

# 12주간의 순환운동이 비만 중년여성의 혈중 염증 표지자와 혈중 지질 및 신체구성에 미치는 효과

변재철\*

\*위덕대학교 건강스포츠학부 교수

## The Effects of 12 Weeks of Circuit Training on Inflammatory Markers, Blood Lipids and Body Composition in Obese Middle-aged Women

Byun Jaechul, Ph.D<sup>†</sup>

*<sup>†</sup>Division of Health Sport, Uiduk University, Professor*

### Abstract

**Purpose** : The purpose of this study was to determine the effects of 12 weeks of circuit training on inflammatory markers, blood lipids, and body composition of obese middle-aged women.

**Methods** : Twenty-four obese women were randomly divided into three groups (circuit exercise training, CT; aerobic exercise training, AT; resistance exercise training, RT). All the subjects participated in the exercise program for 60 minutes, 3 times a week for 12 weeks.

**Results** : Significant differences found in the participants pre-and post exercise training C-reactive protein (CRP), fibrinogen, and adiponectin levels. The CT participants experience an expected increase in their adiponectin levels. Significantly improved blood TC, LDL-C, HDL-C, and TG levels were found after 12 weeks of exercise. The AT and CT groups showed greater improvements in their HDL-C, LDL-C, and TG levels than the RT group. Significant differences were found in the participants pre-and post-exercise training body weight, body fat percentage, and body mass index (BMI).

**Conclusion** : The CT participants body fat percentages decreased more than the RT group's percentages. In conclusion, obese women who completed 12 weeks of circuit exercise training (aerobics + resistance exercise) had significant improvements in their inflammatory markers, blood lipids, and body fat percentage.

---

**Key Words** : aerobic training, circuit training, inflammatory markers, obese women, resistance training

<sup>†</sup>교신저자: 변재철, jcpyun@uu.ac.kr

## I. 서론

최근에는 심혈관질환자의 염증인자와 관련하여 메타 분석(Pearson 등, 2018)을 통해 재해석되고, 관심이 집중되고 있고, 건강한 성인을 대상으로 신체적 운동과 염증 표지자의 관계에 대해 리뷰(review)연구가 보고된 것(Cronin 등, 2017)을 볼 때, 아직까지도 심혈관질환의 위험요인으로 작용하는 염증 표지자에 대한 관심이 매우 높다고 할 수 있다. 특히, 인체의 염증은 필수적인 면역 반응으로 나타나기도 하지만 조직재생에 있어서는 부정적인 요소이다. 이것은 심혈관계 질환을 예측할 수 있는 표지자로 알려져 있는데, 신체적인 운동부족, 복부비만, 혈중 지질농도 등과 함께 심혈관질환의 위험요인이다(Braith & Stewart, 2006; Briasoulis 등, 2016; Iwasaki & Medzhitov, 2010).

만성적인 염증진행 인자로는 C-반응성 단백질(C-reactive protein; CRP), TNF- $\alpha$  (tumor necrosis factor alpha), Interleukin 6 (IL-6), Fibrinogen 등이 포함되며, 이 진행성 염증물질 농도는 비만인에게서 증가되어 있다. 반대로 비만인에서는 혈중 아디포넥틴(adiponectin) 수준은 적은 수준이며, 아디포넥틴은 항염증과 아테롬성 동맥경화를 예방해주는 것으로서 비만인의 경우에 정상체중의 사람보다 적다(Bastard 등, 2006; Visser 등, 1999). 혈중 아디포넥틴(adiponectin)에 대해서는 아직까지 명확한 기전이 알려져 있지 않지만 이것의 분비가 적으면 손상된 혈관 세포에 염증세포가 부착이 되어 염증효과와 동맥경화성 질환을 유발시키는 원인으로 작용한다(Shidama 등, 2004). 이에 규칙적인 유산소 또는 저항성 운동트레이닝은 만성적인 염증활성인자, 심혈관질환의 예후인자, 제2형 당뇨병 등 대사성질환의 발병을 감소시킨다(Mitchell 등, 2011). 특히, 비만인에 있어서 이러한 효과가 나타나는데(Beavers 등, 2010), 운동트레이닝을 실시한 후 체중의 감소는 CRP의 감소와 관련이 있다(Fedewa 등, 2016). 더 흥미로운 점은 비만인 뿐만 아니라 만성심혈관질환자, 노인, 좌업자 및 건강한 사람들에서도 장기간의 운동트레이닝 후에 혈중 TNF- $\alpha$  및 CRP 등의 염증인자가 감소되었다(Donges 등, 2010; Libardi 등, 2011; Nicklas 등, 2008).

선행연구들에서와 같이 긍정적인 효과를 보고한 연구들과는 다르게 염증인자에 대한 운동트레이닝의 효과가 미미하였거나 없었다는 연구보고도 있었다. Donges 등(2010)은 규칙적인 운동을 실시하지 않는 건강한 피험자를 대상으로 10주간의 저항성 및 지구성 트레이닝을 실시한 후 저항트레이닝 집단에서만 CRP의 혈중 농도가 감소하였고, 두 집단모두에서 IL-6의 농도에는 변화가 없었다고 하였다. 8주 또는 12주간 저항성 트레이닝을 실시한 후에 염증인자에는 변화가 없었으며(Azizbeigi 등, 2015; Croymans 등, 2014), 아디포넥틴 수준에도 별다른 변화를 보이지 않았다고 보고되었다(Puck, 2011).

