

## 플랭크 운동과 케겔 운동이 코어 근육 두께에 미치는 효과 비교

배원식 · 옥정민 · 임도균 · 신솔 · 이진철<sup>‡</sup>  
경남정보대학교 물리치료과

### Comparison of the Effects of Plank and Kegel Exercises on Core Muscle Thickness

Bae Wonsik, PT, Ph.D · Ok Jeongmin, PT · Lim Dogyun, PT  
Shin Sol, PT · Lee Keoncheol, PT, Ph.D<sup>‡</sup>  
*Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology*

#### Abstract

**Purpose** : The aim of this study is to determine changes to the thickness of core muscles, e.g., transversus abdominis (TrA), external oblique (EO), and internal oblique (IO), after plank and Kegel exercises and to compare the effects of the two exercise methods.

**Method** : The study divided men and women in their 20s into two groups, Kegel and plank, by randomly allocating 30 males and 30 females to the targeted groups. To achieve the purpose of this study, we examined the thickness of core muscles after the participants performed plank or Kegel exercises.

**Results** : 1. In the Kegel group, abdominal muscle thickness increased with time, and there was a statistically significant difference in the thickness of the TrA. 2. In the plank group, abdominal muscle thickness increased with time, and there was a statistically significant difference in the thickness of the TrA. 3. After the experiment, muscle thickness of the abdominal muscles in the plank exercise group were higher, but there was no significant difference between the Kegel exercise group and the plank exercise group.

**Conclusion** : Both plank and Kegel exercises are recommended for core muscle stabilization, and based on the results of this study, Kegel exercise is either used as a core stabilizing exercise or as a plank exercise for the weaker patients or women.

---

**Key Words** : core muscle, plank exercise, Kegel exercise, muscle thickness

<sup>‡</sup>교신저자 : 이진철, kitpt2002@nate.com

논문접수일 : 2018년 02월 23일 | 수정일 : 2018년 03월 06일 | 게재승인일 : 2018년 03월 15일

# I. 서론

## 1. 연구의 배경 및 필요성

코어는 신체 특별히, 척추를 안정화시키는 근육 코르셋이라고 할 수 있으며 모든 사지 움직임의 기초라고 할 수 있다(Akuthota & Nadler, 2004). Kibler 등(2006)은 허리 손상 감소와 힘 조절 최대화에 있어서 국소 근력과 균형을 제공하는 코어의 중요성을 강조했다. 신체에서 코어 부위는 등허리뼈 부위와 골반 부위를 포함하고 있다(Zazulak 등, 2007). 코어 부위는 하나의 박스 형태의 근육 집합체로서 앞쪽으로는 배근육으로서 배가로근, 배속빋근과 같은 배의 깊은 근육, 뒤쪽으로는 척추 주변 근육과 불기근육, 위로는 가로막(diaphragm), 아래로는 골반바닥근육(pelvic floor muscles)과 골반대 근육으로 이루어져 있다(Richardson 등, 1999).

코어 안정화(core stability)는 신체 움직임 시 신경조절의 상호작용을 통해 허리 부위를 안정적으로 조절하여 (Akuthota 등, 2008; Marshall과 Murphy, 2005) 척추와 골반을 최적의 상태로 정렬시켜 운동능력을 향상시키고 허리통증을 방지하는 것으로 알려져 있다(Akuthota 등, 2008; Huxel Bliven & Anderson, 2013).

사지의 움직임을 시작할 때, 배의 깊은 근육인 배가로근이 가장 먼저 활성화되고(Hodges와 Richardson, 1997) 뒤이어 뭇갈래근, 배빋근, 배곧은근의 순서로 수축한다(Huxel Bliven & Anderson, 2013). 배가로근은 배속빋근, 가로막, 골반바닥근육과 함께 배의 내압을 생성하고 조절하며 허리 부위의 강도를 증가시켜 코어의 안정성을 향상시킨다.

