

Dose Weight loss and Core Exercise improve Oswestry disability index, Trunk Extensor and Flexor Muscle Strength in Obese Middle-Aged Women with Chronic Low Back Pain?

Yun-Hwan Lee^{1,2,†}, Chul-Ho Kim^{1,†}, Jea-Kwang Lee¹, Ji-Eun Lee¹, Ho-Seong Lee^{1,2,*}

¹ Department of Exercise and Medical Science, Graduate School, Dankook University, Cheonan, Republic of Korea

² Institute of Medical-Sports, Dankook University, Cheonan, Republic of Korea

Received: January 2, 2024

Accepted: January 9, 2024

Published online: January 31, 2024

Keywords:

Core Exercise
Obese Middle-aged Women
Oswestry Disability Index
Trunk Muscle Strength
Weight Loss



ABSTRACT

OBJECTIVES The purpose of this study was to investigate the weight loss and isotonic core exercise on oswestry disability index (ODI), trunk extensor and flexor muscle strength in obese middle-aged women with chronic low back pain.

METHODS Eighteen obese middle-aged woman with chronic low back pain were randomly assigned into weight loss + core exercise group (WL+CE, n=6), core exercise group (CE, n=6), and control group (CON, n=6). The weight loss goal was set at approximately 0.5-1 kg per week, and core exercises were conducted for 60 minutes, three times a week, for 8 weeks. Body composition (weight, % body fat, muscle mass, WHR), ODI, trunk extensor and flexor muscle strength were measured before, 4 weeks, and 8 weeks after core exercise.

RESULTS WHR and ODI significantly decreased at 4 and 8 weeks of exercise in both the WL+CE and CE groups compared to before exercise ($p < .05$, respectively). Trunk extensor muscle strength significant increased at 8 weeks after exercise compared to before exercise at 146°, 158°, 170°, and 182° in the WL+CE ($p < .05$, respectively), and significant increased at 8 weeks after exercise compared to before exercise at 146° and 158° in the CE ($p < .05$, respectively). Trunk flexor muscle strength was a significant increase at 8 weeks after exercise compared to before exercise at 146°, 158°, and 182° in the WL+CE ($p < .05$, respectively), and significant increase at 8 weeks after exercise compared to before exercise at 110°, 134°, 146°, and 170° in the CE ($p < .05$, respectively).

CONCLUSIONS The results of this study suggest that weight loss and core exercise improve WHR, ODI, and trunk extensor and flexor muscle strength in obese middle-aged women with chronic low back pain.

© The Asian Society of Kinesiology and the Korean Academy of Kinesiology

서론

비만의 유병율은 지속적해서 증가하고 있으며, 우리나라의 경우 비만율이 남성과 비교하여 중년여성이 2배 이상 높은 것으로 알려져 있다[1]. 중년여성의 비만은 폐경 및 에스트로겐(estrogen) 감소로 인한 기초대사량, 신체활동량 및 근육량의 감소, 그리고 복부 지방의 축적이 원인으로 보고

[†] The author contributed equally to this work.

***Correspondence:** Ho-Seong Lee, Department of Exercise and Medical Science, Graduate School, Dankook University, Cheonan, Republic of Korea; Tel: +82-42-550-3838; E-mail: hoseh28@dankook.ac.kr

ORCID Yun-Hwan Lee <https://orcid.org/0000-0002-8754-0215>
ORCID Ji-Eun Lee <https://orcid.org/0000-0002-8228-3053>
ORCID Ho-Seong Lee <https://orcid.org/0000-0002-5779-1080>



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

되었다[2]. 이러한 비만 상태는 심혈관계, 대사성 및 근골격계 질환 등 다양한 합병증을 일으켰다고 보고되었다[3].

한편 요통은 비만 환자들이 빈번하게 호소하는 근골격계 질환 중 하나이며[4], 요통으로 인한 장애 정도를 평가하는 도구로 오스웨스트리 장애지수(Oswestry disability index; ODI)가 주로 사용되고 있다[5]. 요통이 있는 비만 환자는 일반 요통 환자와 비교하여 비정상적인 부하가 허리뼈의 압력을 증가시켜 ODI가 더 높게 나타났다고 보고되었다[6]. 특히, 요통 환자의 80~90%는 12주 이내에 특별한 치료 없이 회복되지만, 요통이 있는 비만 환자는 많은 지방 분포로 인한 높은 염증이 통증 감각에 부정적인 영향을 주어 통증 유발 및 통증 민감도가 증가하였으며, 허리뼈에 기능장애를 유발하고 신체활동량을 감소시켜 체간 근력의 약화 및 만성 요통으로 이어졌다고 보고되었다[6, 7]. 또한, Zhou 등[8]은 남성과 비교하여 중년여성은 비만과 요통이 양(+)의 상관관계가 있다고 보고하였으며, 높은 수치의 BMI 및 허리-엉덩이 둘레비는 ODI를 증가시키는 것으로 보고되었다[9, 10]. 선행연구에서는 비만 대사 등 수술적 체중감량 방법이 요통 및 ODI를 감소시켰다고 보고되었으며[11-13], Rankin [14]은 비만 환자의 통증 관리를 위해서는 운동과 식이조절을 병행하는 것이 효과적이라고 보고되었다. 이처럼 만성 요통이 있는 중년여성의 요통으로 인한 장애를 개선하기 위해서는 체중감량이 필수적이라고 생각된다.