이와 같이 다수의 선행연구들에서 비만과 관련하여 혈중 염증인자에 대한 결과를 보고하였지만 연구마다 방법 및 설계가 다르다는 것을 알게 되었다. 즉, 유산소 또는 저항성 트레이닝의 독립적인 설계와 유산소 및 저항성 운동트레이닝을 복합적으로 실시한 것에 의한 결과들로서 아직 명확하게 일관성 있는 결론을 내리지 못한다고 보여진다. 특히, 대부분 여성의 경우 40세 이후는 육아 등의 환경에서 벗어나며 사회적 활동이 왕성한 시기임에도 불구하고, 그동안의 신체적 활동 부족 등의 원인으로 인하여 비만으로 진행된 경우가 많은 것으로 보인다. 이에 본 연구자는 중년의 비만여성을 위한 운동프로그램의 효과를 알아볼 필요가 있다고 생각된다. 그래서 다양한 운동프로그램을 적용시켰을 경우에 순환운동과 다른 운동트레이닝에 따른 차이가 있을 것이라는 가설을 설정하게 되었다. 순환운동이라 함은 유산소운동과 근저항운동을 교대로 실시하는 것으로서 각 운동항목 간에 휴식시간 없이 실시하는 운동프로그램이다(Jung 등, 2008).

따라서 본 연구의 목적은 비만 중년여성들에게 다양한 운동방법을 적용시켜 그 운동 형태에 따라서 생리적 요인(신체구성성분)과 생화학적 요인(혈중 염증표지자 및 혈중 지질)에 있어서 집단 간 및 집단 내에 어떠한 차이가 있는가를 규명하는데 있다.

## II. 연구 방법

## 1. 연구대상

연구대상자들의 나이는 40~50세 사이이고, 체지방율이 35 % 이상인 비만 중년여성들이다. 이들은 최근 6개월 이내에 대사성질환 등의 약물을 섭취하지 않는 건강한 여성들이며, 대구광역시 S구 A스포츠센터에 등록된 회원들이다. 연구의 의의와 목적을 설명한 후 참여의사를 물었고, 구두로 동의를 받았다. 본 연구설계에 따라서

체지방율이 일치하는 참여자 42명을 임의 배정하였으나 각 집단마다 연구기간 중 출석률이 80 % 이하인 대상자가 소수 발생하여 그 인원을 제외하였다. 따라서 총24명을 각 집단별로 8명씩 배정되었다. 이들을 유산소운동군(aerobic training; AT), 근저항운동군(resistance training; RT), 순환운동군(circuit training; CT)으로 구분하였다. 피험자들의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of subjects

Group	n	Height (cm)	Body weight(kg)	Body fat (%)	LBM (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
AT	8	158.37±8.40	62.26±5.20	38.71±3.88	34.80±5.36	32.10±3.82
RT	8	161.20±6.80	60.56±5.22	37.31±2.17	33.29±4.60	31.97±2.57
CT	8	160.55±6.12	61.19±2.85	36.53±1.85	33.20±4.05	32.85±1.50

Mean±Standard deviations

## 2. 실험절차 및 방법

### 1) 신체적 특성 및 신체구성

신체구성 검사를 위해 신장, 체중 자동측정기(HM-170, 파닉스, 한국)를 이용하여 cm와 kg 단위로 측정하였다. 체지방율 측정은 체성분 분석기인 Inbody 330(bio-space, Korea)으로 측정하였고, 신체질량지수(body mass index; BMI)는 [체중(kg)/신장(m<sup>2</sup>)]계산법에 의해 산출되었다. 그리고 이 측정장비의 정밀도에서는  $r^2=0.94$ 이었고, 신뢰도는 0.93이었다.

### 2) 혈액분석

채혈을 위해서 측정전일 저녁 10시부터 익일 아침 8시까지 금식을 하도록 지시하였고, 실험실 도착 후 약 10분간 등받이가 있는 의자에 앉아 안정을 취한 후 상완정맥에서 10 ml를 샘플링 하였다. 혈액은 항응고처리가 되지 않은 일반 tube에 담은 후에 혈액이 굳어지기 전에 원심분리기에서 3,500 RPM으로 10분간 작동하여 혈청을 분리한 다음 -70 °C에서 급속냉동실에 보관하였다. 혈중 지질 분석항목으로는 총콜레스테롤(TC), 고밀도 지단백

(HDL-C), 저밀도 지단백(LDL-C), 중성지방(TG)이었다.

HDL-C 분석은 Selective inhibition kit를 사용하였고, LDL-C는 Calculation TC (TG/5+ HDL-C) kit를 사용하여 Hitachi 7170A (Japan)으로 분석하였다. 중성지방(triglyceride; TG)은 Enzymatic colorimetry의 kit를 이용하여 분석하였다. 혈중 염증인자 항목으로 혈청 hs-CRP, 혈장 Fibrinogen, 항염증인자인 t-PA, Adiponectin이고, 성분 분석을 위해서 샘플을 대구광역시 S임상검사센터에 의뢰하여 분석된 결과를 이용하였다.

