■ 황성준, 조남정¹, 이정우²

한려대학교 대학원 물리치료학과, ¹한려대학교 물리치료학과, ²광주여자대학교 물리치료학과

Effects of Core Program Exercise on Static Balance of Females in Their Twenties

Seung-Joon Hwang, PT; Nam-Jung Cho, PT, PhD¹; Jeong-Woo Lee, PT, PhD²

Department of Physical Therapy, Hanlyo University Graduate School; ¹Department of Physical Therapy, Hanlyo University;

²Department of Physical Therapy, Kwangju Women's University

Purpose : The purpose of this study was to investigate the effects of core exercise on the static balance for females in their twenties.

Methods : The core exercise program was conducted 3 times per week for 4 weeks. The result is based on the analysis of measuring static balance before and after the core exercise program. By using the GOOD BALANCE system, the assessment of the static balance ability was made before and after the exercise of 6 postures: normal standing, one left leg and one right leg standing with eyes open and closed respectively. For each case, the experimental data were obtained in 3 items: mean X speed, mean Y speed, and velocity moment. Statistical analysis was performed using SPSS/Win(10.0) version and Willcoxon signed rank test.

Results : From the result of this study, we found that mean X speed, mean Y speed and velocity moment of total postures significantly increased after the 4 week program of core exercises.

Conclusion : These finding indicate that core exercises could be beneficial to females in their twenties due to the effect of increasing static balance.

Key words : Balance, Core exercise, Females

논문접수일 : 2010년 5월 21일

수정접수일 : 2010년 6월 7일

게재승인일 : 2010년 6월 10일

교신저자 : 이정우, jwlee@kwu.ac.kr

1. 서론

균형은 최소한의 흔들림으로 기저면내에서 신체의 중력 중심을 유지하는 능력이다.¹ 일상생활에서 특정 자세를 유지하거나, 신체를 움직이면서 과제를 수행할 때 또는 기대하지 못한 외부의 힘에 의해 신체가 동요할 때 신체를 보호하기 위해 균형을 유지하고 발달시키는 것은 다양한 환경에서 활동하는데 중요하다.

균형은 신경계와 근골격계의 통합이 관여하는 매우 복잡한 기능으로 시각, 청각, 전정감각 및 고유수용기로부터 유입된 자극에 대한 중추신경계의 통합 작용, 시각적 공간 인지력, 환경변화에 대해 빠르고 정확하게 반응하는 근 긴장도, 근력, 지구력 및 관절의

유연성 등의 다양한 기능적 요인이 관여하고 이들 요인의 장애에 의해 균형 수행력의 상실이 야기될 수 있다.²⁻⁴

균형에는 정적 균형과 동적 균형이 있는데, 정적 균형 능력은 고정된 기저면에서 중력에 대하여 공간에서 신체를 기립 자세로 유지할 수 있는 능력이며 동적 균형 능력은 신체가 움직이는 동안 넘어지지 않고 자세를 유지할 수 있는 능력을 의미한다.⁵ 따라서 정적 및 동적 균형을 포함한 균형능력은 중추신경계 및 근골격계의 적절한 반응을 요구하고 있으며, 이러한 능력을 향상시키기 위한 다양한 연구들이 시도되고 있으며, 그 중에서 코어프로그램은 요부 안정화 요법의 하나로써 인간이 직립 자세를 유지하기 위해서 중력의 영향에 대하여 체간의 균형과 안정성(core stability)

을 제공한다. 최근에는 신체의 균형을 유지하기 위해 ‘코어(Core) 근육 강화 훈련’이 재활의 주요 경향으로 대두되고 있다.⁶ 코어 안정성 프로그램은 매 동작마다 코어 안정성 근육의 최대 등척성 수축을 신경 신호가 뇌에 전달되는 시간을 6초 이상 지속한 후 이완하여 자연스럽게 이완의 효과를 유도하는 것이 하나의 특징이다. 이를 통해 긴장해소와 근력강화, 유연성, 자세교정 효과를 얻을 수 있고, 부상의 위험도 줄여주는 장점이 있다.⁷ 이러한 코어 안정성 프로그램은 국내외적으로 요통 환자의 통증 완화, 편마비 환자의 균형 감각을 증진시키는 것으로 그 효과가 많이 알려져 있다.^{8,9}

