

사무직 여성 근로자의 12주간 복합운동이 체력, Irisin 및 BDNF에 미치는 영향

김익수, 김태우, 안영진, 이기성, 이정산, 박정민, 양진호, 손현지, 김승권, 장창현

선문대학교 체육학과

Effects of 12 Weeks Combined Exercise on Physical Fitness, Irisin and BDNF in White-Collar Woman Workers

Ik-Soo Kim, Tae-Woo Kim, Young-Jin Ahn, Ki-Sung Lee, Jung-San Lee, Jeong-Min Park, Jin-Ho Yang, Hyun-Ji Son, Seong-Kwon Kim, Chang-Hyun Jang

Department of Sports Science, Sun Moon University, Asan, Korea

PURPOSE: The purpose of this study is to examine on the effects of 12 weeks combined exercised on physical fitness, Irisin and BDNF in white-collar women workers who are sedentary lifestyles.

METHODS: In this study, there were controlled groups and exercise group: one was composed of women who had no regular exercise program and sedentary lifestyle ($n=20$), the other was made of white-collar women who had combined exercise, no muscular skeletal disease, same lifestyle ($n=19$), totally 39 women were participated in this study. Combined exercises were composed of aerobic exercise, resistance exercise, flexibility, and balance exercise: Conducting mid-level exercise with 65% VO_2 max consumption, 3 times a week, and 80 minutes for 12 weeks. For certifying the purpose of this study, calculate the average and standard deviation of every variant using descriptive statistics and apply analysis of covariance measures ANCOVA for interaction between groups .

RESULTS: In LBM and Body fat percentage, there was no significant difference after exercise. In other words, there was significant difference in body fat ($p<.001$). Physical fitness has some significant difference in muscular strength, muscular endurance, power, balance and flexibility ($p<.001$; $p<.001$; $p<.05$; $p<.05$; $p<.001$). But there was no significant difference in VO_2 max. There was no significant difference in BDNF and Irisin for groups after exercise.

CONCLUSIONS: Consequently, it shows that 12 weeks combined exercise made a positive effect on body composition, physical fitness in white-collar woman workers.

Key words: White-collar woman workers, Combined exercise, Physical fitness, Irisin, BDNF

서론

노화는 생물학적으로 근신경계, 심혈관계를 비롯한 인체의 모든 기관에서 구조적, 기능적 퇴화의 원인으로, 일상생활의 활동능력을 저하시킬 수 있다. 노화에 따른 신체구성의 자연스런 변화는 일반적인 현상으로 건강관리의 중요한 요소이기도 하다. 노화로 인한 근력과 근

육량의 감소는 에너지 소비의 저하로 이어져 체지방의 점진적인 증가를 초래한다. 또한, 최대산소섭취량과 근력의 감소를 가져와 신체활동 능력과 독립성을 제한하기도 한다. 현재까지 노화에 대한 인식은 퇴행이 진행되어 심각한 수준에 있는 노년기에 강조되는 실정이다. 그러므로 노화의 관리에서 현실적인 효과를 얻기 위해서는 적절한 시기를 고려하여 노화를 관리할 필요가 있다[1].

Corresponding author: Chang-Hyun Jang Tel +82-41-530-2775 Fax +82-41-530-2796 E-mail chang@sunmoon.ac.kr

Keywords 사무직 여성, 복합운동, 체력, Irisin, BDNF

Received 13 Oct 2016 Revised 23 Nov 2016 Accepted 4 Jan 2017

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

특히, 중년의 직장여성이 겪는 다양한 스트레스는 건강한 사회의 구성원으로서의 역할을 감당하기 어려운 실정이므로 적절한 대처가 필요하다. 적당한 정도의 스트레스는 체내 항상성(homeostasis) 유지에 도움이 되지만, 이런 자극에 장기간 노출되면 교감신경과 부교감신경의 제어기능 상실로 인한 자율신경계의 활성이 떨어져 항상성을 잃게 된다. 특히 만성적인 스트레스에 의한 교감신경의 활성화는 심혈관 질환, 면역기능 저하 등과 같은 좋지 않은 영향을 초래할 수 있다.

대사 및 생리적 기능의 변화를 일으키는 노화에 따른 신체구성(근육, 뼈 및 지방)의 변화는 뚜렷하게 나타난다. 30대에 정점에 이르고 40대 이후부터 점차 감소하는 근육량의 경우 70대까지 10년마다 10-15%씩 하지 근력의 저하가 일어나며, 이후 10년마다 25-40%의 매우 빠른 속도로 감소한다[2].

연령 증가에 따른 근육의 감소와 함께 근육 사이로 침윤하는 지방의 부피는 연령과 비만 수준에 비례한다. 물론, 고령에 이르면 지방량의 증가 또한 정체되거나 감소한다. 그러므로 연령에 따른 지방량의 증가만큼 연령에 따른 지방의 재분포가 일어나게 될 것이다. 이러한 지방의 재분포는 복부 내 내장지방 증가와 함께 지방이 근육과 뼈 사이에 축적되고, 결과적으로 골격근계의 기능저하뿐만 아니라 대사적인 변화도 일어난다[3].

최근에 밝혀진 Irisin이라는 myokine은 지방조직에서 갈색지방을 유도하여 운동의 유익한 효과를 매개하는 것으로 보고되었다[4]. 현재까지 지방대사에 관여하는 Irisin의 특성 때문에 운동과 Irisin에 관한 연구들은 주로 유산소성 운동을 적용한 경우가 많고, 일부 연구들이 유산소 운동 또는 강도가 높은 스피리트 러닝에 의해 인체 내 Irisin 수준의 증가를 관찰했다[1]. 또한, 증가한 Irisin 농도가 AMPK (AMP-activated protein kinase)를 활성화시켜 마지막으로 근육의 당과 지방대사 조절을 입증했고, 또 다른 연구에서는 운동 후 Irisin 및 FNDC5 mRNA의 증가로 myostatin이 감소하여 IGF-1이 증가함을 보고한 바 있다[5].