### 3) 중재 프로그램

#### (1) 유산소운동 프로그램

유산소운동 트레이닝은 트레드밀을 이용하여 점진적으로 증가시켜 나갔다. 트레이닝의 초기단계인 1~2주에는 운동적응을 위해서 트레드밀 경사도를 0으로 고정하여 속도를 5~6 km/h에서 천천히 걷기와 속보를 실시하였고, 운동강도는 HRR 40~50 %로 설정하였다. 3~6주는 속도 6~7 km/h 사이에서 속보와 조깅을 피험자가 자유롭게 조절하면서 실시토록 하였으며, 운동강도는 HRR 50~60 %로 설정하였다. 그리고 7~12주까지는 7 km/h 이

상의 속도에서 설정한 운동강도 범위 내에서 자유롭게 조절을 하도록 지시하였고, 운동강도는 HRR 60~80 % 로 설정하였다(ACSM's, 2014). 만약에 설정된 범위를 넘어설 경우에는 범위 내에서 운동이 실시되도록 유도 하였다.

운동강도 설정은 Karvonen 등(1957)의 여유심박수법 계산법 [THR = Intensity x (HRmax- HRrest) + HRrest]을 적용하였다. 총 운동시간은 준비, 정리운동을 포함하여 1일 60분, 1주일에 3회로 12주간 실시하였다. 기타 자세한 내용은 Table 2에 제시되었다.

Table 2. Aerobic and resistance exercise training program

Category	Exercise type	Duration			Time (min)	Freq.
		1~2 week	3~6 week	7~12 week		
Warm-up	Stretching	Intensity			10	
Aerobic exercise	Treadmill (Walking, Jogging)	HRR 40~50%	HRR 50~60%	HRR 60~80%	40	3day/week
Cool-down	Stretching				10	
Category	Exercise type	Duration			Time	Freq.
Warm-up	Stretching	Intensity			5	
Resistance exercise	Upper site: High pull, Shoulder press, Seated chest press, Butterfly, Arm curl, Triceps extension Lower site: Leg press, Leg extension, Leg curl, Calf raise	1RM 40~50%	1RM 60~70%	1RM 70~80%	50	3day/week
Cool-down	Stretching				5	

(2) 근저항운동 프로그램

근저항운동은 머신 웨이트 트레이닝으로 하였으며, 본 트레이닝 7일 전에 개인별로 최대근력(1 RM)을 측정을 위해서 직접측정법을 적용하였다(Kwon 등, 2002). 운동 항목은 상체와 하체의 운동이 균형적으로 되도록 적절히 배분하였다. 저항운동강도는 첫 1~2주에 적응기간으로 1 RM의 40~50 % 수준으로 시작하였고, 3~6주까지는 1RM의 60~70 %, 7~12주까지는 1 RM의 70~80 % 수준에서 실시하였다.

피험자들이 저항무게에 대한 적응현상을 고려하여 프로그램 실시 6주 후에 1 RM을 재측정 하여 트레이닝에 적용하였다. 운동의 반복횟수는 12회로 3세트를 실시하였으며, 주운동 50분, 준비운동과 정리운동 5분씩을 포

함하여 1일 60분으로 총 12주간 실시하였다. 기타 자세한 프로그램 내용은 Table 2에 제시되었다.

(3) 순환운동 프로그램

유산소운동과 근저항운동을 교대로 각 운동항목 간에 휴식시간 없이 실시하는 프로그램이다. 각각의 운동항목은 7동작으로 전체 14동작으로 각 운동시간은 40~60초로 구성하였다. 이 프로그램의 근거는 Jung 등(2008)의 연구를 토대로 본 연구자가 변형시킨 방법이다. 1~2주까지는 적응기로서 2세트(2회 순환)실시하였고, 3~12주는 3회 반복으로 구성하였다. 1회 순환하는데 소요되는 시간은 약 12~15분 정도이며, 각 세트 후 3분간 휴식시간을 두었고, 준비운동과 정리운동을 포함하여 1일 운동시간은 준비 및 정리운동 포함하여 60분으로 12주간 실

시하였다. 이때 운동 강도는 근저항 운동프로그램에 이  
용된 방법과 동일하게 적용하여 실시하였다. 기타 자세

한 프로그램 내용은 Fig 1에 제시되었다.

