdom. 순서로 근활성도 변화가 높게 나타났는데, 이는 본 연구와 유사실험을 한 김명진(2009)의 연구에서 종아리 밑에 65cm 스위스 공을 위치하고 체간근육 근활성도를 측정한 결과 단순히 바닥에 똑바로 누워 무릎을 90° 굴곡시켜 자세를 유지할 때보다 대퇴직근(rectus fem) 근활성도가 높게 나타난 것과 유사한 결과가 도출되었다.

발목과 무릎 교각운동시 근활성도 비교분석 결과 무릎과 발목에 15° 각도를 적용한 결과 대퇴직근(Rectus Fem)에서 유의한 차이가 있었고($p=0.001$), 30° 각도를 무릎과 발목에 적용한 결과 대퇴직근(Rectus Fem)과 척추기립근 요추부(Lumba Es)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p=0.008, 0.006$), 45° 각도를 무릎과 발목에 적용한 결과 대퇴직근(Rectus Fem)과 척추기립근 흉추부(Throacic)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.049, 0.043$).

교각운동이 대근육과 국소근육의 적절한 협응으로 체간 안정화를 도모하는 방법으로 활용되고 있으며(송은주, 최종덕 2011), 본 연구에서 측정된 6부위 코어근육의 근활성도는 국소근육들의 활성변화를 측정하는데 주요 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

발목과 무릎에 같은 각도를 적용하였을 때 대퇴직근(Rectus Fem)과 척추기립근 요추부(Lumba Es), 척추기립근 흉추부(Throacic) 등의 근활성도에 유의한 차이가 관찰되었으므로 강화하고자 하는 코어근육별 슬링의 위치와 각도는 차별화된 적용이 요구된다.

김경환 외(2010)의 연구에서 교각운동시 엉덩이 들기는 배안쪽빋근과 배바깥쪽근이 균형을 유지하기 위해 가장 많은 활성도를 나타낸다고 하여 본 연구결과와 다소 차이가 있으나 김의 연구에서는 배곧은근, 배안쪽빋근, 배바깥쪽근, 기립근만을 측정하여 본 연구에서 측정한 대퇴직근(Rectus Fem) 등을 비교분석할 수 없었다.

교각운동은 임상에서 재활목적으로 체간 안정화와 근력훈련을 위해 많이 사용되는 중재방법으로(나선왕 외 2012) 본연구 결과에서 슬링의 위치와 교각운동이 코어근육의 활성도에 미치는 영향이 상이하다는 결과는 체간 안정화운동시 체간 근육들의 활성화를 분석하고 운동프로그램 개발하여 처방할 때 운동강도 조절에 중요한 역할을 할 것으로 사료된다.

그러나 연구대상자 수가 제한적이어서 일반화 하는데 한계가 있을 것으로 사료되면 추후 지속적인 연구를 통해 연구대상자를 확대하고 다양한 근 활성도를 분석할 것을 제언한다. 슬링과 교각운동을 대상자의 운동 및 재활 목적에 맞게 적용한다면 더욱 효율적인 결과를 도출 할 수 있을 것이다.

결론

손상부위를 치료하고 건강을 회복시키는 치료법인 슬링 교각운동 자세변화는 발목과 무릎에 적용되는 교각운동 각도에 따라 적용되는 힘의 원리가 달라지므로 원하는 운동 목적에 따라 슬링 위치를 변형시켜 운동치료에 적용할 것을 제안한다. 강화하고자 하는 코어근육에 따라 본 연구에서 제시된 슬링의 위치와 각도를 적용한다면 운동 및 재활의 효과를 높이는 데 도움이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

- 금휘섭(2006). 벤치 프레스 운동 시 벤치의 기울기 각이 근육 활동에 미치는 영향 분석. 상주대학교 산업대학원. 석사학위논문.
- 김경환, 박래준, 장준혁, 이우형, 기경일(2010). 슬관절 각도에 따른 교각운동이 체간 근 활성도에 미치는 영향. **대한물리의학회지**, 5(3):405-412.
- 김명진(2009). 교각운동 시 공 적용이 체간 근 활동에 미치는 영향. **한국전문물리치료학회지** 16(1): 18-24.
- 김택연(2004). 내, 외 복사근과 요방형근에 브리지 운동이 미치는 효과. 용인대학교 체육과학대학원. 석사학위 논문.
- 나선왕, 오덕원, 박현주.(2012). 젊은 성인의 교각운동 시 고관절 내전근 동시 수축이 체간근육의 활성도에 미치는 영향. **대한물리의학회지**, 7(3): 275-282
- 송은주, 최종덕(2011) 교각 자세 운동시 지지면 불안정성을 통한 과제 난이도가 다열근의 선택적 근활성도 비에 미치는 영향. **한국전문물리치**

- 료학회지, 18(3): 59-66.
- 신원석, 이영록, 장영진, 최인용.(2004). 하지운동 시 등반이 의 각도가 복근과 요부 신전근의 활성도에 미치는 영향. **한국전문물리치료학회지**, 11(1): 19-25.
- 이심철, 김택훈, 신현석, 노정석(2010) 중심안정성 운동을 적용한 교각운동 시 지지면 불안정성이 체간 및 하지의 근활성도에 미치는 영향. **한국전문물리치료학회지** 17(1): 17-25.
- 전호영.(2010). 교각운동이 체형의 변화와 족압 분포에 미치는 영향. 대구대학교 대학원. 박사학위 논문.
- 홍성홍, 김형철, 길재호(2006). 3가지 유형의 복근운동 시 상.하부 복직근 및 대퇴굴곡근 근활성도 비교. **대한운동학회**, 8(1): 1-9.
- 홍영주, 권오윤, 이충휘.(2010). Effect of the support surface condition on Muscle Activity of Abdominalis and erector spine during bridging exercises. **한국전문물리치료학회지**. 17(4): 16-25.
- Akuthota V, Nadler SF.(2004). Core strengthening. *Archives of physical Medicine and Rehabilitation*, 85(1): 86-92.
- Cholewicki J, McGill SM.(1996). Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clinical biomechanics*, 11(1):1-15.
- Huang JS, Pietrosimone BP, Ingersoll CD, Arthur L, Weltman A, Saliba SA.(2011). Sling Exercise and Traditional Warm-UP Have Similar Effects on the Velocity and of Throwing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6): 1673-1679.
- Kang H, Jung J, Yu J.(2012). Comparison of trunk muscle activity during bridging exercises using a sling in patients with low back pain, *Journal of Sports Science and Medicine*, 11: 510-515.
- Lehaman GJ, Hoda W, Oliver S.(2005). Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swiss ball. *Chiropractic & Osteopathy*, 13: 14.
- Marshall PW, Murphy BA.(2005). Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Archives of physical Medicine and Rehabilitation*, 86(2): 242-249.
- O'Sullivan S, Thomas J. Schmitz.(2000). Physical Rehabilitation. *Assessment and Treatment*. 4th ed F. A. Davis co.
- Seiler S, Skaanes P.T, Kirkesola G.(2006). Effects of Sling Exercise Training on maximal clubhead velocity in junior golfers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(5): s286.
- Stephen Seiler Fascm, Atle Saeterbakken(2008). a unique core stability training program improves throwing velocity in female high school Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40 (5,supplement): s25.
- Stray Pedersen J.I, Magnussen R, Kuffel E, Seiler S.(2006). Sling Exercise Training improves balance, kicking velocity and torso stabilization strength in elite soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(5): s243.