일반적으로 요통은 관절가동술[15], 교정 치료[16], 견인 치료[17], 열 치료, 전기치료, 초음파치료[18] 및 운동 치료 등을 통해 개선하는 것으로 보고되었다[19]. 대부분의 요통 환자는 척추주위근(paraspinal muscles)과 허리근(psoas)의 횡단면적이 감소하여 척추의 불안정성이 발생하였으며, 체간 펌 및 굽힘 근력이 현저하게 저하하여 통증이 유발하였다고 보고되었다[20]. 이에 Panjabi [21]은 운동 치료는 근력, 근지구력, 근협응력 및 근조절 능력의 강화를 통해 요통을 포함한 근골격계 질환 관리에 효과적이라고 하였다. 특히, 코어 운동은 운동 치료에서 가장 많이 활용하는 운동으로 체간 펌 및 굽힘 근력, 유연성, 척추와 골반의 신경근 조절 능력을 향상시켜 척추의 안정성을 증가시키고, 척추에 대한 압력, 펌 및 마찰과 같은 기계적 자극과 통증을 감소시켰다고 보고되었다[22]. 선행연구에서는 코어 운동은 요통이 있는 중년여성의 ODI를 감소시켰으며, 체간 펌 근력과 신경근 조절 능력을 향상시켰다고 보고되었다[7]. 또한, 코어 운동은 체간 굽힘 근육의 두께를 증가시키고 ODI를 감소시킬 뿐만 아니라 허리의 가동성을 증가시키는 것으로 보

고되었다[23]. 따라서 코어 운동은 ODI, 체간 굽힘 및 펌 근력 및 안정성 개선에 효과적인 방법이며, 비만 중년여성의 요통을 개선시키기 위해서는 코어 운동이 필요하다고 생각된다.

앞에서 언급한 바와 같이, 중년여성은 비만과 요통이 밀접한 관계가 있으며, 이에 비만 중년여성의 요통으로 인한 장애를 개선하기 위해서는 체중감량과 코어 운동의 병행이 필요하다고 생각된다. 하지만 현재까지 수술적 체중 감량에 대한 연구는 보고되었지만, 비만 중년여성을 대상으로 식이 제한을 활용한 비수술적 체중감량과 코어 운동을 병행하여 ODI, 체간 펌 및 굽힘 근력의 변화를 상세히 평가한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 비만 중년여성을 대상으로 체중감량과 코어 운동을 병행하여 ODI, 체간 펌 및 굽힘 근력의 변화를 검토하는 것은 비만 중년여성의 비만 관리 및 예방과 통증 관리 프로그램 개발에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 생각된다.

이에 이 연구는 체중감량과 코어 운동이 만성 요통이 있는 비만 중년여성의 ODI, 체간 펌 및 굽힘 근력을 개선시키는가?를 검토하는데 그 목적이 있다.

연구방법

1. 연구대상

연구대상은 만성 요통이 있는 비만 중년여성(체지방률 $\geq 30\%$; WHR ≥ 0.85) 18명으로 하였으며, 체중감량+코어 운동 집단(Weight loss + Core exercise group, WL+CE, n=6), 코어 운동 집단(Core exercise group, CE, n=6) 및 통제 집단(Control group, CON, n=6)으로 분류하였다. 모든 대상자는 ODI 점수가 7점 이상이고[24], 요부 및 요천추부에 비특이적 요통을 12주 이상 호소하는 자로 하였다[25]. 또한 모든 대상자에게 연구의 취지 내용을 충분히 설명한 후 자발적으로 실험에 참가하였다. 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2. 실험절차

모든 대상자는 신체조성(체중, 체지방률, 근육량, WHR) ODI, 체간 펌근 및 체간 굽힘근을 코어 운동 전, 코어 운동 4주 및 8주 후에 각각 측정하였다. WL+CE 집단은 체중감량과 코어 운동을 병행하여 실시하였으며, CE 집단은 CE+WL 집단이 실시한 동일한 코어 운동을 실시하였다. CON 집단은 어떠한 개입도 하지 않았다.

Table 1. Physical characteristics of the subjects.

Group (n)	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Body fat (%)	WHR (cm/cm)
WL+CE (6)	51.17 ± 5.81	157.35 ± 5.70	58.53 ± 4.00	32.75 ± 2.61	0.88 ± 0.03
CE (6)	51.67 ± 6.50	160.15 ± 4.55	56.27 ± 6.27	30.58 ± 7.41	0.86 ± 0.01
CON (6)	56.33 ± 3.88	158.68 ± 4.78	58.75 ± 5.60	31.28 ± 4.17	0.86 ± 0.04

Table 2. Exercises program.

Order (time)	Period	Type	Intensity
Warm-up (15 min)		Static stretching Swiss-ball stretching	
Exercise (30 min)	1-8 weeks	Hip flexion exercise Trunk extension exercise Trunk flexion exercise	50% of MVIC 15 reps * 3 set Rest between set: 1min Rest between exercise: 3 min
Cool-down (15 min)		Swiss-ball stretching Static stretching	



Figure 1. Core exercise. Trunk extensor (Right) and flexor (Left) muscle strength.

3. 코어 운동

코어 운동 프로그램은 준비운동 15분, 본 운동 30분, 정리운동 15분으로 1회 60분, 주 3회 및 8주 동안 실시하였다(Figure 1, Table 2). 준비운동과 정리운동은 정적 스트레칭과 스위스 볼을 이용한 동적 스트레칭을 실시하였으며, 본 운동은 Lumbar Extension Exercise system (LEX system, DaeYang mechanics, Korea)을 사용하여 체간 펌 및 굽힘근 강화 운동을 실시하였다. 운동강도는 사전에 실시한 최대 등척성 근력의 50%의 부하로 시작하여 운동 4

주 후 최대 등척성 근력을 재 측정하여 부하를 재설정하였으며, 15회 3세트, 세트 간 휴식 1분, 운동 간 휴식 3분으로 설정하였다[26].