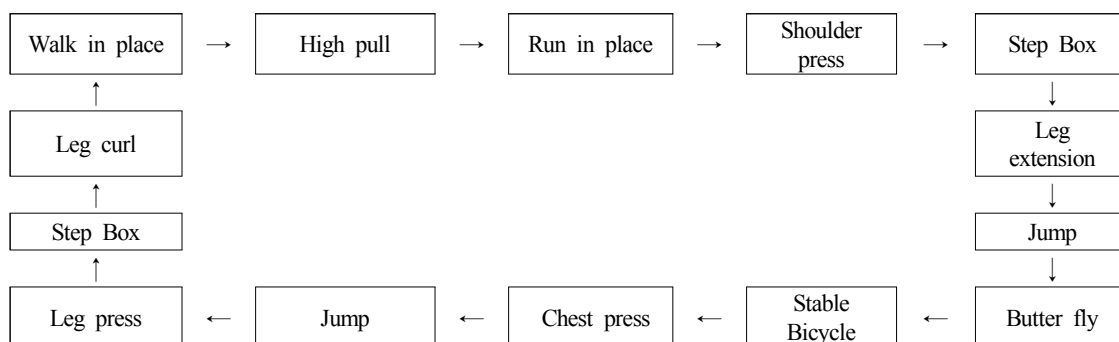


Fig 1. Circuit exercise training program

### 3. 분석방법

수집된 자료의 처리는 SPSS 19.0(한)을 이용하여 각 항목별로 평균과 표준편차를 산출하였고, 평균치에 대한 차이검증은 이원변량분석 반복측정법(two-way ANOVA with repeated measure; 3x2)을 이용하였다. 집단간에 통계적인 유의성이 있는 항목에 대해서는 Bonferroni의 사후검증(post-hoc)을 실시하였고, 모든 통계적인 유의수준은  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

## III. 결과

12주간의 운동트레이닝 후 혈중 염증인자의 변화를 나타낸 결과는 Table 3에 나타나있다. CRP는 시기\*집단간에 상호작용효과가 나타났고( $p < .01$ ), 시기간과 집단간에도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(각각  $p < .001$ ,  $p < .05$ ). Fibrinogen에서는 시기\*집단간에 상호작용효과가 있었고( $p < .001$ ), 시기와 집단간에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(각각  $p < .001$ ,  $p < .001$ ). t-PA에서는 시기\*집단간에 상호작용효과가 있었고( $p < .05$ ), 시기간에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나( $p < .001$ ), 집단간에서는 유의한 차이가 없었다. 아디포넥틴에서는 시기\*집단간에 상호작용효과가 없었고, 시기 및 집단간에 통

계적으로 유의한 차이가 나타났다(각각  $p < .001$ ,  $p < .001$ ).

12주간의 운동트레이닝 후 혈중 지질의 변화는 Table 4에 제시되었다. TC의 경우 시기\*집단간에 상호작용효과가 있었고( $p < .05$ ), 시기간에는 통계적으로 유의한 차이가 있었으나( $p < .001$ ), 집단간에는 차이가 없었다. HDL-C는 시기\*집단간에 상호작용효과가 있었고( $p < .01$ ), 시기간 및 집단간에도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(각각  $p < .001$ ,  $p < .001$ ). LDL-C는 시기\*집단간에 상호작용효과가 있었고( $p < .001$ ), 시기간 및 집단간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(각각  $p < .001$ ,  $p < .01$ ). TG에서는 시기\*집단간에 상호작용효과가 있었고( $p < .001$ ), 시기간 및 집단간에도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(각각  $p < .001$ ,  $p < .05$ ).

Table 5는 피험자들의 신체구성의 변화를 나타낸 것이다. 12주간의 운동트레이닝 후 체중은 시기\*집단간에 상호작용효과가 있었고( $p < .01$ ), 시기간에도 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .001$ ). 집단간에서는 차이가 없었다. 체지방율은 시기\*집단간에 상호작용효과가 있었고( $p < .01$ ), 시기간과 집단간에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(각각  $p < .001$ ,  $p < .05$ ).

체지방 체중에서는 시기\*집단간에 상호작용효과가 없었고, 시기간과 집단간에서도 통계적으로 유의한 차이는 없었다. BMI에서는 시기\*집단간에 상호작용효과는 없었고, 시기간에서는 유의한 차이가 있었으며( $p < .001$ ), 집단간에서는 유의한 차이가 없었다.

Table 3. Results of blood inflammatory markers after the exercise training

Group	n	Factor	Pre	Post	Variables	F	Sig.	Post-hoc
AT(a)	8	CRP (mg/dl)	0.23±0.08	0.11±0.05	Time	63.744	.000	b>c*
RT(b)	8		0.26±0.09	0.21±0.10	Group	3.722	.041	
CT(c)	8		0.23±0.07	0.07±0.02	Time*Group	5.736	.010	
AT(a)	8	Fibrinogen (mg/dl)	287.12±38.95	251.37±31.97	Time	68.056	.000	b>c*
RT(b)	8		309.12±40.30	289.75±40.19	Group	3.979	.034	
CT(c)	8		296.37±34.40	214.12±17.27	Time*Group	11.510	.000	
AT(a)	8	t-PA (U/l)	7.31±3.11	11.10±3.49	Time	26.48	.000	-
RT(b)	8		7.12±2.59	7.35±2.12	Group	1.324	.287	
CT(c)	8		6.82±1.50	10.39±3.19	Time*Group	5.511	.012	
AT(a)	8	Adiponectin (mg/dl)	7.58±0.86	10.20±1.50	Time	44.517	.000	a,c>b***
RT(b)	8		6.21±1.55	7.29±1.27	Group	15.188	.001	
CT(c)	8		7.92±1.15	11.02±1.53	Time*Group	3.231	.060	

Mean±Standard deviations  
 \*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

