



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

순환운동이 비만 여자대학생의 건강관련체력,  
대사증후군 위험요인 및 렙틴에 미치는 영향

지도교수 김 영 표

제주대학교 교육대학원

체육교육전공

김 지 운

2017년 8월

순환운동이 비만 여자대학생의 건강관련체력,  
대사증후군 위험요인 및 렙틴에 미치는 영향

지도교수 김 영 표

김 지 운

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

2017년 8월

김지운의 교육학 석사학위논문을 인준함

심사위원장           주 제 권           (인)  
위      원           김 미 예           (인)  
위      원           김 영 표           (인)

제주대학교 교육대학원 체육교육전공

2017년 8월

<국문초록>

## 순환운동이 비만 여자대학생의 건강관련체력, 대사증후군 위험요인 및 렙틴에 미치는 영향

김 지 운

제주대학교 교육대학원 체육교육전공

지도교수 김 영 표

본 연구의 목적은 비만 여자대학생을 대상으로 12주간 순환운동 프로그램을 실시하여 건강관련체력, 대사증후군 위험요인 및 렙틴에 미치는 영향을 규명하는데 있다. 총 20명의 실험 대상을 각각 10명씩 통제집단, 운동집단으로 무선배정 하였다. 순환운동 프로그램은 12주간 주 3회 60분간의 운동을 실시하였으며, 통제집단은 일상생활에 임하도록 하였다. 프로그램 참여 전과 후 총 2회 건강관련체력, 대사증후군 위험요인 및 렙틴을 측정하였으며, SASW ver. 18.0을 이용하여 집단의 측정항목에 대한 평균 및 표준편차를 산출하였다. 집단과 측정시기에 따른 차이검증은 이원반복변량분석, 유의한 차이에 대한 집단 내 전·후 차이 검증은 대응표본 t검증, 집단 간 차이검증은 독립표본 t검증을 실시하였다. 모든 가설의 검증을 위한 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다. 본 연구결과, 신체구성은 12주후 통제집단 내에서 체지방량, 체지방률이 유의하게 증가하였으며, 운동집단 내에서는 체중, 체지방량, 체지방률, BMI가 유의하게 감소하였다. 건강관련체력은 근지구력, 유연성, 심폐지구력이 12주후에 집단 간에 유의한 차이가 나타났으며, 통제집단 내에서 심폐지구력이 유의하게 저하되었으나, 운동집단 내에서는 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력 모두 유의하게 향상되었다. 대사증후군 위험요인은 12주후 허리둘레, TG, TC가 운동집단 내에서 유의하게 감소하였으며, 혈압, 혈당, LDL-C는 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 감소하는 경향을 보였다. 렙틴은 12주후 운동집단 내에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 보면 12주간의 순환운동이 비만 여자대학생에게 건강관련체력, 대사증후군 위험요인, 렙틴에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 추후에 대사증후군의 수준이 높은 비만여성을 대상으로 한다면 보다 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

※ 본 논문은 2017년 8월 제주대학교 교육대학원 위원회에 제출된 교육학 석사학위 논문임.

# 목 차

I. 서 론 .....	1
1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구의 목적 .....	4
3. 연구의 가설 .....	4
4. 연구의 제한점 .....	5
5. 용어의 정리 .....	5
II. 이론적 배경 .....	6
1. 비만과 운동 .....	6
2. 대사증후군 .....	7
1) 비만과 대사증후군 .....	8
2) 대사증후군과 운동 .....	9
3. 렙틴 .....	10
1) 비만과 렙틴 .....	11
2) 렙틴과 운동 .....	12
III. 연구 방법 .....	13
1. 연구 대상 .....	13
2. 실험 설계 .....	13
3. 측정항목 및 방법 .....	14
4. 운동방법 .....	17
5. 자료처리 .....	18

IV. 연구 결과 .....	19
1. 신체구성의 변화 .....	19
1) 체중 .....	19
2) 체지방량 .....	21
3) 체지방량 .....	22
4) 체지방률 .....	24
5) 체질량지수 .....	25
2. 건강관련체력의 변화 .....	27
1) 좌약력 .....	27
2) 우약력 .....	28
3) 배근력 .....	30
4) 근지구력 .....	31
5) 유연성 .....	33
6) 심폐지구력 .....	34
3. 대사증후군 위험요인의 변화 .....	36
1) 허리둘레 .....	36
2) 혈당 .....	37
3) 수축기 혈압 .....	39
4) 이완기 혈압 .....	40
5) 중성지방 .....	42
6) 고밀도지단백콜레스테롤 .....	43
7) 저밀도지단백콜레스테롤 .....	45
8) 총 콜레스테롤 .....	46
4. 렘틴의 변화 .....	48
1) 렘틴 .....	48
V. 논 의 .....	50
VI. 결 론 .....	64
참고문헌 .....	65