코어 안정화운동은 최근 물리치료사들이 가장 많이 시행하고 있는 운동방법 중 하나이며(Arab과 Chehrehrizi, 2011; Sapsford와 Hodges, 2001), 안정화를 위한 운동방법으로는 스위스 볼 운동(Sekendiz 등, 2010), 슬링 운동(한상완 등, 2014), 동적 신경근 안정화운동법(배원식, 2017; 유인근, 2016), 고각운동(Son, 2015; 이견철 등, 2014), 호흡운동과 드로잉-인 운동(구영미, 2016; 이정석, 2013), 고유수용성신경근촉진법(이현옥 등, 2016) 등 다양하다. 이러한 다양한 코어 안정화운동은

척추의 불안정성을 감소시키고, 척추의 동적 안정성을 유지하기 위한 근육들의 강화, 기능 장애 예방 및 기능 이상으로 인한 허리통증 감소를 위한 매우 효과적인 운동방법이다. 코어 안정화를 위한 또 다른 운동 방법으로 배가로근을 위한 운동으로 플랭크 운동과 골반바닥근육을 위한 케겔 운동이 있다.

플랭크 운동은 코어 안정화를 위한 운동방법 중의 하나로(Handzel, 2003) 코어 근육의 활성도를 증가시키는 데에 있어 가장 대표적인 운동이다(Ekstrom 등, 2007). Kim 등(2016)은 엉덩관절 등척성 모음으로 플랭크 운동을 적용하여 배근육의 근활성도를 비교하였고 도용찬(2014)은 지면의 유형별로 플랭크 운동에서 초음파 영상을 이용하여 배가로근과 배속빋근의 두께를 비교하였다.

골반바닥근육을 위한 운동으로 케겔 운동이 주로 사용되고 있다. 여성의 출산 후 요실금을 치료하기 위해 1948년 산부인과 의사인 케겔(Kegel, 1948)에 의해 창안된 케겔 운동은 항문조이기 운동을 통해 두덩꼬리근(Pubococcygeus muscle)을 강화하는 운동으로서 질회음근육의 탄력과 수축성을 증진시켜 골반 근육의 정상기능을 촉진시키고 골반장기의 정상 위치 유지의 복구를 도모하는 체계적인 근육운동이라고 하였다. 김지선 등(2016)은 47명의 대상자에게 케겔 운동을 적용한 결과 배가로근과 골반바닥근육의 최대수축을 유도하는 것으로 나타났다.

코어 안정화를 위한 다양한 운동 방법이 제시되고 있지만 이들 운동 방법에 대한 비교 연구는 많지 않은 실정이다. 따라서 본 연구는 20~30대의 건강한 남녀를 대상으로 플랭크 운동과 케겔 운동을 적용하여 코어 근육인 배가로근, 배속빋근, 배바깥근의 두께를 측정하여 운동의 효과를 알아보고 두 가지 운동방법에 대해 비교하고자 한다.

# II. 연구방법

## 1. 연구대상자

본 연구는 20대 성인 남녀를 각각 15명씩 총 30명을 대상으로 선정하여 무작위 배정을 통해 케겔 운동군과

플랭크 운동군으로 나누었다. 모든 대상자는 근골격계, 신경계의 병력, 기능장애가 없었고, 평소 개인적으로 운동을 하지 않는 것으로 확인되었다. 실험 전 연구 목적과 방법에 대해 설명을 듣고 실험동의서에 자발적으로 서명하였다.

연구대상자의 일반적인 특성으로 평균 나이는 케겔 운동군 22.3세, 플랭크 운동군 21.2세, 평균 신장은 케겔 운동군 168.9 cm, 플랭크 운동군 166.1 cm, 평균 체중은 케겔 운동군 69.1 kg, 플랭크 운동군 66.4 kg으로 나타났다(표 1).

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성 (N=30명)

	케겔 운동군(n=15)	플랭크 운동군(n=15)
나 이(세)	22.3±2.15	21.2±1.57
몸무게(kg)	69.1±12.0	66.4±11.8
신 장(cm)	168.9±8.93	166.1±6.60

## 2. 연구 설계

연구 기간은 2017년 2월부터 2017년 10월까지 시행하였으며 각 운동군의 코어 안정화에 대한 사전검사는 중재 전에 측정하였고, 사후검사는 중재 3주 후와 6주 후