Table 4. Changes of blood lipids after the exercise training

Group	n	Factor	Pre	Post	Variables	F	Sig.	Post-hoc
AT(a)	8	TC (mg/dl)	235.50±19.15	196.12±13.68	Time	133.522	.000	-
RT(b)	8		232.00±23.88	208.75±15.55	Group	.561	.579	
CT(c)	8		231.87±28.39	198.75±18.31	Time*Group	3.994	.034	
AT(a)	8	HDL-C (mg/dl)	49.79±4.16	58.14±2.96	Time	43.004	.000	a,c>b***
RT(b)	8		44.31±5.75	45.20±5.65	Group	9.907	.001	
CT(c)	8		47.15±2.98	52.55±4.79	Time*Group	8.506	.002	
AT(a)	8	LDL-C (mg/dl)	134.50±11.94	102.37±10.05	Time	372.361	.000	a,c>b**
RT(b)	8		143.87±10.97	127.75±10.71	Group	7.038	.005	
CT(c)	8		150.37±10.44	101.87±5.44	Time*Group	31.273	.000	
AT(a)	8	TG (mg/dl)	125.87±27.69	104.50±18.99	Time	17.810	.000	a,c>b*
RT(b)	8		143.87±17.28	141.25±21.26	Group	4.988	.017	
CT(c)	8		123.37±27.91	102.75±19.86	Time*Group	3.023	.070	

Table 5. Changes of blood compositions after the exercise training

Group	n	Factor	Pre	Post	Variables	F	Sig.	Post-hoc
AT(a)	8	Body Weight (kg)	62.26±5.20	56.61±4.99	Time	78.104	.000	-
RT(b)	8		60.56±5.22	58.26±5.45	Group	.519	.602	
CT(c)	8		61.19±2.85	56.84±2.75	Time*Group	6.609	.006	
AT(a)	8	Fat (%)	38.71±3.88	32.07±1.55	Time	203.101	.000	b>c*
RT(b)	8		37.31±2.17	33.46±1.55	Group	3.660	.043	
CT(c)	8		36.53±1.85	29.64±1.05	Time*Group	5.758	.010	
AT(a)	8	LBM (kg)	44.80±5.36	32.36±10.29	Time	.476	.498	-
RT(b)	8		43.29±4.60	33.88±4.17	Group	.008	.992	
CT(c)	8		43.20±4.05	33.35±4.39	Time*Group	1.341	.283	
AT(a)	8	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	32.10±3.82	30.14±3.16	Time	33.697	.000	-
RT(b)	8		31.97±2.57	30.53±1.25	Group	.108	.898	
CT(c)	8		32.85±1.50	30.35±1.37	Time*Group	1.150	.336	

#### IV. 고찰

성인 비만은 대사성질환으로의 합병증을 유발시키는 원인으로 작용을 하고, 특히 관상동맥질환의 위험성을 증가시키게 된다. 인체의 지방조직은 대사적 기능 외에도 비만과 관련이 깊게 있는 아디포사이토카인(adipocytokine)을 분비하는 것으로 알려져 왔다. 아디포사이토카인으로는 leptin, PAI-1, IL-6(Ahima와 Flier, 2000)와 혈중 염증반응으로 나타나는 주요 인자인 CRP는 급성기 면역 단백질의 하나로써 염증반응을 나타내는 민감한 지표인데, 각종 염증성질환들과 밀접한 관련이 있다(Visser 등, 1999). CRP와 Fibrinogen 등의 염증성 물질들은 심혈관질환과 대사성질환을 일으키는 요인으로 작용하는데(Kengne 등, 2012; Sheikholeslami 등, 2011), 규칙적인 운동과 생활습관 등에 의해 조절이 될 수 있고, 체지방의 증가와 근육량의 감소에도 영향을 미친다고 하였다(Kim & Cho, 2013).

본 연구결과 12주 동안의 유산소운동, 근저항운동 및 순환운동을 실시한 후에 심혈관질환의 예후 인자로 알려진 CRP와 Fibrinogen이 트레이닝 전에 비해서 감소하였고, 특히 근저항운동군보다 순환운동군에서 더 뚜렷한 감소효과가 있었다. 그러나 유산소운동군은 근저항 및 순환운동군과 뚜렷한 차이는 발견되지 않았다. 이것은 유산소와 근저항운동 후에 CRP가 감소를 하였지만 순환운동에 비해서 큰 감소효과를 보이지 않았다는 의미이다. 따라서 12주간의 순환운동이 혈중 염증인자를 낮추는데 가장 효과적으로 작용했다고 생각된다. 이러한 연구결과는 Jung 등(2008)의 연구와 일치하는 것으로 본 연구를 지지해주고 있다. 그러나 순환운동과 유산소운동 처치간의 차이는 발견되지 않아서 본 연구와는 다소 차이가 있었으며, 추후의 연구가 더 필요하고 하였다.

최근의 연구들에 따르면 근저항 운동 후에 CRP의 감소효과를 보고한 연구들이 다수 있었는데(Buresh와 Berg, 2014; Lee 등, 2015; Ribeiro 등, 2015), 이들 연구들은 근저항 운동의 독립적인 설계에 따른 결과인 반면에, 다른 운동트레이닝에 따른 차이를 규명하고자 했던 본 연구와 직접적인 비교를 하는 것은 어려움이 따른다. 그러나 흥미로운 몇몇의 연구에서는 혈중 염증인자들의

개선에 고강도의 운동시 효과적이고(Nimmo 등, 2013), 유산소와 저항운동의 복합적 운동이 CRP를 효과적으로 감소시켜주었다(Ihalainen 등, 2018)는 것은 본 연구결과와 일치하는 것이라고 사료된다. 그러나 중년의 남성을 대상으로 복합운동트레이닝 후에 염증인자들의 감소효과는 없었다는 연구가 보고되기도 하였는데(Kim, 2014; Libardi 등, 2012), 매우 드문 연구결과라고 판단된다.