이에 반하여 저항성 운동의 효과를 관찰한 연구들은 운동 후 Irisin 수준의 증가[6] 또는 변화가 없는[7] 서로 상반된 결과를 나타냈다. 더욱이, 저항성 운동에 관한 연구들에서 많은 반복횟수의 근지구성 운동을 적용해 왔으며[8], 장기간에 걸친 낮은 반복횟수의 고강도 웨이트 트레이닝에 대한 효과를 연구한 바가 없다. 또한 Irisin이 근육에서 분비되는 myokine임을 감안할 때 장기간의 규칙적인 웨이트 트레이닝을 통한 근육량 및 근기능 향상과 더불어 Irisin 생성의 증가가 수반되어 최종적으로 지방대사에 긍정적인 영향을 미칠 가능성을 평가할 필요가 있다[9,10]. 또한 규칙적인 유산소운동 후 혈중 BDNF (Brain-derived neurotrophic factor) 수준의 증가를 나타낸 연구의 공통점은 높은 빈도(주당 4-7회)와 운동 강도를 가진 프로토콜을 수행한 결과라는 점이며[11], 저항성 운동의 경우 성장호르몬 분비, 제지방 체중, 기초대사량 증가가 나타났지만[12] 운동빈도가 적거나 기간이 짧은 경우 혈중

BDNF 수준을 모두 동일하게 증가시키지는 못하였다[13]. 따라서 이 연구에서는 복합운동 프로그램의 장기간(12주) 중강도 이상(RPE 15-16)으로 설정하여 운동의 효과를 알아보고자 하였다.

건강관리에서 규칙적인 운동이 중요함에도 불구하고 운동프로그램 참가자 중 약 60%가 운동시작 1개월 이내에 중도 포기하며, 직장인의 80%가 건강증진을 위해 운동을 해야 한다는 것을 인지하면서도 운동실천율이 3.6%에 그치고 있어 적절한 동기부여와 사회적 지지, 환경적 지원이 요구된다[14]. 더욱이 직장여성들은 직장생활과 가족을 위한 가사노동에 참여하는 비율이 높기 때문에 운동시설을 이용하는 것이 제한적일 수밖에 없다. 또한, 특수한 시설을 필요로 하지 않고 가정 및 직장에서 손쉽게 수행할 수 있는 운동 프로그램의 개발 및 보급은 여성의 건강증진을 위하여 필요하다고 판단된다.

따라서 본 연구의 목적은 단순로운 운동프로그램으로 인한 지루함을 배제하기 위해 자신의 체중을 이용한 운동과 근력, 근지구력 등의 다양한 운동을 혼합한 12주 동안의 규칙적인 복합운동이 사무직 여성 근로자의 신체구성, 체력 요인, 혈중 Irisin과 BDNF의 변화에 미치는 영향을 규명함으로써 지역사회 거주하며 좌식생활이 많은 직장여성들의 개인적인 삶의 질을 개선하고 보다 나은 행동 변화를 가져올 수 있는 효과적인 운동 프로그램의 기초자료를 제공하고자 한다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 S시 K구 소재 국민건강보험 건강증진센터의 복합운동프로그램에 자발적으로 참여한 사무직 여성근로자 39명으로 복합운동군 19명과 통제군 20명으로 구분하였다.

복합운동프로그램의 실시에 따른 신체조성, 체력, 혈중 Irisin 및 BDNF의 변화를 확인하고자 하였다. 연구 대상자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

2. 측정 방법 및 절차

본 연구에서 실시한 복합운동프로그램이 사무직 여성 근로자의 신체조성 및 혈중 Irisin과 BDNF의에 미치는 영향을 비교 분석하기 위한 측정 방법과 절차는 다음과 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects (M±SD)

	Age (year)	Hight (cm)	Weight (kg)	Body fat (%)	VO ₂ max (ml/kg/min)
CG (n=20)	37.4±8.0	160.2±4.2	56.5±9.6	28.1±4.8	28.5±6.7
EG (n=19)	39.1±4.4	162.3±4.3	61.7±5.6	30.1±2.8	28.2±6.2

CG, control group; EG, exercise group.

1) 신체계측 및 신체구성

모든 연구 참여자들의 신장과 체중(BIKI 200 JAWON MEDICAL, Gyeongbuk, Korea), 체지방률 등의 변인은 생체전기저항의 원리를 이용한 체성분분석기(X-SCAN PLUS II JAWON MEDICAL, Gyeongbuk, Korea)로 측정하였다.

2) 체력 요인

(1) 근력(Muscular strength)

최대근력을 측정하기 위해 Helmas III 악력측정기(O2run, Korea)로 엄지를 제외한 네 손가락의 제2관절이 직각이 되게 너비를 조절하고, 팔을 자연스럽게 내려뜨려 악력계가 몸에 닿지 않도록 하여 악력을 2회 측정 후 최고값을 기록하였다.

(2) 근지구력(Muscular endurance)

Helmas III 윗몸일으키기 측정기(O2run, Korea)를 사용하여 근지구력을 측정하기 위해 윗몸일으키기를 실시하였다. 측정 시 양손을 깍지 끼워 머리 뒤를 받친 상태로 상체를 일으켰을 때 팔꿈치는 무릎에, 상체를 다시 내렸을 때는 어깨가 측정판에 닿도록 한다. 총 30초간 실시한 횟수를 기록하였다.

(3) 유연성(Flexibility)

Helmas III 앉아윗몸앞으로굽히기 측정기(O2run, Korea)를 사용하여 유연성의 정확한 측정을 위해 측정판에서 허리를 곧게 펴고 앉아 두 발을 발판에 댄 상태에서 양손을 모아 손가락 끝으로 밑판을 최대한 밀어낸다. 이때 양발을 구부리거나 밑판을 치는 행위는 금지한다. 0.1 cm 단위로 측정하고, 2회 실시 후 좋은 기록을 선택하였다.