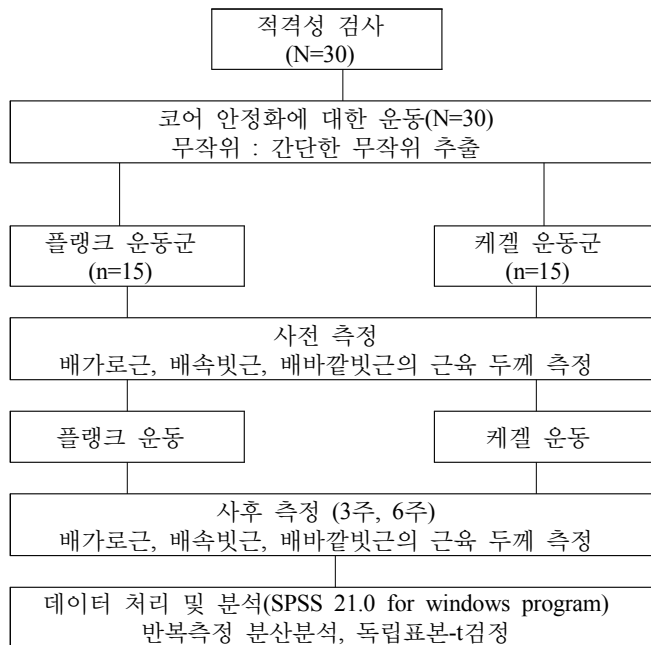


그림 1. 연구 설계

총 2회 측정하였다. 코어 근육 두께 측정을 위해 초음파 기기(My Lab one world, Esaote, Italy)를 사용하였으며 측정자는 숙련된 연구책임자가 실시하였다(그림 1).

## 3. 측정도구

실험대상자의 플랭크 운동과 케겔운동 시 복부 근육의 두께를 확인하기 위하여 진단용 초음파 측정 기기(My Lab one world, Esaote, Italy)를 사용하여 측정하였다. 측정에 사용된 도자(probe)는 직선 형태의 근육 및 표층 전용으로 사용되는 probe이다(그림 2).



그림 2. 진단용 초음파 기기와 probe 모양

## 3. 측정방법

실험대상자는 운동 전 초음파로 배근육 즉, 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근 3가지 근육을 교각 자세로 측정

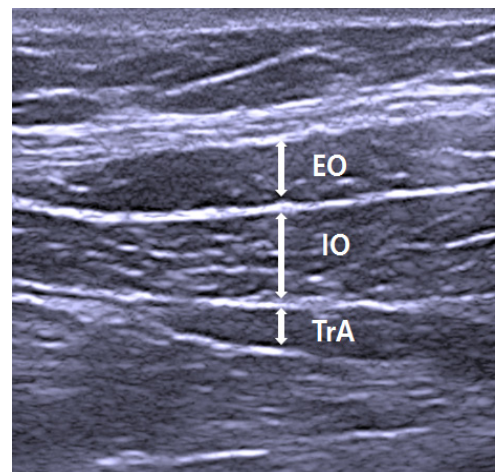


그림 3. 복부근육 두께 촬영영상

하였다. 후기 측정은 플랭크 운동과 케겔 운동을 시행한 후 측정하여 배근육 두께의 전·후 변화를 파악하였다. 영상 촬영은 객관성 유지를 위해 주파수는 10 MHz로 고정하였고, 배근육의 근막선이 최대한 일직선을 유지할 수 있도록 깊이를 조절하였다. 초음파를 이용한 각 근육의 두께 측정 부위는 다음과 같다. 부위는 실험대상자의 위앞엉덩뼈가시(ASIS)와 나란하게 하여 배꼽에서 가쪽으로 4 cm 되는 부분이다. 각 근육의 두께 측정은 영상의 정중앙에서 수직선을 그어 근막의 윗경계 지점에서 아래 경계 지점을 연결하여 측정하였다(그림 3).

### 3. 운동방법

#### 1) 플랭크 운동

플랭크 운동 시행 전 운동에 대한 사전 교육을 실시하였고 운동 자세는 팔굽혀펴기 자세에서 팔꿈치를 90°로 굽혀 아래팔로 바닥을 지지하는 자세에서 실시하였다. 이때, 어깨뼈는 내미를 유지하고 골반과 요추는 중립 자세를 유지한 상태에서 발목에서부터 무릎, 엉덩이, 골반, 척추, 머리까지 몸을 일직선으로 만들도록 하였다(도용찬, 2014)(그림 4). 플랭크 운동은 6주 동안 주 3회, 1일 30초 유지, 30초 휴식을 1set로 하며 1주차에 3set로 실시하며 매 주마다 1set씩 추가되어 실시하였다. 1set에 1분씩으로 1주차에 3set 3분, 마지막 6주차 8set 8분 실시하여 실험기간 동안 총 33set 33분간 운동을 실시하였다.