## < List of Tables >

<Table 1> Diagnostic criteria for metabolic syndrome .....	8
<Table 2> Physical characteristics of the subjects .....	13
<Table 3> Circuit training program .....	18
<Table 4> The results of two-way repeated ANOVA for Body Weight after 12weeks .....	19
<Table 5> Comparison of Body Weight after 12weeks .....	20
<Table 6> The results of two-way repeated ANOVA for Lean Body Mass after 12weeks .....	21
<Table 7> Comparison of Lean Body Mass after 12weeks .....	21
<Table 8> The results of two-way repeated ANOVA for Body Fat Mass after 12weeks .....	22
<Table 9> Comparison of Body Fat Mass after 12weeks .....	23
<Table 10> The results of two-way repeated ANOVA for Percent Body Fat after 12weeks .....	24
<Table 11> Comparison of Percent Body Fat after 12weeks .....	24
<Table 12> The results of two-way repeated ANOVA for Body Mass Index after 12weeks .....	25
<Table 13> Comparison of Body Mass Index after 12weeks .....	26
<Table 14> The results of two-way repeated ANOVA for Left Grip Strength after 12weeks .....	27
<Table 15> Comparison of Left Grip Strength after 12weeks .....	27
<Table 16> The results of two-way repeated ANOVA for Right Grip Strength after 12weeks .....	28
<Table 17> Comparison of Right Grip Strength after 12weeks .....	29
<Table 18> The results of two-way repeated ANOVA for Back Strength after 12weeks .....	30

<Table 19> Comparison of Back Strength after 12weeks .....	30
<Table 20> The results of two-way repeated ANOVA for Muscle Endurance after 12weeks .....	31
<Table 21> Comparison of Musle Endurance after 12weeks .....	32
<Table 22> The results of two-way repeated ANOVA for Flexibility after 12weeks .....	33
<Table 23> Comparison of Flexibility after 12weeks .....	33
<Table 24> The results of two-way repeated ANOVA for Cardiovascular Endurance after 12weeks .....	34
<Table 25> Comparison of Cardiovascular Endurance after 12weeks .....	35
<Table 26> The results of two-way repeated ANOVA for Waist Circumference after 12weeks .....	36
<Table 27> Comparison of Waist Circumference after 12weeks .....	36
<Table 28> The results of two-way repeated ANOVA for Blood Glucose after 12weeks .....	37
<Table 29> Comparison of Blood Glucose after 12weeks .....	38
<Table 30> The results of two-way repeated ANOVA for Systolic Blood Pressure after 12weeks .....	39
<Table 31> Comparison of Systolic Blood Pressure after 12weeks .....	39
<Table 32> The results of two-way repeated ANOVA for Diastolic Blood Pressure after 12weeks .....	40
<Table 33> Comparison of Diastolic Blood Pressure after 12weeks .....	41
<Table 34> The results of two-way repeated ANOVA for TG after 12weeks .....	42
<Table 35> Comparison of TG after 12weeks .....	42
<Table 36> The results of two-way repeated ANOVA for HDL-C after 12weeks .....	43
<Table 37> Comparison of HDL-C after 12weeks .....	44

<Table 38> The results of two-way repeated ANOVA for LDL-C after 12weeks .....	45
<Table 39> Comparison of LDL-C after 12weeks .....	45
<Table 40> The results of two-way repeated ANOVA for TC after 12weeks .....	46
<Table 41> Comparison of TC after 12weeks .....	47
<Table 42> The results of two-way repeated ANOVA for Leptin after 12weeks .....	48
<Table 43> Comparison of Leptin after 12weeks .....	48

## < List of figure >

<figure 1> Experimental design .....	14
<figure 2> Comparison of Body Weight after 12 weeks .....	20
<figure 3> Comparison of Lean Body Mass after 12 weeks .....	22
<figure 4> Comparison of Body Fat Mass after 12 weeks .....	23
<figure 5> Comparison of Percent Body Fat after 12 weeks .....	25
<figure 6> Comparison of Body Mass Index after 12 weeks .....	26
<figure 7> Comparison of Left Grip Strength after 12 weeks .....	28
<figure 8> Comparison of Right Grip Strength after 12 weeks .....	29
<figure 9> Comparison of Back Strength after 12 weeks .....	31
<figure 10> Comparison of Muscle Endurance after 12 weeks .....	32
<figure 11> Comparison of Flexibility after 12 weeks .....	34
<figure 12> Comparison of Cardiovascular Endurance after 12 weeks .....	35
<figure 13> Comparison of Waist Circumference after 12 weeks .....	37
<figure 14> Comparison of Blood Glucose after 12 weeks .....	38
<figure 15> Comparison of Systolic Blood Pressure after 12 weeks .....	40
<figure 16> Comparison of Diatolic Blood Pressure after 12 weeks .....	41
<figure 17> Comparison of TG after 12 weeks .....	43
<figure 18> Comparison of HDL-C after 12 weeks .....	44
<figure 19> Comparison of LDL-C after 12 weeks .....	46
<figure 20> Comparison of TC after 12 weeks .....	47
<figure 21> Comparison of Leptin after 12 weeks .....	49