(4) 심폐지구력(Cardiovascular endurance)

추정 최고 맥박수의 75%에서 산소섭취량과 운동 강도를 최대산소섭취량을 구하는 Aerobike 75XL II (Combi co., Japan)로 유산소성 능력을 평가하였다. 추정 최고 맥박수와 상한 맥박수는 다음 Table 2와 같은 식으로 산출된다. 심폐지구력 테스트의 프로토콜은 일반형, 저체력자, 고체력자 3가지 유형으로 측정 프로토콜을 선택하여 측정하였으며 페달회전수가 50 rpm을 유지하도록 돌려주고 출발점은 안정시 1분간의 평균맥박수를 표시하고 종료지점은 추정맥박수의 75%를 표시

Table 2. Estimated HRmax & Upper limited HR by using Aerobike 75XL II

Items	Male	Female
Estimated HRmax	209-0.69 × age (beat/min)	205-0.75 × age (beat/min)
Upper limited HR	training original	HRmax-30 (beat/min) entered value

Table 3. Combined exercise program

Classification & Time		Combined exercise	
Warm-up (15 min)	Stretching and free gymnastics		
Main exercise (50 min)	Resistance exercise (6)	Kettlebell (4, 6 kg)	Swing, single swing, single press, snatch, side bend, squat, turkish get up, dead lift 20 min (3 set)
Different types 50 min exercise		Gymstick (Blue)	Squat, body rotation, backward leg extension, up right row, shoulder press, bent over row, biceps curl, lunge 15 min (3 set)
		Dumbbell (2 kg)	Squat, lunge, shoulder press, triceps curl, biceps curl, side lateral raise, side bend 52 min (3 set)
R+C+B		Thera band and tubing band	Squat, shoulder press, biceps curl, tricep extension, leg kick-back, up right row 15 min (3 set)
R+A+B			
A+C+B		Medicine ball (2 kg)	Woodchop, squat to press, body rotation, push up, sit up, toe touch, twist 45 15 min (3 set)
A+R+B			
C+A+B		Body weight Exercise	Single & partner training 15 min
C+R+B			
R + B	Aerobics exercise (2)	Stepbox	Aerobic gymnastics 15 min
A + B			
C + B		Gymball (55, 65 cm)	Gymball gymnastics exercise 15 min
		Core exercise (3)	XCO
		FLEXI-BAR	Chest and back, middle back, bottom, hip and waist, core muscle (abs, obriques, deep muscle of back), thoracic spine, intensive waist-line 15 min
		Stability and BOSU	Squat, lunge, push up, supine bridge, squat balance, push up, running knee lift, flanke, standing balance 15 min (3 set)
	Basic exercise	Treadmill	Walking 20 min
Cool-down (15 min)	Stretching and free gymnastics		

Aerobic training (A), Resistance training (R), Core training (C), Basic training (B).

하였다. 추정최고맥박수의 75% (75% HRmax)에 있는 사사울 PWC 75% HRmax (W)와 75% HRmax에 있는 산소섭취량은 VO₂ 75% (L/min), VO₂ 75% HRmax (mL/min/kg)의 추정식을 활용하여 피측정자의 데이터와 측정기기 내부에 입력된 데이터를 합성하여 VO₂max 측정치를 도출하였다. 맥박수가 지나치게 상승하여 상한 맥박수 75% HRmax에 도달했을 경우, 페달회전수가 연속해서 1분 이상 40 rpm 이하로 회전할 경우, 시작 후 30분이 경과해도 맥박수가 75% HRmax에 도달하지 못할 경우, 안정 1분간과 운동 1분간의 평균 맥박수가 75% HRmax를 넘을 경우 경보음이 울리며 검사를 자동 종료하였다.

(5) 평형성(Balance)

Helmas III 눈감고외발서기 측정기(O2run, Korea)로 평형성을 측정하기 위해 주로 쓰는 발을 발모양의 그림 위에 올려놓고 나머지 다른 발을 들어서 양손을 허리에 붙인 뒤, 눈을 감고 외발로 선다. 들고 있던 발이 매트에 닿으면 측정이 종료된다. 중심을 잡고 있는 시간을 0.1초 단위로 기록하였다.

(6) 순발력(Power)

제자리멀리뛰기를 실시하여 순발력을 측정하였으며, 구름판 위의 도약선에서 직선으로 가장 가까운 발뒤꿈치선(착지점)까지의 거리를 단위 0.1 cm까지 측정하였고, 2회 실시 후 좋은 기록을 사용하였다.

3) BDNF 및 Irisin

연구 참여자는 실험 전 12시간 동안 금식과 24시간 이내에 심한 운동

을 금하였다. 채혈은 오전 10-11시 운동 개시 전 실시하였고, 실험 사전·사후 총 2회에 걸쳐 좌측 위팔 주정맥에서 안정 시 채혈한 혈액 5 mL를 Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) 방법으로 VERSA Max Microplate Reader (Moleculardevice, USA)을 이용하여 측정하였다.

4) 복합운동 프로그램

운동군에서 실시한 복합운동 프로그램은 Table 3에 제시한 바와 같이 12주 동안 주 3회, 1회 운동 시 80분 실시하였다. 준비운동과 정리운동은 각각 15분으로 구성하였고, 본 운동은 50분으로 저항성 운동과 유산소성 운동 등을 포함하여 구성하였으며 주차 별 점증부하를 실시하였다. 본 운동은 체력향상과 동기강화, 흥미유발 및 출석률 제고를 고려하여 Table 3에 제시한 12종의 운동을 두 가지 또는 세 가지를 선택하여 복합운동프로그램을 구성하였다. 운동 강도는 힘들다고 느끼는 상태인 운동자각도(RPE) 15-16 정도를 유지하도록 하였다.