4. 체중감량

체중감량 시작 전 피험자의 일일 섭취량을 조사하였고, 일일 섭취량에서 500kcal를 적게 섭취하도록 하였으며, 특히, 지방은 일일 총에너지 섭취량(total energy intake)에서 30% 이하로 섭취하도록 하였다. Franz 등[27]의 방법을

참고하여 주당 0.5~1.0kg 정도의 감량을 목표로 하였다. 각 피험자에게 식단, 칼로리표 및 식사 일기를 제공하였고, 주 1회 개별 상담 시간을 가졌으며, 개별 상담 시간 동안 체중 감량 진행 상황, 질의응답, 문제점 해결, 동기부여 및 목표 재설정을 위하여 체중을 측정하였다[28].

5. 측정항목

1) 신체조성 및 허리 엉덩이둘레 비율

이 연구에서 신체조성은 체성분 측정기(zeus 9.9, Korea, Inbody, Koera)를 사용하여 신장(cm), 체중(kg), 근육량(kg) 및 체지방률(%)을 측정하였다. 피험자는 간편한 복장으로 양발은 발 전극을 밟고, 양손은 손 전극에 정확하게 권 후 직립 자세로 양 팔을 약간 벌린 자세에서 측정하였다. 측정의 오차를 최소화하기 위해 측정 2시간 전 식사 및 음료의 섭취와 격렬한 신체활동을 제한하였다[29]. 또한 허리 엉덩이둘레 비율(waist-hip ratio; WHR)은 허리둘레는 엉덩뼈는 가장 윗부분과 12번 갈비뼈의 중간지점을 엉덩이둘레는 둔부의 가장 튀어나온 부위를 측정하여 허리둘레를 엉덩이둘레로 나눈 값을 산출하였다[30].

2) 오스웨스트리 장애지수

만성 요통으로 인한 신체적 장애는 일상생활에 대한 반응과 관심에 기초한 자기 기입식 설문지인 오스웨스트리 장애지수(Oswestry disability index; ODI)를 사용하여 평가하였다. 총 10개의 문항에서 참여자의 수행 정도에 따라 0점에서 통증으로 인한 최악의 상태를 5점까지 부여였으며, 점수가 높을수록 요통에 대한 기능장애가 심한 것을 의미한다. 모든 대상자의 ODI 점수는 10개 항목에 대한 점수의 합을 총점으로 나눈 값을 백분율(%)로 환산하여 표시하였다[31].

3) 체간 펌 및 굽힘 근력

체간 펌 및 굽힘 근력을 평가하기 위해 LEX system을 이용하여 체간 펌근과 체간 굽힘근의 최대 등척성 근력을 측정하였다. Graves 등[32]이 정의한 허리뼈 골반의 리듬에 따라 110°~182°에서 12° 간격으로 총 7개 각도(110°, 122°, 134°, 146°, 158°, 170°, 182°)로 측정하였으며, 각 측정 각도 간에는 10초의 휴식 시간을 갖도록 하였다. 측정 전 각 대상자에게 검사에 대해 충분히 설명하였고, 체간 펌 및 굽힘의 최대 등척성 근력을 측정하기 위해 LEX system에 앉아 하체의 각 근력이 동원되지 못하도록 대퇴 고정대

와 하퇴 고정대를 이용하여 하지를 고정시켜 골반을 안정화한 후 측정하였으며, 상해 예방과 허리뼈의 원활한 움직임을 위하여 측정 전 운동을 5회 실시하였다. 측정은 검사자의 측정 구령과 함께 점증적으로 체간을 펌 및 굽힘시켜 2~3초간 상부 패드를 밀어 최대 힘이 발휘되면 1~2초 동안 최대 근력을 유지하도록 하여 측정하였다.

6. 자료처리

모든 자료는 SPSSWIN Ver 18.0을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 정규성 검정을 실시하였다. 집단 간 동질성 검정은 독립표본 t-검정을 실시하였다. 집단 내 시기간의 차이를 분석하기 위하여 일원배치 분산분석(one-way measures ANOVA)을 이용하였으며, 집단 및 시기간에 유의한 차이를 검증하기 위하여 이원배치 반복분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 집단 및 시기간에 유의한 차이가 있을 경우 사후 검정(Tukey HSD)에 따른 다중비교를 실시하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

결과

1. 신체조성

신체조성은 <Table 3>에 제시된 바와 같다. 체중, 근육량 및 체지방은 집단 및 시기간에 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. WHR은 운동 전과 비교하여 운동 4주 및 8주 후에 CE+WL 및 CE에서 각각 유의하게 감소하였으며($p < .05$), 운동 4주 후와 비교하여 운동 8주 후에 CE+WL 및 CE에서 각각 유의하게 감소하였다($p < .05$). 또한, WHR은 CON과 비교하여 운동 8주 후에 WL+CE에서, CON과 비교하여 운동 4주 및 8주 후에 CE에서 각각 유의하게 감소하였다($p < .05$).