Panjabi¹⁰는 척추 분절의 불안정성 해결을 위해 척추분절의 동적인 안정성 제공에 중요한 역할을 하는 요추 주위의 체간 심부에 위치한 국소 근육군의 근력강화운동인 동적 체간 안정화 운동이 척추의 기능장애를 줄여주는데 유용하다고 보고하는 등 여러 연구들에서 척추를 중심으로 한 근육들의 안정성 운동들의 중요성이 부각되고 있다. 따라서 척추의 안정성을 증가시키기 위한 시도들이 연구되고 있으나 대부분의 연구들이 주로 운동 선수들¹¹⁻¹³과 노년 및 중년 여성 중심으로 한 근력강화에 대한 연구들¹⁴⁻¹⁶과 동적 균형감각에 미치는 영향에 대한 연구¹⁷들이 보고되고 있고 또한 젊은 여성을 대상으로 한 연구 및 코어프로그램 적용에 의한 정적균형능력에 미치는 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구는 코어 프로그램을 20대 젊은 여성에게 적용하여 정적균형에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 2010년 3월 3일~2010년 3월 31일까지 전라남도 00시에 거주하는 20대 여성 16명을 대상으로 하였다. 연구대상에서 티눈, 상흔, 피부감각의 이상이 있는 자, 결과에 영향을 미치는 약물을 복용 중인 자, 6개월 이전까지 근골격계 및 신경학적 질환이 있는 대상자는 제외 시켰으며, 실험 기간 내에 다른 운동은 제한 시켰다. 연구 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(표 1).

표 1. 대상자들의 일반적인 특성

일반적인 특성	평균±표준편차
나 이(세)	21.63±1.54
신 장(cm)	161.47±6.15
체 중(kg)	55.06±7.02
신체 질량지수	21.15±2.87

2. 연구설계

실험에 동의한 실험자에게 실험에 대한 목적과 실시 요령을 충분히 교육하였으며, 코어프로그램에 대해 교육 시킨 후 사전 평가를 실시하였다.

1) 측정도구 및 측정방법

본 연구에서는 균형 능력 측정 장비인 Good Balance System(Metitur, 핀란드)을 이용하여 운동 전·후 균형 능력을 측정하였다(그림 1).

그림 1. Good Balance System

2) 코어 프로그램

운동은 4주 동안 동일한 조건하에서 주 3회 실시 하였으며, 어떠한 다른 처치도 하지 않고, 연구자가 직접 시범을 보이며 환자가 완전히 이해 하도록 실험군의 상태에 따라 점진적으로 개별 교육을 시행 하였다. 본 운동은 중급과 고급 단계의 프로그램을 제외시킨 순수한 안정화 운동과 등척성운동이 포함되어 관절에 무리가 없고 도구가 필요 없는 기초 코어프로그램만 실시하였다(표 2).¹⁴ 본 연구에 있어 모든 코어프로그램은 6초간 유지하며 각각 3회씩 3set를 반복 실시하였다. 단, 복식호흡단계와 코브라단계는 6초간 유지하는 것을 제외하였다.