그림 4. 플랭크 운동법

#### 2) 케겔 운동

운동은 앉은 자세에서 실시하며 케겔 운동을 시행하기 위해 연구책임자는 “골반바닥근육을 타이트하게 쥐어짜고 그대로 유지하세요” 라고 구두 명령을 내린다

(Kegel, 1948). 운동 방법은 최대 8~12초간 골반바닥근육을 수축하고 6~8초 동안 휴식을 취하는 운동을 1일 10회, 1 set로 하여 3회 반복하였다(Mørkved & Bø, 2000). 훈련 빈도는 일주일에 3회씩 6주 동안 실시하였다. 1일 3회씩 5분간 시행하여 총 6주간 18회 90분간 실시하였다(그림 5).

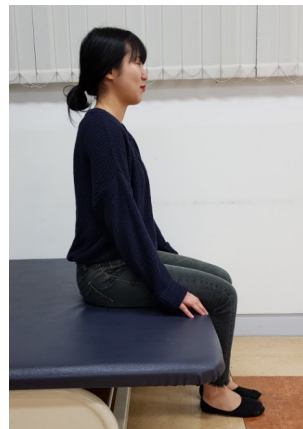


그림 5. 케겔 운동법

### 4. 분석방법

측정된 데이터는 SPSS Version 23(SPSS, Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하였다. 각 군의 기간에 따른 실험 전·후 두께를 비교하기 위해 반복측정 분산분석을 사용하였고 0주, 3주, 6주에서 실험 후 군 간 평균값의 비교를 위해 독립표본-t검정(Independent t test)를 사용하였으며 유의수준  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

## III. 결과

### 1. 각 운동군과 기간에 따른 복부 근육의 두께

#### 1) 배가로근의 두께 변화 비교

6주간의 운동에 따른 각 군별 배가로근의 두께 변화는 표 2와 같다. Mauchly 구형성 검정 결과 구형성 가정이 성립되지 않아 다변량 검정을 실시한 결과 훈련기간에 따른 배가로근의 두께 변화량은 유의하게 증가하였고

( $p < .05$ ), 훈련기간과 운동군 사이에 상호작용의 효과는 없었다( $p > .05$ ). 개체-간 효과 검정을 비교한 결과 두 군간에 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 개체 내 대비 검정

결과 케겔 운동군과 플랭크 운동군 모두 0주와 3주는 유의한 차이가 없었지만 3주와 6주, 0주와 6주 사이에 유의한 차이를 보였다.

표 2. 기간에 따른 배가로근의 두께 변화 (단위: mm)

	Before	After 3-week	After 6-week	Time(F)	Group (F)	Time* Group(F)
케겔 운동군 (n=15)	2.60±0.41	3.33±0.74	4.64±0.93	38.453*	5.754*	0.167
플랭크 운동군 (n=15)	3.02±0.90	3.86±0.87	5.34±1.18			

\*:  $p < .05$

2) 배속빗근의 두께 변화 비교

6주간의 운동에 따른 각 군별 배속빗근의 두께 변화는 표 3과 같다. Mauchly 구형성 검정 결과 구형성 가정이 성립되어 개체-내 효과 검정을 실시한 결과 훈련기간에

따른 배속빗근의 두께 변화량은 유의한 차이가 없었고 ( $p > .05$ ), 또한 훈련기간과 운동군 사이에 상호작용의 효과는 없었다( $p > .05$ ). 개체-간 효과 검정을 비교한 결과 두 군간에는 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ).

표 3. 기간에 따른 배속빗근의 두께 변화 (단위: mm)

	Before	After 3-week	After 6-week	Time(F)	Group (F)	Time* Group(F)
케겔 운동군 (n=15)	5.20±1.69	5.51±1.91	5.91±1.73	6.410	0.001	1.366
플랭크 운동군 (n=15)	4.57±1.50	5.67±1.62	6.44±1.67			

3) 배바깥빗근의 두께 변화 비교

6주간의 운동에 따른 각 군별 배바깥빗근의 두께 변화는 표 4와 같다. Mauchly 구형성 검정 결과 구형성 가정이 성립되어 개체-내 효과 검정을 실시한 결과 훈련기간

에 따른 배바깥빗근의 두께 변화량은 유의한 차이가 없었고( $p > .05$ ), 또한 훈련기간과 운동군 사이에 상호작용의 효과는 없었다( $p > .05$ ). 개체-간 효과 검정을 비교한 결과 유의한 차이가 없었다( $p > .05$ ).