2. 오스웨스트리 장애지수

ODI는 <Table 4>에 제시된 바와 같다. ODI는 운동 전과 비교하여 운동 4주 및 8주 후에 WL+CE에서 각각 유의하게 감소하였으며($p < .01$), 운동 전과 비교하여 운동 8주 후에 CE에서 유의하게 감소하였다($p < .05$). 또한 ODI는 CON과 비교하여 운동 8주 후에 WL+CE 및 CE에서 각각 유의하게 낮게 나타났다($p < .01$, $p < .05$).

Table 3. Changes in body composition before (pre), 4-week and 8-week exercises.

Group	WL+CE			CE			CON		
	Pre	4-week	8-week	Pre	4-week	8-week	Pre	4-week	8-week
Weight (kg)	58.53 ± 4.00	55.83 ± 4.11	54.55 ± 4.12	56.27 ± 6.27	55.52 ± 6.03	55.52 ± 6.11	58.75 ± 6.84	59.87 ± 7.36	59.53 ± 7.52
Muscle mass (kg)	36.17 ± 2.70	36.80 ± 2.95	37.45 ± 3.41	37.37 ± 3.41	36.57 ± 2.54	35.83 ± 1.93	35.90 ± 3.36	35.85 ± 3.69	35.97 ± 3.38
Body fat (%)	32.75 ± 2.60	30.53 ± 2.53	29.75 ± 2.70	30.58 ± 7.41	28.23 ± 2.95	28.52 ± 2.84	31.28 ± 4.17	29.78 ± 4.54	29.62 ± 4.65
WHR (cm/cm)	0.88 ± 0.03	0.84 ± 0.02 [†]	0.82 ± 0.02 ^{†††}	0.86 ± 0.01	0.81 ± 0.03 ^{††}	0.80 ± 0.03 ^{†††}	0.85 ± 0.04	0.86 ± 0.04	0.87 ± 0.03

Values are mean±SD. [†]p<.05 vs CON. ^{††}p<.05, ^{†††}p<.01 vs pre. ^{†††}p<.05 vs 4-week.

Table 4. Changes in Oswestry disability index before (pre), 4-week and 8-week exercises.

Group	Pre	4-week	8-week
WL+CE	7.67 ± 2.16	4.00 ± 1.79 ^{††}	0.50 ± 0.84 ^{††††}
CE	9.00 ± 5.55	4.67 ± 2.58	2.17 ± 2.56 ^{††}
CON	7.83 ± 4.75	6.00 ± 4.34	7.00 ± 3.74

Values are mean±SD. [†]p<.05, ^{††}p<.01 vs CON. ^{†††}p<.05, ^{††††}p<.01 vs pre. ^{††††}p<.01 vs 4-week.

Table 5. Changes in trunk extensor strength before (pre), 4-week and 8-week exercises.

Group	Period	110°	122°	134°	146°	158°	170°	182°
WL+CE	pre	1.29 ±0.34	1.06 ±0.29	0.90 ±0.24	0.79 ±0.11	0.65 ±0.10	0.53 ±0.11	0.34 ±0.13
	4-week	1.36 ±0.23	1.27 ±0.19	0.99 ±0.21	0.90 ±0.08	0.73 ±0.07	0.58 ±0.09	0.39 ±0.15
	8-week	1.51 ±0.31	1.38 ±0.15	1.10 ±0.16	1.01 ±0.08 ^{††}	1.02 ±0.20 ^{††††}	0.98 ±0.18 ^{††††}	0.59 ±0.18 [†]
CE	pre	1.32 ±0.16	0.98 ±0.38	0.87 ±0.37	0.65 ±0.23	0.52 ±0.26	0.38 ±0.20	0.29 ±0.16
	4-week	1.36 ±0.17	1.22 ±0.23	1.03 ±0.24	0.90 ±0.15	0.76 ±0.18	0.53 ±0.18	0.36 ±0.16
	8-week	1.49 ±0.25	1.37 ±0.21	1.18 ±0.19	1.02 ±0.19 [†]	0.86 ±0.12 [†]	0.67 ±0.21	0.49 ±0.13
CON	pre	1.30 ±0.19	1.27 ±0.20	1.04 ±0.20	0.82 ±0.37	0.72 ±0.26	0.55 ±0.14	0.36 ±0.10
	4-week	1.27 ±0.24	1.25 ±0.16	1.05 ±0.15	0.92 ±0.18	0.67 ±0.18	0.54 ±0.18	0.41 ±0.11
	8-week	1.25 ±0.20	1.23 ±0.18	1.04 ±0.19	0.93 ±0.08	0.74 ±0.18	0.56 ±0.17	0.41 ±0.09

Values are mean±SD. [†]p<.05, ^{††}p<.01 vs CON. ^{†††}p<.05 vs CE. ^{††††}p<.05, ^{†††††}p<.01 vs pre. ^{†††††}p<.01 vs 4-week.

3. 체간 펌 및 굽힘 근력

1) 체간 펌 근력

체간 펌 근력은 <Table 5>에 제시된 바와 같다. 체간 펌 근력은 WL+CL에서 운동 전과 비교하여 운동 8주 후에 146°, 158°, 170° 및 182°에서 각각 유의하게 증가하였으

며(p<.01), CE에서 운동 전과 비교하여 운동 8주 후 146°, 158°에서 각각 유의하게 증가하였다(p<.01). 또한 체간 펌 근력은 WL+CE에서 CON과 비교하여 운동 8주 후에 158°, 170°에서 각각 유의하게 높게 나타났으며(p<.01, p<.05), WL+CE에서 CE와 비교하여 운동 8주 후에 170°에서 유의

Table 6. Changes in trunk flexor strength before (pre), 4-week and 8-week exercises.