표 2. 코어프로그램의 단계별 효과 및 목적

코어프로그램	효과 및 목적
헤드 투 토우 준비운동	몸 전체를 스트레칭하여 척추 관절의 경직해소
허 스트레칭	얼굴과 턱의 근육을 이완 및 미주신경 스트레칭
밸리 블래스터	척추와 함께 복부근육과 골반저 근육을 강화
복식호흡	근육의 긴장을 풀어줌, 가스교환
코브라	등의 긴장을 풀어주고 척추 디스크의 압박을 완화
버터플라이/발꿈치 부딪히기	목, 어깨, 등의 근육을 안정화시키고, 근력강화
삼단계 골반안정 운동	복부, 요부, 골반, 슬관근 근육강화
슬관근 스트레칭	슬관근, 대퇴사두근의 유연성 증가
가슴까지 무릎접기	요부 근육과 연부조직을 스트레칭
누워서 척추 비틀기	가슴, 어깨, 목 근육을 최대 스트레칭
복식호흡	근육의 긴장을 풀어줌, 가스교환
크로스 익스텐션	팔다리를 동시에 운동하여 몸의 균형과 안정성 획득
코브라	등의 긴장을 풀어주고 척추 디스크의 압박을 완화
마지막 복식호흡	근육의 긴장을 풀어줌, 가스교환

3. 실험절차 및 방법

본 연구의 실험에 참가하는 대상자들은 실험의 의의를 충분히 듣고 자발적으로 참여 의사가 있는 20대 여성들에게 동의를 받은 후, 전남 00시 소재 00대학교 운동치료실에서 검사를 실시하였다. 사전 검사는 처치를 하지 않은 상태에서 Good Balance System을 통하여 균형검사를 실시 하였다.

Good Balance System은 이동이 가능한 삼각형의 두발 기립용 발판으로 구성되어 있으며, 발판 위에는 적절한 발의 위치를 위해서 눈금자가 표시되어 있어 발의 위치를 정확하게 둘 수 있도록 되어있다. 발판에서 측정 되는 전·후, 좌·우의 신체 중심점에서의 여러 가지 이동 속도와 균형에 대한 측정값의 정보는 컴퓨터 분석 후 수치를 컴퓨터 모니터에 제공해 준다(그림 2). 측정 자세는 눈뜨고 양발 서기 자세, 눈감고 양발 서기 자세, 눈뜨고 좌측 외발 서기 자세, 눈감고 우측 외발 서기 자세, 눈뜨고 우측 외발 서기 자세, 눈감고 좌측 외발 서기 자세로 각각 6가지 자세를 측정 하였다(표 3). 각 자세에서 측정 장비가 정적 균형 능력을 나타내는 지수 즉, X축 평균 속도, Y축 평균 속도, 속도 모멘트를 측정하였다.

표 3. 측정 자세

Seq.	측정 자세	시간
1	눈뜨고 양발 서기자세	30초
2	눈감고 양발 서기자세	30초
3	눈뜨고 좌측 외발서기	20초
4	눈감고 우측 외발서기	20초
5	눈뜨고 우측 외발서기	20초
6	눈감고 좌측 외발서기	20초

그림 2. Good Balance 출력 화면

4. 자료 분석

본 연구의 통계학적 분석은 SPSS/Window(10.0 version)를 사용하였다. 6가지 측정 항목의 운동 전·후 결과에 대한 각각의 차이 검증과 균형검사 6가지 측정 항목 값들의 합산된 차이 검증은 일측성 부호 순위검정(Willcoxon signed rank test)을 실시하였고,

유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 결과

1. 양발 서기 자세 비교

눈뜨고 양발 서기 자세에서 X축 평균 속도는 운동 전 $4.14 \pm 1.59\text{mm/s}$ 에서 $3.27 \pm 1.19\text{mm/s}$ 로, Y축 평균 속도는 운동 전 $6.64 \pm 2.23\text{mm/s}$ 에서 운동 후 $4.74 \pm 0.82\text{mm/s}$ 로, 속도 모멘트는 운동 전 $13.52 \pm 9.97\text{mm}^2/\text{s}$ 에서 운동 후 $7.96 \pm 3.76\text{mm}^2/\text{s}$ 로 감소하여 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).