본 연구결과에서 항염증작용을 하는 것으로 알려진 t-PA와 아디포넥틴 수준에서도 유산소운동, 근저항운동 및 순환운동트레이닝 후에 증가를 하였는데, 아디포넥틴의 경우에는 유산소 및 근저항운동군에 비해서 유산소와 근저항운동을 병행한 순환운동을 실시한 비만 여성들에서 더 뚜렷한 감소한 것을 볼 때 시사하는 바가 크다고 할 수 있을 것이다. 본 연구를 뒷받침 해주는 연구들에서 Kim 등(2016)은 비만여성을 대상으로 저항성운동을 실시한 후 아디포넥틴의 개선효과를 보고하였고 한 바, 본 연구를 일부 지지해주는 것이라고 할 수 있다. 이러한 결과를 유추해 볼 때, 평소에 규칙적인 운동을 실시하지 않는 비만의 중년여성들에 있어서 장기간의 운동트레이닝을 통해서 혈중 아디포넥틴의 증가를 가져왔다고 볼 수 있으며, 이것은 지방산 동원 비율을 증가시켜 에너지 소비를 가속화시키는 작용을 하기 때문에 내장비만, 인슐린 저항성 및 관상동맥심장질환을 줄여줄 것이다(Fasshauer & Paschke, 2003). 따라서 비만의 중년여성들이 체중 감소와 규칙적인 운동 등 생활습관의 변화로 대사성질환 및 심혈관계 질환의 위험 요인들을 줄여주는데 도움이 될 것이다. 그러나 최근의 한 연구에서, 유산소와 저항성 운동 후 허약 여성노인의 염증성 사이토카인 등에서 유의한 차이가 없었다는 결과를 보고하였다(Kang, 2014). 이는 본 연구의 대상자들과 다소 차이가 있는 이유 때문일 것이라고 생각된다. 따라서 각종 운동형태에 대한 혈중 사이토카인 등의 물질에 대한 명확한 효과를 밝히기 위해서는 다양한 실험조건에서의 연구들이 필요할 것으로 보인다.

ACSM(2010)의 보고에 따르면 혈중 총 콜레스테롤은 농도가 200 mg/dl 미만은 이상적인 수준이고, 240 mg/dl 이상이면 위험수준으로 분류하고 있다. 그리고 LDL-C는 100 mg/dl 미만이 적정수준이고, 190 mg/dl 비정상적인 수준으로 분류하는데, LDL은 콜레스테롤을 전달하는 주

요물질로서 혈중 수치가 높아지면 수용기에 의해 제어 되지 않고, 대식세포에 의해서 혈관 내 콜레스테롤의 함량이 높아져 관상동맥경화증의 위험성이 증가된다(Oh 등, 2007).

흥미로운 연구에서, 중년여성을 대상으로 2주간의 복합운동을 실시한 결과 LDL-C, TC, HDL-C에서 유의하게 차이가 있었다고 보고하였는데(Seo 등, 2010), 2주간의 짧은 트레이닝 기간에도 긍정적인 효과가 나타날 수 있음을 보고하였다. 그리고 Lim 등(2017)은 8주간의 순환운동트레이닝 후에 LDL-C가 감소되었고, HDL-C가 유의하게 증가됨을 보고한 바, 본 연구를 지지해주며 상당부분 일치하는 것으로 보인다. 본 연구에서 비만의 중년여성들에게 각기 다른 운동트레이닝을 12주간 실시한 후 혈중 지질성분 모두가 긍정적으로 개선되었고, 특히 TC를 제외하고 HDL-C, LDL-C, TG에서 근저항운동군보다 유산소운동군과 순환운동을 실시한 비만 여성들에서 뚜렷한 개선효과를 보였다는 것을 볼 때 의미하는 바가 크다고 할 수 있다.

대부분의 선행연구들이 긍정적인 결과를 보고한 것은 아니다. Yang과 Lee(2012)는 중년여성을 대상으로 복합운동을 6주간 실시한 후 TC와 TG에서 유의한 차이를 발견할 수 없었고, 근저항의 단일 운동을 실시한 후 혈중 지질 개선효과는 없었다고 한 바(Orsatti 등, 2014), 본 연구결과와는 다소 차이가 있음을 알 수 있었다. 이러한 이유는 연구설계와 피험자들의 특성 등 방법적인 차이 때문일 것이라고 생각된다. 또 다른 이유는 피험자들에게 적용된 운동강도의 차이도 존재할 것이라고 판단된다. 이에 비만 남녀를 대상으로 순환운동을 실시하였는데, 이때 운동강도는 HRR의 60%, 1RM의 75% 수준으로 설정하여 12주 후에 혈중 지질의 변화는 없었다고 하였기 때문에(Ho 등, 2012) 아직까지 많은 연구들에서 다양한 연구결과를 도출해 내고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 많은 선행연구들에서 운동트레이닝의 혈중 지질 개선에 대한 독립적인 효과가 있다는 것을 결론짓기에는 어렵다고 하였다. 왜냐하면 트레이닝 기간, 운동유형, 운동강도, 운동시간 등과 대상자의 특성, 식이처치 등에 따라서 다르게 나타날 수 있기 때문이다(Lim 등, 2017).