Group	Period	110°	122°	134°	146°	158°	170°	182°
WL+CE	pre	0.41 ±0.18	0.45 ±0.22	0.46 ±0.19	0.46 ±0.18	0.45 ±0.19	0.43 ±0.15	0.39 ±0.11
	4-week	0.55 ±0.16	0.58 ±0.18	0.53 ±0.20	0.53 ±0.22	0.59 ±0.15	0.48 ±0.17	0.59 ±0.11
	8-week	0.82 ±0.45	0.69 ±0.19	0.71 ±0.30	0.93 ±0.12 ^{****}	0.92 ±0.35 [†]	0.59 ±0.27	0.97 ±0.27 ^{****}
CE	pre	0.33 ±0.08	0.43 ±0.13	0.43 ±0.10	0.46 ±0.12	0.46 ±0.12	0.49 ±0.07	0.48 ±0.05
	4-week	0.49 ±0.14	0.48 ±0.15	0.54 ±0.12	0.54 ±0.11	0.49 ±0.18	0.62 ±0.11	0.46 ±0.14
	8-week	0.63 ±0.14 ^{††}	0.63 ±0.18	0.63 ±0.16 [†]	0.77 ±0.24 [†]	0.56 ±0.19	0.92 ±0.28 ^{****}	0.66 ±0.35
CON	pre	0.54 ±0.12	0.57 ±0.14	0.56 ±0.14	0.49 ±0.16	0.52 ±0.21	0.44 ±0.20	0.47 ±0.24
	4-week	0.52 ±0.13	0.54 ±0.17	0.49 ±0.11	0.44 ±0.18	0.46 ±0.19	0.40 ±0.20	0.36 ±0.22
	8-week	0.51 ±0.12	0.52 ±0.13	0.50 ±0.12	0.48 ±0.15	0.48 ±0.18	0.40 ±0.18	0.42 ±0.18

Values are mean±SD. ^{*}p<.05, ^{**}p<.01 vs CON. [†]p<.05, ^{††}p<.01 vs pre. [‡]p<.05, ^{‡‡}p<.01 vs 4-week.

하게 높게 나타났다(p<.05).

2) 체간 굽힘 근력

체간 굽힘 근력의 변화는 (Table 6)에 제시된 바와 같다. 체간 굽힘 근력은 WL+CE에서 운동 전과 비교하여 운동 8주 후에 146°, 158° 및 182°에서 각각 유의하게 증가하였으며(p<.01), CE에서 운동 전과 비교하여 운동 8주 후 110°, 134°, 146° 및 170°에서 각각 유의하게 증가하였다(p<.01). 또한 WL+CE에서 CON과 비교하여 운동 8주 후에 146°, 158° 및 182°에서 각각 유의하게 높게 나타났으며(p<.01), CE는 CON과 비교하여 운동 8주 후에 146° 및 170°에서 각각 유의하게 높게 나타났다(p<.01, p<.05).

논의

이 연구에서는 체중감량과 코어 운동이 만성 요통이 있는 비만 중년여성의 ODI, 체간 펌 및 굽힘 근력을 개선시키는가에 대해 검토한 결과, 체중감량과 코어 운동의 병행은 만성 요통이 있는 비만 중년여성의 WHR, ODI, 체간 펌 및 굽힘 근력을 개선시켰다는 것을 확인하였다. 서론에서 언급한 것처럼, 요통과 비만의 유병율은 중년남성보다 중년여성이 높다고 보고되었으며[33], 특히 복부 지방이 증가하면 대사질환 및 심혈관계 질환에 의한 합병증과 사망률이 증가하

였다고 보고되었다[34]. WHR은 복부의 내장 지방을 평가하는 지표 중 하나이며[35], 세계보건기구(WHO)에 따르면 여성의 허리 엉덩이 둘레비는 0.85 이상이면 복부비만이라고 보고되었다[30]. 또한 코어 운동은 기초대사량과 에너지 소비량을 증가시켜 비만 환자의 요통을 감소시켰으며[36, 37], 운동과 식이 제한의 병행은 지방 함량 섭취 감소를 통해 신체조성을 변화시키는 것으로 보고되었다[14, 38]. 아울러 체중감량과 운동의 병행은 단백질 합성을 자극하여 근육량을 유지하는데 효과적이라고 보고되었다[39]. 하지만, 전반적인 체지방률을 감소시키기 위해서는 장기간의 저강도 유산소(VO₂max 50%) 운동이 효과적이며, 저항성 운동의 병행은 복부 내장 지방 감소에 효과적이라고 보고되었다[39]. 이에 Hodges & Richardson [40]은 코어 운동은 복부 내장지방을 감소시키고, 신체 정렬 및 자세교정에 긍정적인 효과가 있다고 보고되었다. Lee 등[41]은 9주 간의 코어 운동은 WHR을 제외한 체중, 근육량 및 지방량에는 유의한 변화가 나타나지 않았으나, 12주 간의 코어 운동이 체중, 체지방률 및 근육을 유의하게 변화시키는 것으로 보고되었다[42, 43]. 이 연구에서 WL+CE의 병행이 지방 함량의 섭취를 제한한 식이조절을 함으로써 체중감량의 긍정적인 효과와 더불어 코어 운동을 통해 근육량을 증가시켜 비만 중년여성의 복부 지방 및 WHR을 감소시켰다고 생각된다. 또한, 주당 0.5kg의 체중감량의 목표를 달성하였음에도 WHR

를 제외한 신체조성에는 유의한 변화가 나타나지 않았지만, 체지방률은 감소하였고 근육량은 증가하는 경향으로 보임으로써 향후에는 체중감량과 운동의 효과를 보다 장기적으로 검토할 필요가 있다고 생각된다.