표 4. 기간에 따른 배바깥빗근의 두께 변화 (단위: mm)

	Before	After 3-week	After 6-week	Time(F)	Group (F)	Time* Group(F)
케겔 운동군 (n=15)	3.56±0.97	3.71±1.18	4.02±0.93	3.210	0.142	0.453
플랭크 운동군 (n=15)	3.42±0.86	4.02±1.37	4.20±1.42			

#### IV. 고 찰

본 연구는 코어 안정화운동으로 임상에서 많이 시행되고 있는 플랭크 운동과 케겔 운동을 6주간 적용하였으며, 이를 통해 복부 근육의 두께 변화를 알아보고자 하였다.

플랭크 운동과 케겔 운동은 몸통의 안정화와 근력 향상을 위한 훈련으로 많이 사용되고 있다. 플랭크 운동은 큰가슴근, 어깨세모근, 앞뒀니근, 배가로근, 배바깥근, 배속빗근, 배곧은근, 척추세움근, 엉덩허리근, 넓다리내갈래근, 큰볼기근 등 많은 근육들을 강화할 수 있는 적합한 운동이다. 케겔 운동은 골반바닥근육의 수축을 유도하는 일반적인 방법으로 골반바닥근육의 약화가 주원인인 요실금 환자들의 치료를 위한 운동으로 주로 사용되고 있다(Kegel, 1948).

복부근육의 활성화를 측정하기 위해서는 근전도나 초음파 등의 여러 장비를 사용해야 한다. 근전도는 침습적인 방법, 그리고 비침습적인 방법으로 구분이 되는데, 침습적인 근전도는 현실적으로 사용하기가 힘들며(Hodges 등, 2003), 비침습적인 표면 근전도는 배가로근과 배속빗근의 활성화를 구분하는데 있어 많은 어려움을 가지고 있다(Hodges & Richardson, 1997; McGill 등, 1996). 반면, 초음파는 비침습적인 방법으로 복부근육의 두께를 직접적으로 측정할 수가 있으며, 선행 연구(Ishida 등, 2012)에서 배근육의 수축에 대한 초음파 측정 신뢰도 범위는 .92~.95로 매우 높았다. 따라서 이러한 근육의 두께 변화는 근육 활성화의 지표로 간주된다고 할 수 있다(Kermode, 2004; Richardson 등, 1999). 이에 본 연구는 초음파 영상을 이용하여 코어 근육의 안정성에 가장 중요한 역할을 하는 배가로근, 배속빗근, 배바깥근의 두께를 관찰하였다.

도용찬(2014)의 연구에서는 플랭크 운동을 안정된 지면, 상지가 불안정한 지면, 하지가 불안정한 지면으로 구분하여 연구를 실시한 결과 휴식 상태의 이완된 배근육에 비해 3가지 자세에서의 배가로근, 배속빗근의 두께가 유의하게 증가하였다. 또한 강래경 등(2016)의 연구에서도 슬링을 이용하여 불안정 지지면에서 플랭크 운동을 실시한 결과 배가로근, 배속빗근, 배바깥근 모두 유의

한 증가를 보였다. 본 연구에서는 안정된 지면에서 플랭크 운동을 6주간 실시한 결과 배가로근, 배속빗근, 배바깥근 모두 두께가 증가하였고 배가로근의 두께는 유의한 차이가 있었다. 배가로근은 배속빗근과 함께 가슴허리근막을 통해 허리 부위에 부착되어 배의 내압을 증가시키고 허리뼈-골반의 안정성에 기여한다(Barker 등, 2006; Hodges 등, 2005). 이러한 결과를 통해 플랭크 운동이 코어 안정화를 위한 효과적인 운동 방법 중의 하나인 것으로 볼 수 있다.