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

현대사회는 산업기술 발달과 시간적 여유로 우리의 생활을 보다 편리하게 만들었지만 이로 인해 운동량 부족, 신체활동의 감소, 체력 저하, 영양의 과다섭취 등으로 비만 유병률이 증가하고 있다.

세계보건기구(WHO)는 2014년도에 전 세계 성인인구 중에 약 19억 이상이 과체중에 속하며 약 6억 이상이 비만이라고 하였다. 이는 18세 이상 성인 13%가 비만(남성 11%, 여성 15%)인 것으로 1980년에 비해 약 2배 이상 증가한 것으로 보고하였다(WHO, 2016). 국내의 경우 국민건강영양조사에 따르면 체질량 지수(kg/m<sup>2</sup>) 25이상인 성인 인구가 2005년도부터 2013년도까지 비만 유병률은 31%~32% 사이에서 변동하고 있었으나, 최근 2015년도에는 비만 유병률이 33.2%로 증가하였다(보건복지부, 2016). 또한, 시·군·구 단위 지역 분포의 비만을 중앙값도 12년 24.1%, 14년 25.3%로, 16년 27.9%로 지속적으로 증가하고 있는 추세이다(보건복지부, 2017). 이처럼 비만은 더 이상 서구사회의 문제만이 아닌 우리나라를 포함한 아시아 국가까지 가지고 있는 심각한 보건문제 중 하나이다(대한비만학회, 2010).

비만이란 몸에 체지방이 비정상적으로 과도하게 축적된 것을 의미하며(대한비만학회, 2010), 고지혈증, 고혈압, 대사증후군, 제2형 당뇨병, 심혈관 질환 그리고 여러 암 등이 걸릴 위험을 높인다. 비만 여성은 정상체중의 여성에 비해 제 2형 당뇨병에 걸릴 위험이 60배나 높은 것으로 알려져 있으며(Narayanaswami & Dwoskin, 2016), 사망률까지도 높이는 만성질환이다(Zhang et al., 2014). 이에 비만의 예방과 관리에 대한 중요성이 부각되고 있다.

비만은 성별, 나이에 상관없이 악영향을 미치지만 특히 여성은 남성에 비해 외적인 모습으로 판단되는 경우가 많으며 외모, 체형, 체중이 여성의 아름다움을 판단하는 기준이 되고 있어(권영숙 2008), 신체적인 문제뿐만 아니라 스트레스, 우울증, 열등감 등과 같은 심리적인 문제에도 심각하게 노출되고 있는 실정이다(대한비만학회,

2008). 규칙적인 신체활동은 비만을 조절할 수 있으며 대사성 질환을 예방하는데도 매우 효과적이지만(대한비만학회, 2012), 여대생은 건강상의 문제보다 외모상의 이유로 체중조절을 하고 있으며(Kim et al., 2010), 규칙적인 운동보다 단기간의 노력으로 체중을 감량할 수 있는 일회성의 방법을 선호하고 있다(Lee et al., 2002). 이렇듯 여자 대학생은 외모와 체중에 대한 관심이 높아지면서 다이어트에 대한 올바른 지식 없이 단순히 체중만을 감량시키려고 잘못된 방법으로 다이어트를 시도함으로써 여러 가지 건강상의 문제를 야기하고 있다(김혜경, 김진희, 정현경, 2012). 그러므로 여자 대학생에게 자신의 신체에 대한 긍정적인 태도와 올바른 운동 및 식습관 등으로 잘못된 다이어트의 개념을 바로잡아주는 것은 매우 중요한 일이라 할 수 있다(이주영, 김주덕, 2011). 또한 여자대학생은 미래의 어머니로서 임신과 출산까지 고려했을 때 임신 전 모체의 건강과 영양상태가 태아에게 직접적으로 영향을 미치기 때문에 자신 뿐만 아니라 다음 세대의 건강을 위해서도 매우 중요한 문제라 할 수 있다(전영선, 안홍석, 2006).