일반적으로 비만 환자의 높은 체중은 척추에 과도한 부하를 주어 요통을 발생시켰다고 하였으며[8], 비만으로 인한 WHR의 증가는 요통발생과 연관이 있다고 보고되었다[44]. Lidar 등[12]은 요통이 있는 비만 환자의 체중감량은 요통과 ODI를 감소시켜 삶의 질을 향상시켰다고 보고되었다[13]. 또한 코어 운동은 척추의 안정성을 향상시켜 요통을 감소시켰다고 보고되었다[45]. 특히, 체중감량과 운동의 병행은 지방세포 수 및 염증 유발 매개체의 감소로 인해 통증이 감소하였다고 보고되었다[46]. 따라서 이 연구에서 WL+CE에서 ODI의 긍정적인 효과는 체중감량에 따른 WHR의 감소, 염증 유발 매개체와 척추 부하의 감소에 의한 척추 안정성이 향상되었기 때문으로 생각된다.

한편, 비만 환자는 체간 굽힘근의 약화 및 체간 펴근의 위축으로 인한 근력 감소로 인하여 허리뼈의 불안정성과 불균형을 가져와 허리뼈 전만 및 골반 전굴(anterior tilting)을 발생시키며[47-49], 비만과 체간 기능은 음(-)의 상관관계를 보이기 때문에 비만의 개선은 체간 움직임에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다[50]. 선행연구에 의하면, 비만 중년여성을 대상으로 체중감량과 운동의 병행이 신체기능과 근력을 증가시켰으며[51], 특히 코어 운동은 체내 관절 및 연부조직에 유연성 및 근육 강화에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고되었다[39, 52]. 통상, 척추 안정화와 관련한 체간 근육은 척추 펴기 시 필요한 뭇갈래근(multifidus)과 척추세움근(erector spinae), 척추 굽힘 시 필요한 허리네모근(quadratus lumborum muscle)이 있고, 체간의 전만을 유지시키는 배곧은근(rectus abdominal), 배가로근(transverse abdominus), 배속빗근(internal oblique) 및 배바깥빗근(external oblique)이 있다고 알려져 있다[53]. Graves 등[32]은 체간이 110° 이상에서 허리뼈의 움직임이 시작되었으며, 허리뼈가 굽힘 하면 골반이 후방 회전되었고, 펴하면 골반이 전방 회전되는 허리-골반 리듬(lumbar-pelvic rhythm)에 따라 움직임을 가졌다고 보고되었다. Lee & Kim [54]은 요통 환자의 허리뼈 굽힘 각도가 클수록 체간 펴기 근력이 높게 나타났으며, 허리뼈 굽힘 각도가 작아질수록 체간 굽힘 근력이 낮게 나타났다고 보고되었다. Kim 등[55]은 6개 각도에서 체간 근육의 움직임을 살펴본 결과, 전방 기울임 60° 및 75°에서 뭇갈래근과 척추세움근

의 활성도가 증가하였고, 90°에서는 상부근육인 척추세움근의 활성도가 증가하였으며, 후방 기울임에서는 90°에서 배곧은근과 배속바깥빗근의 활성도가 급격하게 증가하였다고 보고되었다. 또한 Kwon 등 [56]은 비만 중년여성을 대상으로 코어 운동을 실시한 결과, 체간 펴기 근력은 158° 및 182°에서, 체간 굽힘 근력은 146°에서 유의하게 증가하였다고 보고하면서, 체간 펴기의 각도가 커질수록 허리뼈 상부의 근육이 사용될 가능성이 있다고 보고되었다. 이 연구에서 WL+CE의 체간 펴기 근력이 146°, 158°, 170° 및 182°에서 유의하게 증가한 것은 허리뼈 상부근육인 다열근과 척추세움근의 근력이, 체간 굽힘 근력이 146°, 158° 및 182°에서 유의하게 증가한 것도 허리뼈 상부근육인 뭇갈래근과 척추세움근의 근력이 향상하였기 때문으로 생각된다. 따라서, 이 연구에서 WL+CE의 병행이 복부 지방의 감소에 의해 요통을 개선시켰고, 코어 운동이 뭇갈래근, 척추세움근, 배곧은근, 배속빗근 및 바깥빗근의 근력 및 허리뼈의 정렬을 개선시켜 체간 펴기 및 굽힘 근력이 향상하였을 가능성이 있다고 생각된다. 하지만 이 연구에서 만성 요통이 있는 비만 중년여성, 즉 동질성을 확보하여 연구 대상자를 충분히 모집하기 어려운 한계가 있어서 결과에 대한 효과성을 일반화하기에는 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

이 연구에서는 체중감량과 코어 운동이 만성 요통이 있는 비만 중년여성의 오스웨스트리 장애지수, 체간 펴기 및 굽힘 근력을 개선시키는가?를 검토한 결과, 체중감량과 코어 운동은 만성 요통이 있는 비만 중년여성의 WHR, ODI, 체간 펴기 및 굽힘 근력을 개선시켰다는 것을 확인하였다. 향후 연구에서는 체중감량과 코어 운동의 효과를 보다 장기적으로 검토할 필요가 있으며, 비만의 정도와 체중감량의 방법 및 운동의 강도 등에 따른 상관성을 검증할 필요가 있다고 생각된다.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Korea Centers for Disease Control and Prevention. The 7th