3. 자료처리

본 연구의 결과는 SPSS Ver. 21.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였으며, 모든 종속변인은 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하기 위해 기술통계를 이용하였다. 복합운동프로그램 참여여부와 집단에 따른 유의성을 검증하기 위하여 공변수(covariate)를 활용한 공분산분석 (analysis of covariance, ANCOVA)을 실시하였다. 평균 Estimated Marginal Means (EMM)을 이용하여 집단 간의 차이를 검증하였다. 모든 결과의 통계적 유의수준(α)은 5%로 설정하였다.

Table 4. The changes of body composition

Items	Group	Pre	Post	EMM
LBM (kg)	CG (n=20)	37.4±3.8	37.0±3.7	38.1±1.0
	EG (n=19)	38.6±2.4	38.9±2.3	39.5±1.0
	F	10.695	.913	
	p	.002**	.346	
Body fat (kg)	CG (n=20)	16.3±5.7	15.7±5.4	16.8±0.2
	EG (n=19)	18.7±3.2	16.6±2.5	15.5±0.2
	F	608.459	15.280	
	p	.001***	.001***	
Body fat percentage (%)	CG (n=20)	28.1±4.8	27.0±4.8	27.2±0.9
	EG (n=19)	30.1±2.8	28.0±2.5	27.8±0.9
	F	1.263	.286	
	p	.268	.596	
Weight (kg)	CG (n=20)	56.5±9.6	59.2±2.1	58.5±0.3
	EG (n=19)	61.7±5.6	59.0±4.5	56.6±0.3
	F	1,232.159	20.836	
	p	.001***	.001***	

Values are Mean ± SD.
CG, control group; EG, exercise group; EMM, estimated marginal means.
*p < .05; **p < .01; ***p < .001.

연구 결과

1. 신체구성의 변화

12주간 복합운동프로그램의 적용 후 신체구성의 결과는 Table 4에서 제시한 바와 같다. 통제군(CG)과 운동군(EG)의 근육량의 사전값은 각각 37.4 ± 3.8 kg과 38.6 ± 2.4 kg이고, 사후값은 37.0 ± 3.7 kg과 38.9 ± 2.3 kg으로 나타났다. 사전값을 공분산분석한 결과 사전에서 유의한 차이를 보였으나($F=10.695, p<.002$), 사후 집단 간 차이는 유의하지 않았다. 조정평균값은 통제군(CG)은 38.1 ± 1.0 kg였으며, 운동군(EG)은 39.5 ± 1.0 kg으로 나타났다. 체지방량의 사전값은 각각 16.3 ± 5.7 kg과 18.7 ± 3.2 kg이고, 사후값은 15.7 ± 5.4 kg과 16.6 ± 2.5 kg으로 나타났다. 사전값과 사후값을 분석한 결과 두 집단 모두에서 사전과 사후값에서 유의한 차이를 보였다($F=608.459, p<.001; F=15.280, p<.001$). 두 집단의 조정평균값은 통제군(CG)은 16.8 ± 0.2 kg이었으며, 운동군(EG)은 15.5 ± 0.2 kg으로 나타났다. 체지방률에 대한 사전값은 각각 $28.1 \pm 4.8\%$ 와 $30.1 \pm 2.8\%$ 이고, 사후값은 $27.0 \pm 4.8\%$ 와 $28.0 \pm 2.5\%$ 로 나타났다. 사전값과 사후값을 분석한 결과 두 집단 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. 조정평균값은 통제군(CG)은 $27.2 \pm 0.9\%$ 였으며, 운동군(EG)은

$27.8 \pm 0.9\%$ 로 나타났다. 체중의 사전값은 각각 56.5 ± 9.6 kg과 61.7 ± 5.6 kg이고, 사후값은 59.2 ± 2.1 kg과 59.0 ± 4.5 kg으로 나타났다. 사전값을 분석한 결과 사전과 사후값에서 모두 유의한 차이를 보였다($F=1232.159, p<.001; F=20.836, p<.001$). 조정평균값은 통제군(CG)은 58.5 ± 0.3 kg였으며, 운동군(EG)은 56.6 ± 0.3 kg으로 나타났다.

2. 체력의 변화

체력요인의 변화에 대한 분석 결과는 Table 5와 같다. 통제군(CG)과 운동군(EG)의 근력의 사전값은 각각 21.2 ± 4.2 kg과 23.8 ± 5.2 kg이고, 사후값은 21.3 ± 5.1 kg과 25.2 ± 4.0 kg으로 나타났다. 사전값을 분석한 결과 사전값과 사후값에서 유의한 차이를 보였다($F=108.476, p<.001; F=6.733, p<.014$). 조정평균값은 통제군(CG)은 22.5 ± 0.5 kg였으며, 운동군(EG)은 24.3 ± 0.5 kg으로 나타났다. 근지구력의 사전값은 각각 12.6 ± 4.3 reps와 12.2 ± 4.4 reps이고, 사후값은 11.4 ± 5.1 reps와 15.5 ± 5.5 reps로 나타났다. 사전값과 사후값의 분석 결과 두 집단 모두 유의한 차이를 보였다($F=71.122, p<.001; F=21.272, p<.001$). 근지구력의 조정평균값은 통제군(CG)에서는 11.7 ± 0.7 reps였으며, 운동군(EG)은 16.0 ± 0.7 reps로 나타났다. 순발력의 사전값은 각각 132.7 ± 14.1 cm와