비만은 인슐린 기능의 저하 및 여러 심혈관 질환 등의 대사증후군의 발생과 높은 상관관계를 가지고 있다(Reaven, 2004). 또한 비만은 복부 및 내장 지방조직에서 대사증후군을 일으키며 장기간 동안 방치 할 경우 여러 합병증의 위험성이 발생하게 된다(Matsuda, M. & Shimomura, I., 2013). 김동일 등(2012)의 연구에 의하면, 비만도가 높은 집단이 낮은 집단 보다 대사증후군 위험요인이 높게 나타난 것으로 보고하였다. 이러한 대사증후군(metabolic syndrome)은 심혈관질환, 당뇨병, 뇌졸중 발병 관련 위험인자의 집합체로 정의된다(ACSM, 2014).

미국 스포츠의학회는(American College Of Sports Medicine)는 비만과 대사증후군의 예방과 치료를 위하여 유산소와 저항성 및 유연성을 포함한 복합적인 운동 프로그램을 권장하고 있다(ACSM, 2014). 선행연구들은 비만 및 대사증후군의 예방과 개선에 규칙적인 운동이 효과적이라고 보고하였다(김찬희, 순아름, 2016; 이승찬, 허문영, 노승덕, 2017).

순환운동에 관한 선행연구 결과를 보면 하성, 서동열(2011)은 비만 중년여성을 대상으로 12주간의 순환운동을 통해 신체구성에서 체중, BMI, 체지방률이 유의하게 감소하였으며, 대사증후군 위험인자에서 허리둘레, 수축기혈압, 이완기혈압, TC, TG, LDL-C는 유의하게 감소, HDL-C는 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 또한 서재

근(2013)은 비만 중년여성을 대상으로 12주간 순환운동을 실시한 결과 체중, 체지방률, BMI가 유의하게 감소, 골격근량이 유의하게 증가하였다고 보고하였으며, 백창식 등(2015)은 10주간 서킷 웨이트 트레이닝을 실시한 결과 체지방량, 체지방률, BMI가 유의하게 감소한 것으로 나타났으며, 심폐지구력, 근력, 유연성은 유의하게 증가한 것으로 나타났다.

렙틴은 비만 유전자(ob gene)의 발현에 의해 지방조직세포에서 생성이 되는 단백질 호르몬으로 렙틴의 수용체가 시상하부에서 작용하여 에너지 소비량 증가, 음식물 섭취를 감소시켜 체지방량을 조절하는 역할을 한다(Yoshimatsu et al., 1996). 이러한 렙틴은 체내의 지방량과 정적 상관관계를 나타내며 비만자의 경우 혈중 렙틴 농도가 정상 체중자에 비해 높게 나타나게 된다(Considine, 1997). 비만자는 렙틴의 수치가 높아져도 렙틴 저항성에 의해서 렙틴이 제대로 된 기능을 하지 못하는 것으로 알려져 있으며(Matsubara et al., 2002), 체지방 증가에 따른 렙틴 저항성의 발생은 대사증후군 위험요인과도 양의 상관관계가 있는 것으로 보고하였다(최혜진, 2008).

렙틴의 농도 증가로 인한 렙틴 저항성은 유산소 및 저항성 운동을 포함한 여러 운동형태를 통하여 개선된다는 보고(김선호 등, 2001; Hickey et al., 1997)가 있으며, 유산소 운동(김수남 등, 2008; 김영준 등, 2004), 저항성 운동(강대관, 2004), 복합운동(김동희 등, 2010), 순환운동(변재철, 2013) 등 다양한 운동형태로 렙틴의 수치가 유의하게 감소되었다고 보고하였다.

비만은 대사증후군과 렙틴에 많은 상관성을 지니고 있으며 운동을 통해 개선할 수 있어 규칙적인 운동이 비만, 대사증후군 및 렙틴과 관련하여 매우 중요하다는 것을 알 수 있다. 대사증후군 위험요인과 렙틴에 관한 연구는 많이 진행 되었지만 그 대상이 주로 비만 중년여성을 대상으로 이루어져 비만 여자대학생을 대상으로 한 연구는 미비한 실정이다. 또한, 대학생의 올바른 건강습관 형성은 매우 중요할 뿐만 아니라 성인 초기로 건강행동을 수정할 수 있는 가능성이 매우 크다. 따라서 본 연구는 비만 여자대학생을 대상으로 순환운동이 건강관련체력, 대사증후군 위험요인 및 렙틴에 미치는 영향을 규명하고 비만 여자대학생들을 위한 효과적인 운동프로그램을 제시하는데 목적이 있다.

## 2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 J도 소재 대학교의 재학 중인 체지방률이 30%이상인 여자 대학생을 대상으로 운동집단과 통제집단으로 나누어 12주간 순환운동을 실시하여 건강관련체력, 대사증후군 위험요인 및 랩틴에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하고 비만 여자대학생들을 위한 효과적인 운동프로그램을 제시하고자 한다.