김지선 등(2016)의 연구에서는 코어 안정화를 위한 운동으로 복부 드로우-인 기법, 최대 호기, 케겔 운동을 시행한 결과 케겔 운동이 배가로근과 골반바닥근육의 최대 수축을 유도하였다. Sapsford와 Hodges(2001)의 연구에서도 배근육의 수의적인 수축 시 골반바닥근육의 활성도가 증가하였다. 또한 Sapsford 등(2001)은 골반바닥근육의 최대 수축 시 배가로근, 배속빗근, 배바깥근을 포함한 모든 배근육에서 수축이 증가하였다고 하였다. 김진희 등(2012)은 골반바닥근육 수축운동과 피드백을 적용한 골반바닥근육 수축운동 모두 배가로근의 두께를 증가시킨다고 하였다. 본 연구에서도 케겔 운동을 6주간 실시한 결과 배가로근, 배속빗근, 배바깥근 모두 두께가 증가하였고 배가로근의 두께는 유의한 차이가 있었다. 배가로근과 마찬가지로 골반바닥근육은 허리 부위에 안정성을 증가시키는 근육으로 여겨지고 있다(Sapsford & Hodges, 2001). 깊은 배근육의 활성화는 골반바닥근육의 의식적인 수축에 대한 정상적인 반응의 결과로 나타나는 것이라고 할 수 있다(Critchley, 2002). 따라서 본 연구에서 케겔 운동으로 인해 배가로근의 두께가 증가된 것은 케겔 운동 시 수축하는 골반바닥근육과 배가로근의 상호활성화에 따른 결과로 보인다.

본 연구의 제한점으로는 대상자 수가 적었고 단기간에 운동을 적용하여 운동의 효과가 미미한 것으로 사료된다. 따라서 추후에는 대상자 수와 기간을 늘려 코어 근육이 약한 대상자에게 플랭크 운동과 케겔 운동을 적용하여 두 운동의 효과를 비교해야 할 것이다.

## V. 결 론

본 연구는 20대의 건강한 남녀를 대상으로 하여 6주간 케겔 운동과 플랭크 운동을 적용하여 코어 근육에 미치는 효과에 대해 알아보고 두 운동 방법에 대해 비교하고자 하였다. 실험 후 기간에 따른 배가로근, 배속빋근, 배바깥빋근의 두께를 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 플랭크 운동을 실시한 군에서 기간에 따라 배근육의 두께는 증가하였고 그 중에서 배가로근의 두께는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다.

둘째, 케겔 운동을 실시한 군에서 기간에 따라 배근육의 두께는 증가하였고 그 중에서 배가로근의 두께는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다.

셋째, 실험 후 플랭크 운동군과 케겔 운동군의 배가로근, 배속빋근, 배바깥빋근의 두께는 유의한 차이는 없었지만 플랭크 운동군에서 더 높았다.

본 연구결과를 통해 코어 근육의 안정화를 위해 플랭크 운동과 케겔 운동을 추천하며 본 연구결과를 토대로 코어 임상에서 근육이 약한 환자나 출산 후 여성에게 코어 안정화 운동방법으로 플랭크 운동 또는 케겔 운동이 사용되기를 추천한다.

## 참고문헌

강래경, 김희연, 윤혜영 등(2016). 불안정한 지지면에서 코어 운동 형태가 복부 근육 두께에 미치는 영향. 경남정보대학교 제9회 KIT 연합학술제, pp.55-63.

김지선, 김양현, 김은나 등(2016). 코어 안정화를 위한 운동의 효과 비교: 복부 드로우 인 기법, 최대 호기, 케겔 운동. 대한물리의학회지, 11(1), 83-91.

김진희, 김난수, 장준혁(2012). 영상피드백을 적용한 골반저근 수축이 복부 근 두께에 미치는 영향. 대한물리의학회지, 7(4), 533-539.

구영미(2016). 강한 날숨과 드로잉-인 기법이 정상 성인의 몸통근 활성화도, 두께, 몸통과 골반 움직임에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원, 박사학위 논문.

도용찬(2014). 지면 유형별 플랭크 운동에서 초음파 영상 을 통한 복횡근과 내복사근 두께 비교. 인제대학교 보건대학원, 석사학위 논문.

배원식(2017). 동적 신경근 안정화운동이 전방머리자세 에 미치는 영향. 부산가톨릭대학교 대학원, 박사학위 논문.

유인근(2016). 한발서기 시 역동적 신경근 안정화 호흡이 기계적 요통 환자의 코어근육 활성화에 미치는 영향. 연세대학교 대학원 석사학위 논문.

이건철, 배원식, 김지혁(2014). 고관절 내전근 수축을 이 용한 교각운동이 복부근육의 두께에 미치는 영향. 대 한물리의학회지, 9(2), 233-242.