눈감고 양발 서기 자세에서 X축 평균 속도는 운동 전 $5.20 \pm 1.98\text{mm/s}$ 에서 $3.59 \pm 1.81\text{mm/s}$ 로 감소하여 통계학적으로 감소하였으나, Y축 평균 속도는 운동 전 $7.38 \pm 2.14\text{mm/s}$ 에서 운동 후 $6.16 \pm 1.96\text{mm/s}$ 로, 속도 모멘트는 운동 전 $12.42 \pm 8.49\text{mm}^2/\text{s}$ 에서 운동 후 $10.76 \pm 8.20\text{mm}^2/\text{s}$ 로 감소하였으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(표 4).

표 4. 운동 전·후 눈뜨고, 눈감기 양발 서기 자세

		운동 전	운동 후	Z	P
눈뜨고 양발 서기	X축 평균속도 ^a	4.14 ± 1.59	3.27 ± 1.19	-3.36	0.001
	Y축 평균속도 ^a	6.64 ± 2.23	4.74 ± 0.82	-3.01	0.003
	속도 모멘트 ^b	13.52 ± 9.97	7.96 ± 3.76	-2.02	0.039
눈감고 양발 서기	X축 평균속도 ^a	5.20 ± 1.98	3.59 ± 1.81	-1.53	0.044
	Y축 평균속도 ^a	7.38 ± 2.14	6.16 ± 1.96	-0.80	0.125
	속도 모멘트 ^b	12.42 ± 8.49	10.76 ± 8.20	-3.15	0.426

평균±표준편차

^a: mm/s, ^b: mm^2/s

2. 좌측 외발 서기 자세 비교

눈뜨고 좌측 외발 서기 자세에서 X축 평균 속도는 운동 전 $17.66 \pm 3.60\text{mm/s}$ 에서 $12.83 \pm 3.80\text{mm/s}$ 로($p < 0.01$), 속도 모멘트는 운동 전 $57.78 \pm 19.34\text{mm}^2/\text{s}$ 에서 운동 후 $36.27 \pm 15.85\text{mm}^2/\text{s}$ 로($p < 0.05$) 감소하여 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나, Y축 평균 속도는 운동 전 $15.37 \pm 4.19\text{mm/s}$ 에서 운동 후 15.85mm/s 로 감소는 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

눈감고 좌측 외발 서기 자세에서 Y축 평균 속도는 운동 전 $32.08 \pm 8.50\text{mm/s}$ 에서 운동 후 $23.91 \pm 6.95\text{mm/s}$ 로, 속도 모멘트는 운동 전 $233.71 \pm 73.00\text{mm}^2/\text{s}$ 에서 운동 후 $136.89 \pm 63.35\text{mm}^2/\text{s}$ 로 감소하여 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나($p < 0.01$), X축 평균 속도는 운동 전 $33.14 \pm 7.31\text{mm/s}$ 에서

25.73±12.09mm/s로 감소는 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(표 5).

표 5. 운동 전·후 눈뜨고, 눈감기 좌측 외발 서기 자세

		운동 전	운동 후	Z	p
눈뜨고 좌측 외발서기	X 축 평균속도 ^a	17.66±3.60	12.83 ±3.80	-0.88	0.002
	Y 축 평균속도 ^a	15.37±4.19	13.36 ±4.72	-2.46	0.379
	속도 모멘트 ^b	57.78±19.34	36.27 ±15.85	-0.28	0.014
눈감고 좌측 외발서기	X 축 평균속도 ^a	33.14±7.31	25.73±12.09	-1.65	0.098
	Y 축 평균속도 ^a	32.08±8.50	23.91±6.95	-2.64	0.008
	속도 모멘트 ^b	233.71±73.00	136.89±63.35	-2.90	0.004

평균±표준편차

^a: mm/s, ^b: mm²/s

3. 우측 외발 서기 자세 비교

눈뜨고 우측 외발 서기 자세에서 X 축 평균 속도는 운동 전 18.75±4.08mm/s에서 16.13±7.85mm/s로 Y 축 평균 속도는 운동 전 16.46±4.44mm/s에서 운동 후 12.20±4.01mm/s로 감소하여 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나, 속도 모멘트는 운동 전 60.31±27.20mm²/s에서 운동 후 48.56±26.02mm²/s로 감소는 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

눈감고 우측 외발 서기 자세에서 Y 축 평균 속도는 운동 전 30.25±7.95mm/s에서 운동 후 23.21±8.08mm/s로, 속도 모멘트는 운동 전 201.71±75.72mm²/s에서 운동 후 105.79±46.10mm²/s로 감소하여 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나, X 축 평균 속도는 운동 전 31.09±16.64mm/s에서 26.03±9.86mm/s로 감소는 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(표 6).