## 3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 규명하기 위하여 다음과 같은 가설을 설정하였다.

- 1) 12주간의 순환운동이 비만여자대학생의 운동 전·후 건강관련체력(신체구성, 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력)에 유의한 차이가 있을 것이다.
- 2) 12주간의 순환운동이 비만 여자대학생들의 운동 전·후 대사증후군 위험요인에 유의한 차이가 있을 것이다.
  - 2-1) 순환운동 전·후 허리둘레는 유의한 차이가 있을 것이다.
  - 2-2) 순환운동 전·후 혈압의 유의한 차이가 있을 것이다.
  - 2-3) 순환운동 전·후 혈당의 유의한 차이가 있을 것이다.
  - 2-4) 순환운동 전·후 중성지방에 유의한 차이가 있을 것이다.
  - 2-5) 순환운동 전·후 HDL-C에 유의한 차이가 있을 것이다.
  - 2-6) 순환운동 전·후 LDL-C에 유의한 차이가 있을 것이다.
  - 2-7) 순환운동 전·후 TC에 유의한 차이가 있을 것이다.
- 3) 12주간의 순환운동이 비만 여자대학생들의 운동 전·후 랩틴의 농도에 유의한 차이가 있을 것이다.

#### 4. 연구의 제한점

본 연구를 수행하는데 있어서 몇 가지의 연구의 한계가 수반되어진다.

- 1) 본 연구의 대상은 J도 소재 대학교의 재학 중인 여성으로 제한하였다.
- 2) 본 연구의 대상자들의 환경적, 심리적, 생리적 특성을 완전히 통제하지는 못 하였다.
- 3) 본 연구의 대상자들의 운동 프로그램 이외의 일상생활과 영양섭취를 동일하게 통제하지 못 하였다.

#### 5. 용어의 정리

##### 1) 순환운동(Circuit training)

종합적인 체력 단련법으로 근력강화, 호흡 및 순환 기능의 점진적인 발달을 목적으로 하는 운동이다. 여러 가지의 유산소와 저항성 운동으로 조합하여 하나의 세트로 구성하며, 한 세트의 운동을 마친 후 다시 처음으로 돌아간 뒤 두 번째의 세트를 진행하는 방식으로 순환한다.

##### 2) 대사증후군(Metabolic Syndrome)

고혈당, 고지혈증, 죽상경화증, 고혈압, 비만 등의 여러 질환이 한 개인에게서 한꺼번에 나타나는 임상적 용어로서, 허리둘레(남자 90cm 이상, 여자 85cm 이상), 중성지방(150mg/dl), HDL-C(남자 40mg/dl, 여자 50mg/dl 미만), 혈압(수축기 130mmHg, 이완기 85mmHg 이상), 공복혈당(100mg/dl 이상) 중 3가지 이상에 해당되면 대사증후군이라 정의하고 있다.

## Ⅱ. 이론적 배경

### 1. 비만과 운동

일반적으로 비만은 체질량지수(BMI), 체지방률(%Body fat) 그리고 허리둘레(Waist Circumference)를 이용하여 진단할 수 있다. 그 중 체질량지수(BMI)는 세계적으로 통용되는 비만의 진단기준이며, 체지방률과 상관관계가 높아 가장 널리 사용되는 방법이다(대한비만학회, 2012). 체질량지수는 성별, 인종, 체형 등에 영향을 받기 때문에 우리나라의 경우 세계보건기구(WHO)에서 제시한 아시아-태평양 비만 기준을 적용하여 체질량지수  $23\sim 24\text{kg/m}^2$ 를 과체중으로 그리고  $25\text{kg/m}^2$  이상을 비만으로 진단하고 있다(WHO, 2000). 두 번째로 비만을 진단하는데 있어서 총 체중에 체지방이 차지하는 비율을 나타내는 체지방률 또한 널리 이용되고 있다(Hakkinen et al., 2000). 대체로 체지방률의 비만 기준은 남자 25%, 여자 30% 이상일 때 비만인 것으로 분류한다(대한비만학회, 2008). 마지막으로 허리둘레의 경우 측정이 간단하면서도 내장지방량과 연관성이 높아 심혈관 질환 및 동맥경화증 등을 포함한 만성질환의 지표인 복부비만을 진단할 수 있는 것으로 보고되고 있다(Czernichow et al., 2005). 허리둘레의 진단 기준은 2006년도까지는 세계보건기구아시아-태평양지역의 복부비만 진단 기준치인 남자 90cm이상, 여자 80cm이상으로 사용하였다(WHO, 2000). 그러나 국내의 여러 연구결과들을 근거로 2006년 대한비만학회에서 여자의 복부비만을 허리둘레 85cm 이상으로 정하여 진단하고 있다(이상엽 등, 2006).