이정석(2013). 선택적 복부 심부근 운동과 허리 안정화 운동이 몸통근 활성화와 배가로근의 두께 변화에 미치 는 영향. 대구대학교 재활과학대학원, 석사학위 논문.

이현옥, 배원식, 신재욱(2016). 탄력밴드를 이용한 팔 들 기 시 방향에 따른 몸통근육 활성화도 비교. 대한물리 의학회지, 11(2), 25-31.

한상완, 이동진, 이은상(2014). 슬링운동과 스위스볼 운 동이 요통환자의 근력과 협응력 및 통증에 미치는 영 향. 코칭능력개발지, 16(3), 123-132.

Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, et al(2008). Core stability exercise principles. Curr Sports Med Rep, 7(1), 39-44.

Akuthota V, Nadler SF(2004). Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil, 85(3 Sup. 1), S86-92.

Arab AM, Chehrehazi M(2011). The response of the abdominal muscles to pelvic floor muscle contraction in women with and without stress urinary incontinence using ultrasound imaging. Neurourol Urodyn, 30(1), 117-120.

Barker PJ, Guggenheimer KT, Grkovic I, et al(2006). Effects of tensioning the lumbar fascia on segmental stiffness during flexion and extension. Spine, 31(4), 397-405.

Critchley D(2002). Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. Physiother Res Int, 7(2), 65-75.

- Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC(2007). Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*, 37(12), 754-762.
- Handzel TM(2003). Core training for improved performance. *NSCA's Performance Training Journal*, 2(6), 26-30.
- Hodges PW, Erkişson AE, Shirley D, et al(2005). Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *J Biomech*, 38(9), 1873-1880.
- Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, et al(2003). Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle & Nerve*. 27(6), 682-692.
- Hodges PW, Richardson CA(1997). Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res*, 114(2), 362-370.
- Huxel Bliven KC, Anderson BE(2013). Core stability training for injury prevention. *Sports Health*. 5(6), 514-522.
- Ishida H, Hirose R, Watanabe S(2012). Comparison of changes in the contraction of the lateral abdominal muscles between the abdominal drawing-in maneuver and breathe held at the maximum expiratory level. *Man Ther*, 17(5), 427-331.
- Kegel AH(1948). Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *Am J Obstet Gynecol*, 56(2), 238-248.
- Kermode F(2004). Benefits of utilising real-time ultrasound imaging in the rehabilitation of the lumbar spine stabilising muscles following low back injury in the elite athlete-a single case study. *Phys Ther Sport*, 5(1), 13-16.
- Kibler WB, Press J, Sciascia A(2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Med*, 36(3), 189-198.
- Kim SY, Kang MH, Kim ER, et al(2016). Comparison of EMG activity on abdominal muscles during plank exercise with unilateral and bilateral additional isometric hip adduction. *J Electromyogr Kinesiol*, 30, 9-14.
- Marshall PW, Murphy BA(2005). Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil*. 86(2), 242-249.
- McGill S, Juker D, Kropf P(1996). Appropriately placed surface EMG electrodes reflect deep muscle activity (psoas, quadratus lumborum, abdominal wall) in the lumbar spine. *J Biomech*, 29(11), 1503-1507.
- Morkved S, Bo K(2000). Effect of postpartum pelvic floor muscle training in prevention and treatment of urinary incontinence: a one-year follow up. *BJOG* 107(8), 1022-1028.
- Richardson C, Full G, Hodges P, et al(1999). Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain. Edinburgh, Churchill Livingstone, pp.61-76.
- Sapsford RR, Hodges PW(2001). Contraction of the pelvic floor muscles during abdominal maneuvers. *Arch Phys Med Rehabil*, 82(8), 1081-1088.
- Sapsford RR, Hodges PW, Richardson CA, et al(2001). Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *Neurourol Urodyn*, 20(1), 31-42.
- Sekendiz B, Cuğ M, Korkusuz F(2010). Effects of Swiss-ball core strength training on strength, endurance, flexibility, and balance in sedentary women. *J Strength Cond Res*, 24(11), 3032-3040.
- Son HH(2015). Trunk muscle activation during bridge exercise with various shoulder supporting surfaces. *J Korean Soc Phys Med*, 10(3), 299-304.
- Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, et al(2007). The effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study. *Am J Sports Med*, 35(3), 368-373.