- Korea National Health and Nutrition Examination Survey. 2018.
2. Karvonen-Gutierrez C, Kim. Association of mid-life changes in body size, body composition and obesity status with the menopausal transition. *Healthcare (Basel)*. 2016; 4(3):42.
 3. Matsuda M, Shimomura I. Increased oxidative stress in obesity: Implications for metabolic syndrome, diabetes, hypertension, dyslipidemia, atherosclerosis, and cancer. *Obes Res Clin Pract*. 2013; 7(5):e330-e341.
 4. Davarian S, Maroufi N, Ebrahimi I, Farahmand F, Parnianpour M. Trunk muscles strength and endurance in chronic low back pain patients with and without clinical instability. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2012; 25(2):123-9.
 5. Vianin M. Psychometric properties and clinical usefulness of the Oswestry Disability Index. *J Chiropr. Med*. 2008; 7(4):161-63.
 6. Chin SH, Huang, WL, Akter S, Binks M. Obesity and pain: A systematic review. *IJO*. 2020; 44(5):969-79.
 7. Jackson JK, Shepherd TR, Kell RT. The influence of periodized resistance training on recreationally active males with chronic nonspecific low back pain. *J Strength Cond Res*. 2011; 25(1):242-51.
 8. Zhou J, Mi J, Peng Y, Han H, Liu Z. Causal associations of obesity with the intervertebral degeneration, low back pain, and sciatica: A two-sample Mendelian randomization study. *Front Endocrinol*. 2021; 12:740200.
 9. Heuch I, Hagen K, Zwart JA. Body mass index as a risk factor for developing chronic low back pain: A follow-up in the Nord-Trøndelag Health Study. *Spine*. 2013; 38(2): 133-39.
 10. Shiri R, Solovieva S, Husgafvel-Pursiainen, et al. The association between obesity and the prevalence of low back pain in young adults: The cardiovascular risk in young Finns study. *Am J Epidemiol*. 2008; 167(9):1110-19.
 11. Khoueir P, Black MH, Crookes PF, Kaufman HS, Katkhouda N, Wang MY. Prospective assessment of axial back pain symptoms before and after bariatric weight reduction surgery. *J Spine*. 2009; 9(6):454-63.
 12. Lidar Z, Behrbalk E, Regev GJ, et al. Intervertebral disc height changes after weight reduction in morbidly obese patients and its effect on quality of life and radicular and low back pain. *Spine*. 2012; 37(23):1947-52.
 13. Roffey DM, Ashdown LC, Dornan HD, et al. Pilot evaluation of a multidisciplinary, medically supervised, non-surgical weight loss program on the severity of low back pain in obese adults. *Spine J*. 2011; 11(3):197-204.
 14. Rankin JW. Effective diet and exercise interventions to improve body composition in obese individuals. *Am J Lifestyle Med*. 2015; 9(1):48-62.
 15. Shacklock M. Improving application of neurodynamic (neural tension) testing and treatments: A message to researchers and clinicians. *Man Ther*. 2005; 10(3):175-179.
 16. Dagenais S, Tricco AC, Haldeman S. Synthesis of recommendations for the assessment and management of low back pain from recent clinical practice guidelines. *Spine J*. 2010; 10(6):514-529.
 17. Onel D, Tuzlaci M, Sari H, Demir K. Computed tomographic investigation of the effect of traction on lumbar disc herniations. *Spine*. 1989; 14(1):82-90.
 18. Poitras S, Blais R, Swaine B, Rossignol M. Management of work-related low back pain: a population-based survey of physical therapists. *Physical Therapy*. 2005; 85(11):1168-81.
 19. Schoutens C, Cushman DM, McCormick ZL, Conger A, Van Royen BJ, Spiker WR. Outcomes of nonsurgical treatments for symptomatic adult degenerative scoliosis: A systematic review. *Pain Med*. 2020; 21(6):1263-75.
 20. Cooper RG, Forbes WSC, Jayson MIV. Radiographic demonstration of paraspinal muscle wasting in patients with chronic low back pain. *Rheumatology*, 1992; 31(6):389-94.
 21. Panjabi MM. (2003). Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 1992; 13(4):371-79.
 22. Wang XQ, Zheng JJ, Yu ZW, et al. A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *PloS one*. 2012; 7(12): e52082.
 23. Ge L, Huang H, Yu Q, et al. Effects of core stability training on older women with low back pain: a randomized controlled trial. *Eur. Rev. Aging Phys. Act*. 2022; 19(1):1-9.