비만의 치료 방법으로 운동요법, 식이요법, 행동수정요법, 약물요법, 수술요법 등이 있다(대한비만학회, 2012). 이 중 운동요법은 축적된 지방을 감소시킬 뿐만 아니라 체지방률, 심폐체력을 증진시켜 심혈관 질환 및 만성질환의 위험을 감소시키는 경제적인 방법으로 널리 활용되고 있다(Dengel et al., 1994).

ACSM은 비만 관리를 위하여 저항운동과 유산소 운동을 포함하는 복합형태인 운동으로 주 5일 이상 30분~60분으로 운동 강도를 초기에는 여유심박수의 40~60%로 하고 점차 60%~70% 이상의 고강도로 증가시키라고 권고하였다(ACSM, 2014). 체중

조절을 위해 일반적으로 유산소 운동형태가 널리 권장되고 있으나(Haluzik et al., 1999), 비만인의 경우 운동수행능력이 낮아 초기에는 권장량을 채우기 힘들 수 있으므로 최소 10분씩 간헐적으로 운동시간을 채우는 것도 규칙적으로 운동할 수 있는 방법 중 하나이다(Jakicic et al., 1999).

이에 운동을 통한 선행연구를 살펴보면, 비만중년여성 28명을 대상으로 12주간 중강도 걷기운동을 실시한 결과 체중, 체지방률이 유의하게 감소하였으며, 건강관련체력에서 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력에서 유의한 차이가 나타나 비만 및 건강관련체력 향상에 도움을 주는 것으로 보고하였다(원영두, 조완주, 문현화, 2009).

순환운동을 통한 선행연구를 살펴보면, 여성 78명을 대상으로 6집단으로 나누어 12주간 순환운동프로그램에 참여한 결과 과체중인 운동집단의 경우 체중, 체지방률, 체지방량에서 유의하게 감소하였으며, 비만인 운동집단에서도 체중, 체지방률, 체지방량이 유의하게 감소하였고 체지방률이 유의하게 증가한 것으로 나타났다(Bocalini et al., 2012). 체지방률이 30%이상인 비만여자대학생 10명을 대상으로 8주간 순환운동프로그램에 참여한 결과 비만과 관련하여 체중, 체지방률, 체질량지수, 체지방률이 모두 유의하게 감소하였으며, 건강관련체력에서 근력, 근지구력, 좌전굴, 심폐지구력 모두 유의하게 증가한 것으로 나타났다(박찬호 등, 2008).

## 2. 대사증후군

1988년 Reaven은 대사증후군을 인슐린저항성, 고인슐린혈증, 포도당 과민증, 낮은 HDL, 고혈압 등이 모여 심혈관 질환 및 제 2형 당뇨병의 발병 위험을 증가시키는 것과 관련하여 'Syndrome X'라 정의하였다(Reaven, 1988). 이후 인슐린저항성 증후군 등 다양한 이름으로 불리어지다 1998년 세계보건기구(WHO)에 의해 하나의 증후군으로 규정되었으며, 이를 관리하고자 각각의 명칭들을 통합하여 대사증후군(Metabolic Syndrome)이라 명명하였다(Alberti & Zmzet, 1998).

1998년 세계보건기구(WHO)는 대사증후군 진단 기준을 인슐린저항성을 반드시 포함하고 추가로 2가지 이상의 다른 위험요인이 있어야 한다고 발표하였다. 이러한 세계보건기구(WHO)의 대사증후군 진단기준은 최초의 진단기준이라는 측면에는 의미

가 있었지만, 임상에서 측정하기 어려운 인슐린저항성을 대사증후군의 진단기준으로 제시하여 주로 연구의 목적으로 사용되었다(이형우, 2006). 실제로 대사증후군의 진단기준을 적용하는데 어려움이 있어, 2001년 National Cholesterol Education Program (NCEP)의 Adult Treatment Panel III (ATPⅢ) 보고에서 복부비만, 고중성지방혈증, HDL 콜레스테롤혈증, 고혈압, 고혈당증의 5가지 중 3가지 이상에 해당되면 대사증후군으로 분류하였고(NCEP ATP III, 2001), 국제당뇨연맹(International Diabetes Federation, IDF)에서는 5가지 중 복부비만을 포함한 나머지 4가지 중 2가지 이상이 해당되는 경우를 대사증후군이라 하였다(IDF, 2005). 동양인은 서양인에 비해 같은 체질량지수라도 복부비만이 보다 심한 것으로 알려져 있기 때문에 대한비만학회에서 한국인의 복부비만 기준으로 적당한 허리둘레를 남자 90cm이상, 여자 85cm이상으로 제시하였다(Lee et al., 2007). 우리나라의 대사증후군 진단 기준은 다음 <Table 1>과 같다.