Table 5. The changes of physical fitness

Items	Group	Pre	Post	EMM
Muscle strength (grip power, kg)	CG (n=20)	21.2±4.2	21.3±5.1	22.5±0.5
	EG (n=19)	23.8±5.2	25.2±4.0	24.3±0.5
	F	108.476	6.733	
	p	.001***	.014***	
Muscle endurance (sit-up, reps)	CG (n=20)	12.6±4.3	12.2±4.4	11.7±0.7
	EG (n=19)	11.4±5.1	15.5±5.5	16.0±0.7
	F	71.122	21.272	
	p	.001***	.001***	
Power (standing long jump, cm)	CG (n=20)	132.7±14.1	134.9±14.7	140.3±2.3
	EG (n=19)	145.0±22.0	155.6±22.4	147.9±2.4
	F	92.498	4.821	
	p	.001***	.035**	
Blance (standing on one leg with eyes closed, sec)	CG (n=20)	23.4±14.3	23.4±15.6	26.7±1.2
	EG (n=19)	28.3±20.3	34.5±20.4	30.3±1.2
	F	408.53	4.656	
	p	.001***	.038**	
Flexibility (sitting-trunk flexion test, cm)	CG (n=20)	10.0±8.4	10.0±9.5	9.9±0.6
	EG (n=19)	9.9±8.1	13.6±7.6	13.5±0.5
	F	427.493	21.921	
	p	.001***	.001***	
VO ₂ max (aerobike, mL/kg/min)	CG (n=20)	28.5±6.7	28.8±6.2	28.6±0.3
	EG (n=19)	28.2±6.2	29.01±6.3	29.2±0.3
	F	650.132	1.422	
	p	.001***	.238	

Values are Mean ± SD.

CG, control group; EG, exercise group; EMM, estimated marginal means.

* $p<.05$; ** $p<.01$; *** $p<.001$.

Table 6. The changes of BDNF and Irlisin

Items	Group	Pre	Post	EMM
BDNF (pg/mL)	CG (n=20)	26,239.2±4,081.2	24,369.5±4,511.5	25,001.9±674.1
	EG (n=19)	23,020.8±4,754.3	24,730.0±4,754.1	23,727.6±786.2
	F	54.682	1.503	
	p	.001***	.230	
Irlisin (ng/mL)	CG (n=20)	6.19±1.6	13.61±1.7	12.1±0.8
	EG (n=19)	5.09±1.4	13.36±2.1	12.2±1.0
	F	6.176	0.016	
	p	.019**	.900	

Values are Mean ± SD.

CG, control group; EG, exercise group; EMM, estimated marginal means.

*p < .05; **p < .01; ***p < .001.

145.0±22.0 cm이고, 사후값은 134.9±14.7 cm와 155.6±22.4 cm로 나타났다. 사전값과 사후값을 분석한 결과 두 집단 모두에서 유의한 차이를 보였다(F=92.498, p<.001; F=4.821, p<.035). 조정평균값은 통제군(CG)은 140.3±2.3 cm였으며, 운동군(EG)은 147.9±2.4 cm로 나타났다. 평형성의 사전값은 각각 23.4±14.3 sec과 28.3±20.3 sec이고, 사후값은 23.4±15.6 sec와 34.5±20.4 sec로 나타났다. 사전값과 사후값을 분석한 결과 두 집단 모두가 유의한 차이를 보였다(F=408.530, p<.001; F=4.656, p<.038). 조정평균값은 통제군(CG)은 26.7±1.2 sec였으며, 운동군(EG)은 30.3±1.2 sec로 나타났다. 유연성의 사전값은 각각 10.0±8.4 cm와 9.9±8.1 m이고, 사후값은 10.0±9.5 m와 13.6±7.6 m로 나타났다. 사전값과 사후값의 분석 결과 두 집단 모두 유의한 차이를 보였다(F=427.493, p<.001; F=21.921, p<.001). 유연성의 조정평균값은 통제군(CG)은 9.9±0.6 m였으며, 운동군(EG)은 13.5±0.5 cm로 나타났다. 최대 산소섭취량의 사전값은 각각 28.50±6.7 mL/kg/min과 28.16±6.2 mL/kg/min이고, 사후값은 28.8±6.2 mL/kg/min와 29.01±6.3 mL/kg/min로 나타났다. 사전값을 분석 결과 유의한 차이를 보였다(F=650.132, p<.001), 사후 집단 간 차이는 유의하지 않았다. 조정평균값은 통제군(CG)은 28.6±0.3 mL/kg/min였으며, 운동군(EG)은 29.2±0.3 mL/kg/min으로 나타났다.

3. BDNF와 Irlisin의 변화

BDNFD와 Irlisin의 변화에 대한 분석결과는 Table 6과 같다. 통제군(CG)과 운동군(EG)의 BDNF 사전값은 각각 26,239.2±4,081.2 pg/mL과 23,020.8±4,754.3 pg/mL이고, 사후값은 24,369.5±4,511.5 pg/mL와 24,730.0±4,754.1 pg/mL으로 나타났다. 사전값을 분석한 결과 사전에서 유의한 차이를 보였으나(F=54.682, p<.001), 사후 집단 간 차이는 유의하지 않았다. 조정평균값은 통제군(CG)은 25,001.9±674.1 pg/mL였으며, 운동군(EG)은 23,727.6±786.2 pg/mL로 나타났다(Table 6).

두 집단에서 Irlisin의 사전값은 각각 6.19±1.6 ng/mL와 5.09±1.4 ng/mL이고, 사후값은 13.61±1.7 ng/mL와 13.36±2.1 ng/mL로 나타났다.

사전값을 분석한 결과 사전에서 유의한 차이를 보였으나(F=6.176, p<.019), 사후 집단 간 차이는 유의하지 않았다. 조정평균값은 통제군(CG)은 12.1±0.8 ng/mL였으며, 운동군(EG)은 12.2±1.0 ng/mL로 나타났다(Table 6).

논 의

비만은 유전적, 생화학적, 심리적, 생리적, 환경적 요인 등이 복합적으로 작용하며, 중요한 직접적인 요인으로 신체활동의 부족을 들 수 있다. 이처럼 신체 비활동으로 인해 신체구성의 불균형이 일어나면서 비만, 당뇨, 고혈압과 같은 생활습관병에 노출될 확률이 증가하게 된다. 신체구성은 건강관련 체력의 중요한 요소로 성인기에 이르기까지 지속적인 변화를 보이며, 규칙적인 신체활동은 신체구성에 긍정적인 영향을 미친다[15,16].