표 6. 운동 전·후 눈뜨고, 눈감기 우측 외발 서기 자세

		운동 전	운동 후	Z	p
눈뜨고 좌측 외발서기	X 축 평균속도 ^a	18.75 ±4.08	16.13±7.85	-2.43	0.017
	Y 축 평균속도 ^a	16.46±4.44	12.20±4.01	-0.47	0.015
	속도 모멘트 ^b	60.31±27.20	48.56±26.02	-1.65	0.642
눈감고 좌측 외발서기	X 축 평균속도 ^a	31.09±16.64	26.03±9.86	-2.25	0.776
	Y 축 평균속도 ^a	30.25 ±7.95	23.21±8.08	-3.26	0.024
	속도 모멘트 ^b	201.71±75.72	105.79±46.10	-1.37	0.001

평균±표준편차

^a: mm/s, ^b: mm²/s

4. 운동 전·후 모든 자세 비교

코어프로그램 전·후의 정적 균형(static balance) 능력에 관한 분석을 6가지 자세 측정치를 합산하여 결과를 검증하여 다음과 같은 결과를 얻었다. X 축 평균 속도는 운동 전 109.98±17.59mm/s에서 87.56±23.30mm/s로(p<0.05), Y 축 평균 속도는 운동 전 108.19±14.02mm/s에서 운동 후 83.59±20.39mm/s로, 속도 모멘트는 운동 전 579.44±124.12mm²/s에서 운동 후 346.21±129.46mm²/s로 감소하여 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.01)(표 7).

표 7. 운동 전·후 모든 자세

	운동 전	운동 후	Z	p
X 축 평균속도 ^a	109.98±17.59	87.56±23.30	-2.17	0.030
Y 축 평균속도 ^a	108.19±14.02	83.59±20.39	-3.46	0.001
속도 모멘트 ^b	579.44±124.12	346.21±129.46	-3.36	0.001

평균±표준편차

^a: mm/s, ^b: mm²/s

IV. 고찰

Akuthota와 Nadler¹⁸는 코어근육은 사지의 움직임에 관계 없이 신체와 척추를 안정화시키는 근육 코르셋처럼 한 개의 유닛으로 작용한다고 하였다. 이런 코어근육의 기능은 자세 정렬(posturalalignment)을 유지하고, 기능적인 활동 시에 정적 자세 평형을 유지한다고 하였다.

문정화¹⁹는 인간의 신체는 매우 복잡한 메커니즘에 의해 균형을 유지할 수 있고 근력과 균형 능력은 밀접한 관계가 있다고 하였다. 잘못된 자세는 관절에 스트레스를 가하며 근육의 불균형 초래하여 근육의 약화를 만들고 이는 신체의 움직임은 범위가 점점 더 제한하여 결국 근골격계에 부상을 초래하고, 김연희 등²⁰은 적절한 균형을 유지하기 위해서는 안정감, 대칭성, 동적 안정성을 조절할 수 있는 능력을 갖추어야 한다고 하였다.