**Table 1. Diagnostic criteria for metabolic syndrome**

요인	진단 기준
허리둘레	남자 90cm 이상, 여자 85cm 이상
중성지방	150mg/dl 이상
HDL-C	남자 40mg/dl, 여자 50mg/dl 미만
혈압	130/85mmHg 이상
공복혈당	100mg/dl 이상

### 1) 비만과 대사증후군

비만은 지방이 과도하게 축적되어 있는 상태로 체내저장 분포형태에 따라 ‘피하지방형 비만’과 ‘내장지방형 비만’으로 나뉜다. 피하지방형 비만은 피하에 체지방이 주로 축적된 경우이고, 내장지방형 비만은 복부지방의 축적이 대부분 내부 장기에 분포된 경우이다. 일반적으로 아시아인은 서양인에 비해 전체적인 체지방과 체질량지수가 상대적으로 낮음에도 불구하고 체지방의 축적이 주로 복부내부의 장기에 분포되어 복부 비만 발병률이 높은 실정이다(Zhou et al., 2002). 이렇게 복부 주위로 과

도하게 축적된 체지방은 제2형 당뇨병, 고혈압, 대사증후군, 이상지질혈증과 밀접한 관계가 있다(Roger et al., 2012).

특히 복부 주위로 축적된 복부비만은 내장지방에서 유리된 유리지방산이 간 문맥을 타고 간으로 유입되어 인슐린 작용을 손상시키고 인슐린 배출을 감소시킨다(Terry et al., 1991). 이로 인해 포도당이 간 또는 근육에서 충분한 일을 하지 못해 포도당이 쌓이게 된다. 과도하게 많아진 포도당을 저장시키기 위하여 지속적으로 인슐린을 분비하게 되며, 나중에는 인슐린에 대한 저항성이 생겨 당뇨병, 고지혈증, 고혈압, 심혈관질환 등을 유발하게 된다(김미경, 박정현, 2012). Wilson(1999)은 복부비만으로 인해 고인슐린혈증을 유발하여 인슐린저항성을 촉진시키고, 지단백 리파제의 활성을 감소시켜 낮은 HDL-C와 높은 TG 농도를 특징으로 하는 이상지질혈증을 유발하며, 고인슐린혈증은 중추신경계의 활성 증가와 심장뿐만 아니라 혈관과 신장까지에도 복합적으로 영향을 미쳐 내당능 장애, 고혈압, 제2형 당뇨병 등을 유발시킨다고 보고하였다.

선행연구들을 살펴보면 박혜순 등(2003)은 비만 인구 중 약 50%가 대사증후군을 가지고 있으며, 비만자인 경우 정상체중인 사람에 비해 대사증후군에 걸릴 위험이 약 5배 더 증가하는 것으로 나타났다. 김규남, 주남석(2009)은 체지방량과 대사증후군과의 관계에서 30대부터 60대까지 연령에서 성별에 관계없이 체지방률이 높은 경우에 체지방률이 정상인 사람보다 대사증후군을 발생시킬 가능성이 5배~9배 정도 높게 나타났다고 보고하였으며, 전용관 등(2009)의 보고에서는 비만도에 따라 만성질환 위험요인을 분석한 결과 비만도가 증가할수록 비만도가 낮은 사람에 비해 비만도가 높은 사람이 대사증후군의 발병률이 남성에게 7.07배, 여성에게 15.47배 이상 증가한 것으로 나타났다.

## 2) 대사증후군과 운동

대사증후군의 원인으로 먼저 낮은 신체활동을 들 수 있어 대사증후군을 예방하는데 신체활동이 중요하다(Devaraj et al., 2011). 규칙적인 운동은 혈압 및 내장지방을 감소시키므로 대사증후군의 예방을 위해 규칙적인 운동을 하는 것은 매우 중요하다(Roth et al, 2002). 또한 운동은 인슐린 민감도의 향상뿐만 아니라 혈중지질 및 허리

둘레 개선에도 효과적이다(Yoo et al., 2013).

미국스포츠의학회(ACSM)에서는 대사증후군은 비만이 가장 큰 원인이기 때문에 비만 치료지침을 기본으로 운동강도를 최대산소섭취량의 60%이상의 중강도, HRR의 50~75%로 설정하여 심폐기능을 개선시키고, 칼로리 소비량을 극대화하기 위해 주 5일 이상 하도록 권고하였다(American College of Sports Medicine, 2006). 하지만 대다수의 대사증후군 환자의 경우 비만이며 운동능력이 낮을 수 있기 때문에 초기의 운동강도를 낮게 시작해야 한다(ACSM, 2014).