본 연구에서 비만 중년 여성을 12주간 각기 다른 운동트레이닝을 실시한 후 체중, 체지방율, 제지방 체중,

BMI를 비교한 바, 제지방 체중에서는 별다른 효과가 없었으나 체중, 체지방율과 BMI에서 효과적으로 개선된 것으로 나타났다. 특히, 체지방율의 감소는 유산소운동과 근저항운동을 실시한 경우보다 순환운동을 실시한 비만 여성들에서 더 뚜렷한 현상을 보였다. 이러한 결과는 8주간의 순환운동을 실시한 후 체중에는 변화가 없었으나 체지방율과 BMI에서 유의한 개선효과가 있었다는 Lim 등(2017)의 결과와 일치함을 알 수 있었다. 그리고 12주간 노인여성들에게 운동프로그램을 실시한 후 신체 구성에 긍정적인 개선효과가 있었다는 연구(Na, 2015)가 본 연구를 지지해 주는 것으로 판단된다. 따라서 평소 규칙적인 운동트레이닝을 실시하지 않는 중년의 비만여성들에게 근육량의 유지 및 증진을 도모함과 동시에 체지방량을 감소시킬 수 있는 운동트레이닝으로 순환운동이 매우 바람직한 대안이 될 것이라고 생각된다.

## V. 결론

본 연구는 체지방율이 35% 이상인 중년 비만여성에게 12주간의 서로 다른 운동프로그램을 적용시킨 후 생리적, 생화학적 변인에 차이가 있는가를 밝히는데 목적이 있었다. 이 연구를 통해 다음과 같은 결과를 도출할 수 있었다. 12주간의 유산소운동, 근저항운동 및 순환운동 후에 혈중 염증인자들이 감소되었고, 순환운동이 더 긍정효과를 보였다. 혈중 지질성분에서도 각각의 운동트레이닝 실시 후에 개선이 되었는데, 근저항운동보다 유산소운동과 순환운동이 더 큰 개선효과를 보였다. 신체 구성에서도 제지방 체중을 제외한 체중, 체지방율, BMI에서 순환운동이 비만 중년여성의 체지방율 감소에 더 효과적이었다. 따라서, 순환운동은 중년 비만여성들의 혈중 염증인자 개선효과와 혈중 지질 및 신체구성성분에 더 긍정적인 효과를 주었다. 그러나 선행연구들에서도 중년의 남, 녀를 대상으로 연구가 많이 보고되었는데, 추후의 연구에서는 상대적으로 성인병으로의 이환율이 높은 비만 청소년 대상과 노인건강 측면에서 대상의 다양화에 초점을 두어야 할 필요가 있을 것으로 사료된다.



## 참고문헌

- ACSM(2010). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 8th ed, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, pp.45-46.
- ACSM(2014). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9th ed, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, pp.157-188.
- Ahima RS, Filer JS(2000). Adipose tissue as an endocrine organ. *Trends Endocrinol Metab*, 11(8), 327-332.
- Azizbeigi K, Azarbayani MA, Atashak S, et al(2015). Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. *Res Sports Med*, 23(1), 73-87.
- Bastard JP, Maachi M, Lagathu C, et al(2006). Recent advances in the relationship between obesity, inflammation, and insulin resistance. *Eur Cytokine Netw*, 17(1), 4-12.
- Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ(2010). Effects of exercise training on chronic inflammation. *Clin Chim Acta*, 411(11-12), 785-793.
- Braith RW, Stewart KJ(2006). Resistance exercise training. Its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*, 113(22), 2642-2650.
- Briasoulis A, Androulakis E, Chrisphides T, et al(2016). The role of inflammation and cell death in the pathogenesis, progression and treatment of heart failure. *Heart Fail Rev*, 21(2), 169-176.
- Buresh R, Berg K(2014). Role of exercise on inflammation and chronic disease. *Strength Cond J*, 36(4), 87-93.
- Croymans DM, Krell SL, Oh CS, et al(2014). Effects of resistance training on central blood pressure in obese young men. *J Hum Hypertens*, 28(3), 157-164.
- Cronin O, Keohane DM, Molloy MG, et al(2017). The effect of exercise interventions on inflammatory biomarkers in healthy, physical inactive subjects: a systematic review. *QJM*, 110(10), 629-637.
- Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ(2010). Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Med Sci Sports Exerc*, 42(2), 304-313.
- Fasshauer M, Paschke R(2003). Regulation of adipocytokines and insulin resistance. *Diabetologia*, 46(12), 1594-1603.
- Fedewa MV, hathaway ED, Ward-Ritacco CL(2016). Effect of exercise training on C reactive protein: a systematic review and meta-analysis of randomise and non-randomised controlled trials. *Br J Sports Med*, 51(8), 670-676.
- Ho SS, Dhaiwa SS, Hills AP, et al(2012). The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC Public Health*, 12(1), 704.
- Ihalanien JK, Schumann M, Eklund D, et al(2018). Combined aerobic and resistance training decreases inflammatory markers in healthy men. *Scand J Med Sci Sports*, 28(1), 40-47.
- Iwasaki A, Medzhitov R(2010). Regulation of adaptive immunity by the innate immune system. *Sci*, 327(5963), 291-295.
- Jung SL, Kang SJ, Kim BR(2008). The effect of circuit training and aerobic exercise on body composition, adiponectin, blood vessel inflammation markers of the middle-aged obesity women. *Korean J Phys Educ*, 47(6), 659-667.
- Kang SJ(2014). The effect of sarcopenia index, inflammation cytokine and insulin resistance in aerobic and resistance exercise of frail elderly women. *Korean J Phys Educ*, 53(2), 497-508.
- Kengne AP, Batty GD, Hamer M, et al(2012). Association of C-reactive protein with cardiovascular disease mortality according to diabetes status: pooled analyses of 25,979 participants from UK prospective cohort studies. *Diabetes Care*, 35(2), 396-403.
- Kim JH(2014). Changes for muscle mass and CRP, IL-6 by type of resistance exercise. *Korean J Phys Educ*, 23(4), 901-912.
- Kim KT, Cho JH(2013). The effects of elastic band and aerobic exercise on fitness, blood lipids, and vascular inflammatory