운동과 관련한 신체구성의 변화를 관찰한 연구를 살펴보면, 비만인 남녀 19명을 대상으로 6주간의 저항운동과 최대산소섭취량의 60% 강도로 주 5회, 1회 45분간의 유산소운동(경보와 가벼운 조깅)을 적용한 Hinton et al. [17]의 연구는 체중, BMI와 체지방률의 유의한 감소를 보고하였고, 32-59세의 비만 남성을 대상으로 12개월 동안 매일 걷기운동을 실시한 Miyatake et al. [18]의 결과도 체지방률과 BMI의 유의한 감소 및 체지방량의 감소를 보여주었다. 이러한 규칙적인 운동 특히, 유산소운동은 비만 중년여성의 체지방량을 유지하면서 체중감소 효과와 함께 HDL-C의 증가 및 TC, TG, LDL-C의 감소를 가져와 각종 심장질환의 예방에 기여하며, 중년 여성의 비만 치료에 효과적인 방법으로 알려져 있다. 신체구성의 개선을 위한 운동으로는 유산소운동뿐만 아니라 저항성운동 등을 병행하는 복합운동이 권장되어 왔다. 유산소운동과 저항성운동을 병행한 복합운동이 신체구성과 혈중지질 대사에 긍정적인 변화를 초래하며, 유산소운동 외에도 근력운동 또한 TC, LDL-C의 감소와 함께 HDL-C를 증가시킨다고 보고하였다[10].

본 연구에서도 체지방량이 감소한 것은 선행연구와 유사한 결과를

나타났다. 근육량의 유의한 증가가 없는 것은 Miyatake et al. [18]의 연구와 같았다. 단일운동으로 실시한 연구와 달리 본 연구에서는 케틀벨, 덤벨, 탄력저항 운동기구 등 저항성운동과 걷기 등 유산소운동을 규칙적으로 실시하여 체중과 체지방량이 감소된 것으로 보인다.

본 연구와 달리 비만 청소년을 대상으로 수행한 Hwang et al. [19]과 Lee et al. [15]의 연구도 유산소운동을 포함한 복합운동을 실시한 결과 체지방률과 BMI가 유의하게 감소하였다고 보고하였다. 연구대상의 특성과 운동 강도까지 고려한 유산소운동을 적용한[20]의 연구도 체지방률과 허리둘레가 중강도 운동집단과 고강도 운동집단의 경우에 운동 후 유의한 감소를 보고하였다. 이러한 선행연구들과 비교하였을 때 본 연구의 복합운동프로그램이 골격근의 이완과 수축을 통해 전신을 고르게 움직이는 운동의 형태를 가지고 있기 때문에 선행 연구들과 유사한 긍정적인 효과가 있는 것으로 생각된다. 그러므로 규칙적이고 지속적인 복합운동은 체중은 물론 체지방 감소와 체지방 증가를 가져오고, 지질대사를 효과적으로 개선시키는 것으로 판단된다. 관절과 신체에 부담이 되지 않는 범위 내에서 복합운동을 지속 한다면 사무직 여성 근로자들의 비만 예방 및 개선에 효과가 있는 것으로 판단된다. 특히 영양관리와 스트레스 등 운동 이외의 요인들의 행동수정과정과 관리가 이루어질 경우 효과적인 개선이 있을 것으로 기대된다.

비만은 행동체력의 저하 및 심폐능력의 감소와 함께 대사기능을 저하시키며, 낮은 심폐체력은 관상동맥질환으로 인한 사망률을 높이는 강력한 예견인자로 인종, 성별과 초기 체력수준에 관계없이 운동에 의해 증가시킬 수 있다[21]. 더욱이 중년여성의 경우 급격하게 체력이 저하되는 경험을 하게 되는데 이는 일상생활의 장애를 초래할 수 있다. 65-90세의 과체중과 비만인 남녀를 대상으로 12주 동안 1회 45분의 중강도(VO_2max 50%)와 고강도(VO_2max 75%) 유산소운동을 적용한 Coker et al. [22]의 연구에서 두 강도에서 모두 최대산소섭취량이 유의하게 증가하였고, 건강한 60대 여성을 대상으로 24주간 HRmax의 80% 강도의 유산소운동과 저항운동을 함께 실시한 Tsourlou et al. [23]의 연구에서도 유연성과 근력이 향상되었다. 또한 비만인 대학생을 대상으로 Kim et al. [24]이 12주 동안 주 5회, 1회 60분의 운동프로그램을 실시한 연구에서도 근지구력, 유연성, 평형성이 개선되었음을 보고하였다.

본 연구에서도 12주간 복합운동 실시 후 근력, 근지구력, 순발력이 향상되었고, 복합운동 프로그램 후 근력과 근지구력이 향상되면서 평형성도 향상되었다. 또한 체중과 체지방량의 감소 등으로 인해 유연성이 개선되었다고 생각된다. 12주 동안 복합운동을 실시한 중년 내장비만 여성에서 신체구성과 건강관련 체력이 개선되었으며[25,26]의 연구결과로 미루어 보아 복합운동을 실시한 후 체력의 향상이 Adiponectin의 증가에 도움을 준 것으로 나타났다. 본 연구에서 최대산소섭취량은 복합운동실시 후 통계적으로 유의한 향상을 보이지 않았는데 이는 복

합운동 프로그램 중 유산소운동보다는 저항성운동이 차지한 비율이 큰 것의 영향으로 생각된다.