본 연구에서는 코어 프로그램을 실시하기 전에 비해 균형 능력에서는 X방향의 평균 속도는 운동 전 109.98±17.57mm/s에서 운동 후 87.56±23.30mm/s로 Y방향의 평균 속도는 운동 전 108.19±14.02mm/s에서 운동 후 83.59±20.39mm/s로 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 눈을 뜬 상태와 감은 상태 모두에서 대체로 향상된 것으로 나타났다. 선행연구들에서도 비슷한 본 연구와 비슷한 결과를 보인 연구로 윤지연²¹은 코어 프로그램이 추간관 탈출증 청소년 축구선수들의 요부근력과 유연성에 미치는

영향에서 코어 안정화 운동이 요부근력과 근지구력의 신근력을 증가시키고, 조용혁¹²은 만성요통을 겪고 있는 청소년 축구선수 13명에게 8주간의 코어프로그램 적용 후 Romberg Test로 균형 능력을 비교해 본 결과 양측 모두 유의한 균형의 증가를 보였다고 보고하였다. 또한 권보영²¹은 8주간 리듬체조 선수들에게 공기압을 이용한 코어프로그램을 적용 후 좌우 균형이 양발에서 0.41점 감소($t=2.39$, $p<0.05$)하여 정적 균형 능력과 동적 균형 능력이 향상되었고, 조상근²²은 12주간 코어 프로그램을 노인 여성들에게 실시한 결과 요부근력, 유연성 향상을 보였으며 특히, 균형 능력에서 143%로 유의하게 증가하였다고 보고하여 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 따라서 체간 안정화 운동은 다양한 체간의 근육들과 척추 안정성, 척추경직, 척추 적용 혹은 복합적인 척추 분절운동의 불안정성을 조절하고,²³ 기능적 자세와 움직임 동안 척추 및 골반의 안정성을 증가시킨다²⁴고 보고된 것과 본 연구결과 및 선행연구들의 결과들을 종합하여 보면, 코어프로그램이 20대 여성들의 척추 근육들의 안정성을 통한 체간 조절능력을 향상시켜 균형능력을 향상시킨 것 생각된다. Panjabi¹⁰는 체간의 안정화가 다음과 같은 세가지 서브체계로 구분된다고 주장하였다. 첫 번째는 비수축성 조직에 수동적 긴장 형태로 제공되는 안정성과 주로 관절가동범위의 끝 범위에 안정성을 담당한 수동적 체계, 두 번째는 주된 역할이 힘의 전달이며, 이것은 수축성 조직들에 의해 이루어지고, 척추체나 척추관절에 가해지는 스트레스를 줄여주고, 통증을 조절하는 기능을 하며 능동 안정화를 통해 관절을 보강시킬 수 있는 능동적 서브체계, 세 번째는 조절 서브체계로서 고유수용감각 기관들 및 중추신경계로 구성되는 신경적 안정화이다. 이것은 주위 조직으로 감각 정보를 접수하여 능동적 서브체계로 필요한 상황과 타이밍에 적합한 근긴장을 제공하도록 조절한다고 설명하여 코어 프로그램에 의한 균형능력의 향상은 체간 근들의 능동적 서브체계와 고유수용감각기관 및 중추신경계로 구성되는 신경적 안정화에 도움을 주어 결국 균형능력을 향상 시킨 것이라고 생각된다.

그러나 여기 본 연구에서는 정적균형 만을 측정하였고 측정 대상자가 전남 00시 20대 여성으로 한정 하였기에 연구 결과를 일반화하는데 있어서 어려움이 있다. 또한 실험자들의 체력과 체격은 고려하지 않았으며 결과에 중요한 영향을 주었을지도 모를 실험자들의 개인적 특성, 심리적 상태, 영양상태, 생활 습관 측정장비에서 오는 학습효과 등은 통제하지 못하였다.