- markers in elderly women. *The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology*, 15(2), 129-138.
- Kim YK, Lee JY, Lee SH(2016). The effect of 12-week swimming training on plasma adipokines and HOMA index in obese middle-aged women. *The Society of Living Environment System*, 23(6), 751-757.
- Kwon YS, Kim JH, Lee SI(2002). A study of predict one repetition maximum(1RM) from a 7-10 RM weight of trained male. *Korean J Phys Educ*, 41(3), 377-382.
- Lee JS, Kim CG, Seo TB, et al(2015). Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. *Aging Clin Exp Res*, 27(2), 179-186.
- Libardi CA, De Souza GV, Cavaglieri CR, et al(2012). Effects of resistance, endurance, and concurrent training on TNF-a, IL-6, and CRP. *Med Sci Sports Exerc*, 44(1), 50-56.
- Libardi JB, De Souza GV, Gaspari AF, et al(2011). Effects of concurrent training on interleukin-6, tumour necrosis factor-alpha and C-reactive protein in middle-aged men. *J Sports Sci*, 29(14), 1573-1581.
- Lim EC, Cho HS, Lee MK(2017). Effects of 8 weeks of circuit exercise training on body composition, physical fitness, stress index, and atherogenic index in bus drivers. *Korean J Phys Educ*, 56(2), 553-564.
- Mitchell JB, Phillips MD, Yellott RC, et al(2011). Resistance and aerobic exercise: The influence of mode on the relationship between IL-6 and glucose tolerance in young men who are obese. *J Strength Cond Res*, 25(6), 1529-1537.
- Na SH(2015). The effects of a 12-week exercise program on balance and walking ability and depression in elderly women. *Korean J Spots Sci*, 24(2), 1291-1301.
- Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkely TJ, et al(2008). Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people. *J Am Geriatr Soc*, 56(11), 2045-2052.
- Nimmo M, Leggate M, Viana J, et al(2013). The effects of physical activity on mediators of inflammation. *Diabetes Obes Metab*, 15(3), 51-60.
- Oh DJ, Kim HJ, Jun TY(2007). The effects of music rope-jumping on health fitness and serum lipids in obese middle school girls. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 30, 595-605.
- Orsatti FL, Nahas EA, Maesta N, et al(2014). Effects of resistance training frequency on body composition and metabolics and inflammatory markers in overweight postmenopausal women. *J Sports Med Phys Fitness*, 54(3), 317-325.
- Pearson MJ, Mungova SF, Smart NA(2018). Effect of aerobic and resistance training on inflammatory markers in heart failure patients: systematic review and meta-analysis. *Heart Failure Rev*, 23(2), 209-223.
- Puck R(2011). The effect of an acute bout of eccentric, concentric, and traditional resistance exercise on adiponectin concentration. Graduate school of Missouri University, USA, Doctoral dissertation.
- Ribeiro AS, Tomeleri CM, Souza MF, et al(2015). Effects of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women differing levels of RT experience. *Age*, 37(6), 109.
- Seo DI, Jun TW, So WY, et al(2010). The analysis of correlation and effects of combined exercise training on visfatin and blood lipids in middle aged women. *Korean J Health Promot*, 10(1), 39-44.
- Sheikholeslami VD, Ahmadi S, Ahmadi DK, et al(2011). Changes in cardiovascular risk factors and inflammatory markers of young, healthy, men after six weeks of moderate or high intensity resistance training. *J Sports Med Phys Fitness*, 51(4), 695-700.
- Shimada K, Miyazaki T, Daida H(2004). Adiponectin and atherosclerotic disease. *Clin Chim Acta*, 344(1-2), 1-12.
- Visser M, Bouter LM, McQuilian GM, et al(1999). Elevated C-reactive protein levels in overweight and obese adults. *JAMA*, 282(22), 2131-2135.
- Yang J, Lee YH(2012). The effect of an integrated kinetic program on the change of body composition and blood lipid components in middle-aged women. *J Korean Phys Ther*, 24(1), 41-50.