BDNF는 말초와 중추신경시스템과 혈소판, 내피세포, 평활근, 다양한 면역세포와 골격근에서 생성 및 분비되는 신경성장인자 중의 하나로 신경조직발생(neurogenesis)과 신경퇴화(neurodegeneration), 해마의 신경가소성(neural plasticity)에 긍정적인 영향을 미치며, 기억과 학습능력을 증진시킨다[27]. 최근 BDNF의 역할을 보면, 체중과 에너지 항상성 조절[28]과 골격근의 지방산화대사에도 주요한 역할을 하는 것으로 나타났다[29]. 고강도(환기역치+10%)와 중강도(환기역치-20%)로 나누고 운동 전후 BDNF 농도를 비교한[30]의 연구도 고강도 그룹에서 운동 후 유의한 증가를 나타냈다. 이처럼 일회성 운동의 강도가 증가함에 따라 건강한 대상과 대사 질환자 모두 혈중 BDNF 수준이 증가하는 것으로 나타났지만, 증가율은 대사 질환자에서 더 높았다. 또한 일회성 운동 종료 후 BDNF 농도는 수 시간 내 안정 시 수준으로 회귀하는 것으로 나타났다.

Goekint et al. [13]은 10주간 근력운동이 BDNF 농도를 증가시켰지만 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 못한 이유로 BDNF 측정의 부적절한 부위[11]와 근력운동이 실제 BDNF 농도를 유의하게 변화시키기 에 충분치 않은 강도라 보고하였다. 그러나 Yarrow et al. [31]의 연구는 일회성 근력운동으로 인한 혈청 BDNF 농도가 유의하게 증가함을 보여주었다. 규칙적인 저항성 운동을 적용한 연구들을 종합하면, 저항성 운동 자체는 말초의 안정 시 BDNF 농도의 증가를 가져오지 못하였다. 이것은 짧은 저항성 운동 빈도(주당 3회)가 안정 시 BDNF 농도를 증가시키기 에 충분하지 않음을 시사한다. 또한 건강한 사람을 대상으로 근력운동 후 안정 시 말초 BDNF 농도는 증가하지 않았다[13,31]. 그러나 노인을 대상으로 복합운동(유산소와 저항성 운동)의 효과를 연구한 Lee et al. [32]는 운동군의 안정 시 BDNF와 IGF-1이 유의하게 증가하는 것을 보여주었다. 12주간 복합운동을 적용한 본 연구에서도 BDNF 수준 변화 양상이 운동군과 통제군 모두에 유의하지 않았다. 이는 Yarrow et al. [31]과 Goekint et al. [13]과의 연구와 유사한 연구 결과가 나타났다. 운동 후 증가된 BDNF 수준을 나타낸 연구의 공통점은 운동 강도와 빈도가 높다는 점이며, 아직까지 높아진 안정 시 BDNF 수준의 기전과 얼마 동안 유지가 되는지 밝혀지지 않은 상태로 관련 후속 연구가 필요하다.

최근에 밝혀진 Irisin이라는 myokine은 지방조직에서 갈색지방을 유도하여 운동의 유의한 효과를 매개하는 것으로 알려졌다[4]. 지구성 운동을 실시하면 몸에서 Irisin이 생성되며, 신경영양인자인 BDNF의 방출을 촉진하여 신경질환의 발생을 예방하는 역할을 하는 것으로 보고되었다[33]. 일회성 고강도운동은 인간의 Irisin 분비를 유도하는 것으로 나타났으며, 운동을 통해 증가한 Irisin은 BDNF의 발현과 다른 신경보호 유전자의 발현을 유도하며 지구성운동은 뇌의 BDNF 발

현과 함께 PGC-1 α 및 FNDC5의 대사중재자로서 중요한 역할을 한다 [34]. 본 연구에서는 복합운동을 실시한 후 사무직 여성 근로자들의 혈중 Irisin 농도는 유의하게 증가하지 않았다. Irisin이 신체활동에 의한 에너지 대사의 항상성과 관련이 있는지, 운동 유형과 일반적인 것보다 특정한 운동 지속시간에 종속되는지 관련된 연구의 필요성을 제시한다. 특히 본 연구에서 혈액요인은 길지 않은 연구 기간과 심리적 또는 생리적 요인 등을 완벽히 통제 못한 한계점이 반영된 것으로 생각된다.

본 연구의 복합운동이 신체구성과 기초 체력에 긍정적인 영향을 준 것은 규칙적인 운동이 영향을 미친 것으로 생각된다. 특히 신체 활동량이 적은 사무직 여성 근로자들은 약화된 체력과 중심근육 등의 질과 양 개선에 도움이 되는 저항성 운동과 심폐능력 및 대사량 증가를 위한 유산소운동 등을 단기간에 실시할 것이 아니라 트레이닝의 원리에 입각하여 일상생활 속에서 장기간 꾸준히 실천하여야 비만 개선과 체력 향상, 혈관 건강에 유익한 효과가 있을 것으로 생각된다.

결론

본 연구는 사무직 여성 근로자들의 12주간 복합운동프로그램 적용 유무에 따른 신체구성, 체력, 혈중 BDNF와 Irisin의 변화를 비교 분석하는 것이며, 연구의 목적을 이루기 위하여 사무직 여성 근로자 총 39명을 통제군(CG) 20명, 운동군(EG) 19명의 두 집단으로 구분하였으며 본 연구의 결과는 다음과 같다. 복합운동프로그램 적용 후 체지방량과 체중, 근력과 근지구력, 순발력, 평형성, 유연성은 집단 간 모두 유의한 차이가 나타난 것은 복합운동의 효과를 잘 반영한 것으로 보이나 혈중 BDNF와 Irisin은 두 집단 모두 유의한 차이를 보이지 않았음을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