24. Claeys K, Brumagne S, Dankaerts W, Janssen L. Decreased variability in postural control strategies in young people with non-specific low back pain is associated with altered proprioceptive reweighting. *Eur J Appl Phys.* 2011; 111:115-23.
25. Marshall PW, Desai I, Robbins DW. Core stability exercises in individuals with and without chronic nonspecific low back pain. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(12):3404-11.
26. Henchoz Y, de Goumoëns P, So AK, Paillex R. Functional multidisciplinary rehabilitation versus outpatient physiotherapy for non specific low back pain: randomized controlled trial. *Swiss Med Wkly.* 2010; 140.
27. Franz MJ, VanWormer JJ, Crain AL, et al. Weight-loss outcomes: a systematic review and meta-analysis of weight-loss clinical trials with a minimum 1-year follow-up. *J Am Diet Assoc.* 2007; 107(10):1755-1767.
28. Rejeski WJ, Focht BC, Messier SP, Morgan T, Pahor M, Penninx B. Obese, older adults with knee osteoarthritis: weight loss, exercise, and quality of life. *Health Psychol.* 2002; 21(5):419-26.
29. Liguori G, Medicine AC of S. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lippincott Williams & Wilkins, 2020.
30. World Health Organization. Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation: Geneva, 8-11 December 2008. World Health Organization. 2011.
31. Mousavi SJ, Parnianpour M, Mehdian H, Montazeri A, Mobini B. The Oswestry Disability Index, the Roland-Morris Disability Questionnaire, and the Quebec Back Pain Disability Scale: translation and validation studies of the Iranian versions. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006; 31(14): e454-9.
32. Graves JE, Webb DC, Pollock ML, et al. Pelvic stabilization during resistance training: Its effect on the development of lumbar extension strength. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994; 75(2):210-5.
33. Hoy D, Bain C, Williams G, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum.* 2012; 64(6):2028-37.
34. Nordström A, Hadrévi J, Olsson T, Franks PW, Nordström P. Higher prevalence of type 2 diabetes in men than in women is associated with differences in visceral fat mass. *J Clin Endocrinol Metab.* 2016; 101(10):3740-6.
35. Kopelman PG. Obesity as a medical problem. *Nature.* 2000; 404(6778):635-43.
36. Park SH, Lee MM. Effects of progressive neuromuscular stabilization exercise on the support surface on patients with high obesity with lumbar instability: A double-blinded randomized controlled trial. *Medicine.* 2021; 100(4).
37. Stavres J, Zeigler MP, Pasternostro Bayles M. Six weeks of moderate functional resistance training increases basal metabolic rate in sedentary adult women. *Int J Exerc Sci.* 2018; 11(2):32-41.
38. Okauchi H, Hashimoto C, Nakao R, Oishi K. Timing of food intake is more potent than habitual voluntary exercise to prevent diet-induced obesity in mice. *Chronobiol Int.* 2019; 36(1):57-74.
39. Bellicha A, van Baak MA, Battista F, et al. Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: An overview of 12 systematic reviews and 149 studies. *Obes Rev.* 2021; 22:e13256.
40. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther.* 1997; 77(2):132-42.
41. Lee JH, Koo BH, Lee JS, Seok MG. Effects of 9 weeks core exercise on body composition, body shape, waist circumference, and waist-to-height ratio for women in twenties. *JKPESAGW.* 2016; 39(1):83-94.
42. Na SH. The effects of participation in a core exercise program on body composition and health-related physical fitness in female college students. *KJGD.* 2019; 27(1):29-33.
43. Choi HJ, Kim SJ. The effect of the complex core exercise program on physical constitution of female college students. *Korean J Sport Sci.* 2017; 26(3):1227-35.
44. Han TS, Schouten JSAG, Lean MEJ, Seidell JC. The prevalence of low back pain and associations with body fatness, fat distribution and height. *Int J Obes.* 1997; 21(7):600-7.

45. Sekendiz B, Cuğ M, Korkusuz F. Effects of Swiss-ball core strength training on strength, endurance, flexibility, and balance in sedentary women. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(11):3032-40.
46. Thompson D, Karpe F, Lafontan M, Frayn K. Physical activity and exercise in the regulation of human adipose tissue physiology. *Physiol Rev.* 2012.
47. Bauer UE, Briss PA, Goodman RA, Bowman BA. Prevention of chronic disease in the 21st century: Elimination of the leading preventable causes of premature death and disability in the USA. *Lancet.* 2014; 384:45-52.
48. Sumchai AP. Chronic Low Back Pain - The Exercise Prescription. *J Nov Physiother.* 2014; 5(1).
49. Melissas J, Christodoulakis M, Schoretsanitis G. Obesity-associated disorders before and after weight reduction by vertical banded gastroplasty in morbidly vs super obese individuals. *Obes Surg.* 2011; 475-481.
50. Vismara L, Menegoni F, Galli M, Capodaglio PA. Kinematics analysis of trunk mobility during standing, flexion, and lateral bending: The influence of obesity and low back pain. *Gait Posture.* 2010; s28-s29.
51. Villareal DT, Chod S, Parimi N, et al. Weight loss, exercise, or both and physical function in obese older adults. *N Engl J Med.* 2011; 364(13):1218-29.
52. Cho KH, Beom JW, Lee TS, Lim JH, Lee TH, Yuk JH. Trunk muscles strength as a risk factor for nonspecific low back pain: A pilot study. *Ann Rehabil Med.* 2014; 38(2):234-40.
53. McGill SM. Low back exercises: Evidence for improving exercise regimens. *Clin Phys Ther.* 1998; 78:754-65.
54. Lee KO, Kim YK. The effect of lumbar extension torque and low back pain on lumbar reinforcement exercise. *Korean J Sport Sci.* 2004; 13(1):633-43.
55. Kim SB, Kim SK, Bae TS, Mun MS, Park JC. Changes of muscle activation pattern of trunk muscles during whole-body tilts with and without axial rotation. *J Korean Soc Precis.* 2012; 29(7):805-10.
56. Kwon JH, Song SH, Cheong GE, Lee HS. The effect of eight weeks resistance training on extension and flexion of isometric trunk strength in each angle of middle-aged obese women. *Korean J Sport Sci.* 2015; 24(1):1217-25.