V. 결론

본 연구는 20대 여성을 대상으로 코어프로그램이 정적균형능력에 미치는 영향을 알아보기로 실험군 16명에 코어프로그램 적용 전후 균형을 6가지 자세와 모든 자세의 합산 값에 대하여 비교하였

다. 그 결과 코어프로그램이 눈 뜬 상태 및 감은 상태 모두에서 대체로 20대 여성의 정적균형능력을 향상시킨 것으로 나타났다. 따라서 코어프로그램은 20대 여성의 체간 근의 안정화와 고유수용감각기관 및 중추신경계로 구성되는 신경적 안정화에 도움을 주어 정적균형능력을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Nichols DS, Miller L, Colby LA et al. Sitting balance; its relation to function in individuals with hemispheres. Arch Phys Med Rehabil.1966;77(9):865-869.
2. Allum JHJ, Bloem BR, Carpenter MG et al. Proprioceptive control of posture; a review of new concepts, Gait & Posture. 1999;8(3):214-242
3. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance. Phys Ther. 1986;66(10):1528-1550.
4. Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L, Lynne D. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. Phys Ther. 1985;65:175-180.
5. O'Sullivan SB, Schmitz TJ. Physical rehabilitation; Assessment and treatment. 2nd ed, Philadelphia, FA Davis Col. 1988:147-149.
6. Nadler SF, Nadler GA et al. Hip Muscle imbalance and low back pain in athletes; influence of core strengthening. Medical Science Sports Exercise. 2002;34:9-16.
7. Brill MW, Couzens GS. The Core Program. Bantam Books, an imprint of The Bantam Dell Publishing Group, a division of Random House, Inc. 2001:3-130.
8. Hodge, PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal pressure during and respiratory activation of the human diaphragm. Physical Therapy. 1997;77:132-142.
9. O'Sullivan PB, Twomey LT, Allison GT et al. Dynamic stabilization of the lumbar spine. Grit Rev Phys Rehabil Med. 1997;9:315-330.
10. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. J Electromyogr Kinegiol. 2003;13(4):371-379.

11. 윤지연. 코어프로그램이 추간판 탈출증 유소년 축구선수들의 요부근력과 유연성에 미치는 영향. 성균관대학교 석사학위논문. 2007.
12. 조용혁. 등장성운동 프로그램과 코어운동 프로그램이 만성요통 유소년 축구선수들의 등속성 근력, 유연성, 균형능력, 주관적 통증강도에 미치는 효과. 경희대학교 석사학위논문. 2010.
13. 양지연. 펜싱선수들의 코어프로그램 수행과 요추부 기능개선에 관한 연구. 한국체육대학교 석사학위논문. 2008.
14. 김대훈. 코어프로그램이 만성요통환자의 요부신전근력과 통증에 미치는 영향. 고려대학교 석사학위논문. 2005.
15. 이승균. 코어 운동 프로그램이 요부 근력 및 비만에 미치는 영향. 고신대학교 석사학위논문. 2007.
16. 최미선. 8주간의 코어 프로그램이 중년여성의 요추전만각, 요부근력 및 요부유연성에 미치는 영향. 대전대학교 석사학위논문. 2007.
17. 김광수. 균형감각운동과 코어프로그램 복합운동이 편마비환자의 동적균형감각에 미치는 영향. 고려대학교 석사학위논문. 2006.
18. Akuthota V, Nadler SF. Core Strengthening. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2004;85:86-92.
19. 문정화. 12주 운동프로그램 수행이 낙상 유경험자 노인여성의 근육적성 및 유연성, 평형성에 미치는 효과. 단국대학교 석사학위논문. 2003.
20. 김연희 등. 뇌졸중 환자에서 시각적 바이오피드백을 이용한 균형 훈련 효과. 대한재활의학회지. 2004;28(6): 515-522.
21. 권보영. 공기압을 이용한 코어 안정성·운동성 훈련 프로그램이 리듬체조 선수의 운동역학적 균형, 자세, 근력 및 민첩성에 미치는 효과. 이화여자대학교 박사학위논문. 2008.
22. 조상근. 12주간의 Core Program이 노인여성들의 근력과 균형감각 능력에 미치는 영향. 한국체육대학교 석사학위논문. 2005. .
23. MacDonal DA, Moseley GL, Hodges PW. The lumbar multifidus: Does the evidence support clinical beliefs? Man Ther. 2006;11:254-263.
24. Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA et al. The relation between the transverses abdominis muscle, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. Spine. 2002;27(4):399-405.