1. Kraemer RR, Shockett P, Webb ND, Shah U, Castracane VD. A transient elevated Irisin blood concentration in response to prolonged, moderate aerobic exercise in young men and women. *Hormone and Metabolic Research* 2014;46(02):150-154.
2. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2006; 61(10):1059-1064.
3. Ilich JZ, Kelly OJ, Inglis JE, Panton LB, Duque G, et al. Interrelationship among muscle, fat, and bone: connecting the dots on cellular, hormonal, and whole body levels. *Ageing Research Reviews* 2014;15:51-60.
4. Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, et al. A PGC1-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012;481(7382):463-468.
5. Huh JY, Dincer F, Mesfum E, Mantzoros CS. Irisin stimulates muscle growth-related genes and regulates adipocyte differentiation and metabolism in humans. *International Journal of Obesity* 2014a;38(12): 1538-1544.
6. Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, Ahtiainen JP, Horttanainen M, et al. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and Irisin release regulated by exercise and related to health. *The Journal of Physiology* 2013; 591(21):5393-5400.
7. Moraes C, Leal VO, Marinho SM, Barroso SG, Rocha GS, et al. Resistance exercise training does not affect plasma Irisin levels of hemodialysis patients. *Hormone and Metabolic Research* 2013;45(12):900-904.
8. Scharhag-Rosenberger F, Meyer T, Wegmann M, Ruppenthal S, Kaestner L, et al. Irisin does not mediate resistance training-induced alterations in resting metabolic rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2014;46(9):1736-1743.
9. Lee HH, Kim BG, Kim CJ, Yoon JH, Jung IG, et al. Effects of treadmill exercise on cell proliferation and BDNF expression in the rat hippocampus after traumatic brain injury. *Exercise Science* 2008;17(3):363-372.
10. Tucker LA, Silvester LJ. Strength training and hypercholesterolemia: an epidemiologic study of 8499 employed men. *American Journal of Health Promotion* 1996;11(1):35-41.
11. Seifert T, Brassard P, Wissenberg M, Rasmussen P, Nordby P, et al. Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2010;298(2):R372-R377.
12. Leite RD, Prestes J, Rosa C, De Salles BF, Maior A, et al. Acute effect of resistance training volume on hormonal responses in trained men. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2011;51(2):322.
13. Yoo J, Lee CY. The effect of weight beared circuit training program for 12weeks on chronic disease risk factors and physical fitness of working men. *Korean Society of Sport and Leisure Studies* 2012;47(2):939-946.
14. Lee IN, Cho BO, Jeong GG, Kim SY, Jang CH. Effects of Drinking and Exercise Habits on Metabolic Syndrome Risk Factors and Insulin Resistance in Computing Workers. *Exercise Science* 2014;23(4):365-373.
15. Lee SB, Jang CH. Effect of yong moo do combined obesity levels on vascular compliance, blood lipid and adiponectin in adolescent. *Exer-*

- cise Science 2015;24(4):365-371.
16. Miyatake N, Nishikawa H, Morishita A, Kunitomi M, Wada J, et al. Daily walking reduces visceral adipose tissue areas and improves insulin resistance in Japanese obese subjects. *Diabetes Research and Clinical Practice* 2002;58(2):101-107.
17. Hinton PS, Rector RS, Thomas TR. Weight-bearing, aerobic exercise increases markers of bone formation during short-term weight loss in overweight and obese men and women. *Metabolism* 2006;55(12):1616-1618.
18. Hwang EA, Kim SH, Kang HS, Kim JS. Effect of combined exercise on cytokine in relation to cardiovascular disease in obese adolescents. *Exercise Science* 2012;21(1):31-40.
19. Kang SJ, Kim BR. Effects of aerobic exercise intensity on insulin resistance, renin-angiotensin II and C-reactive protein in parents with metabolic syndrome. *Exercise Science* 2009;18(4):443-454.
20. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *New England Journal of Medicine* 2002;346(11):793-801.
21. Coker RH, Hays NP, Williams RH, Brown AD, Freeling SA, et al. Exercise-induced changes in insulin action and glycogen metabolism in elderly adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2006;38(3):433.
22. Tsourlou T, Benik A, Dipla K, Zafeiridis A, Kellis S. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2006;20(4):811-818.
23. Kim HD, Park JS. The effect of an exercise program on body composition and physical fitness in obese female college students. *Taehan Kanho Hakhoe Chi* 2006;36(1):5-14.
24. Park SK, Kwon YC, Kim EH, Lee SS, Seo JM, et al. The effects of long-term combined exercise on physical fitness, adiponectin and resistin concentration in middle-aged abdominal obese women. *Journal of Sport and Leisure Studies* 2007;30:507-518.
25. Marcell TJ, McAuley KA, Traustadóttir T, Reaven PD. Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectin. *Metabolism* 2005;54(4):533-541.
26. Tapia-Arancibia L, Aliaga E, Silhol M, Arancibia S. New insights into brain BDNF function in normal aging and Alzheimer disease. *Brain Research Reviews* 2008;59(1):201-220.
27. Wisse BE, Schwartz MW. The skinny on neurotrophins. *Nature neuroscience* 2003;6(7):655-656.
28. Matthews VB, Åström MB, Chan MHS, Bruce CR, Krabbe KS, et al. Brain-derived neurotrophic factor is produced by skeletal muscle cells in response to contraction and enhances fat oxidation via activation of AMP-activated protein kinase. *Diabetologia* 2009;52(7):1409-1418.
29. Ferris LT, Williams JS, Shen CL. The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2007;39(4):728-734.
30. Goekint M, De Pauw K, Roelands B, Njemini R, Bautmans I, et al. Strength training does not influence serum brain-derived neurotrophic factor. *European Journal of Applied Physiology* 2010;110(2):285-293.
31. Yarrow JF, White LJ, McCoy SC, Borst SE. Training augments resistance exercise induced elevation of circulating brain derived neurotrophic factor (BDNF). *Neuroscience letters* 2010;479(2):161-165.
32. Lee CM, Lee NH. Effect of combined exercise on neurotrophic factors and cognitive function in elderly women. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women* 2012;26(1):173-189.
33. Crujeiras AB, Zulet MA, Lopez-Legarrea P, de la Iglesia R, Pardo M, et al. Association between circulating irisin levels and the promotion of insulin resistance during the weight maintenance period after a dietary weight-lowering program in obese patients. *Metabolism* 2014;63(4):520-531.
34. Wrann CD, White JP, Salogiannis J, Laznik-Bogoslavski D, Wu J, et al. Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1 α /FNDC5 pathway. *Cell Metabolism* 2013;18(5):649-659.