여러 운동형태의 연구결과 대사증후군은 유산소 운동(허선, 2013), 저항성 운동(전병환, 2012), 복합운동(하창호, 하성, 소위영, 2012)에서 개선시키는 효과가 나타났다. 순환운동을 통하여 대사증후군을 관리한 선행연구를 살펴보면, 폐경 여성을 대상으로 한 16주간의 복합 순환운동 프로그램의 참여로 체중, 체지방률, BMI 등의 비만지표에 개선을 보였으며, 대사증후군 위험요인 수, 복부 비만도에서 개선하는 결과를 보였으며(전박근 등, 2009), 정성림(2009)의 연구에서는 비만 중년여성을 대상으로 12주간의 순환운동프로그램 참여 후 허리둘레와 수축기 혈압, HDL-C가 개선되는 결과를 보였다. 김상훈(2009)의 연구에서는 노인 비만여성을 대상으로 12주간의 순환운동 프로그램의 참여로 체중, 체질량 지수, 복부비만, 혈압, 중성지방, 고밀도 지단백, 혈당이 유의한 개선이 되었다고 보고하였다.

### 3. 렙틴

렙틴은 체중조절에 작용하는 비만관련 호르몬으로서 Zhang 등(1994)이 비만 유전자를 positional cloning으로 분리하여 에너지 소비 및 섭취를 조절하는 렙틴이 처음으로 밝혀지게 되었다. 비만 유전자 산물인 렙틴은 지방세포조직에서 분비되고, 혈장에 존재하는 단백질로서, 167개의 아미노산으로 이루어져 있다(Ingrid et al., 1998).

렙틴은 시상하부의 식이조절중추에서 주로 작용하며, 이곳에서 렙틴 수용체와 결합하여 신경펩티드 Y(neuropeptide Y)의 생성 또는 분비를 억제시켜 에너지 섭취를 감소 및 에너지 소모를 증가시켜 체지방량을 조절하는 역할을 한다(Hillebrand et al., 2002). 이러한 렙틴은 지방세포조직에서 분비되어 중추신경계에서 시상하부에 작용하

여 에너지 대사와 식이조절에 관여(Watson et al., 1999), 골격근의 발달(Steppan et al., 2000), 체중 조절(Kolaczynski et al., 1996)에 영향을 미치는 호르몬이다. 주로 지방조직에서 발현되는 렙틴은 체지방량이 증가하면 혈중 렙틴의 농도가 증가하여 에너지 섭취를 억제하는 신호를 보낸다(Ahima & Flier, 2000). 따라서 충분한 음식 섭취를 했을 경우 높은 수준의 렙틴 신호가 전달되어 식욕을 억제하는 것이고, 반대로 낮은 수준의 렙틴 신호는 궁핍하다는 반응을 일으키게 된다. 렙틴이 부족하다는 것은 지방이 부족하다는 것을 의미한다(Schwartz et al., 1996). 이러한 렙틴 수용체는 뇌안의 맥락총(choroid plexus), 폐, 시상하부, 간, 골격근, 신장, 심장, 고환, 지방조직 등에서 발견되어지며(Chen et al., 1996), 이 밖에도  $\beta$ 세포, 췌장에도 분포되어 있으며, 이는 유리지방산의 산화를 증가시키고 인슐린에 대한 감수성을 유지시킨다(Cioffio et al., 1996).

## 1) 비만과 렙틴

대체로 렙틴은 지방의 양과 비례하기 때문에 비만자가 정상체중인 사람에 비해 혈중 렙틴의 농도가 높게 나타나며(Ingrid et al., 1998), 이러한 렙틴의 농도는 체내에 저장된 총 지방량과 양의 상관관계를 지니고 있다(Ahima et al., 1996). Maffei 등(1995)도 혈중 렙틴의 농도는 비만도 및 지방조직의 양과 상관관계가 있는 것으로 보고하였으며, 대부분의 선행연구에서 혈중 렙틴농도와 BMI 및 체지방량 사이에는 양의 상관관계가 있다고 보고하였다(Salbe, 1997; Weigle, 1997).

렙틴과 관련하여 동물 실험을 한 연구에서는, 비만 유전자의 돌연변이로 렙틴이 결핍된 비만 쥐에게 비만증, 저대사증, 과식증 등이 나타났으며, 이러한 비만 쥐에게 렙틴을 투여하였더니 식욕감소와 에너지 소모 증가로 체중을 조절할 수 있었다. 하지만 비만자인 경우에는 혈중 렙틴의 농도가 오히려 증가하였다(Fan et al., 1997). 이렇게 비만인 사람은 렙틴의 농도가 증가되어 있어도 에너지 소모의 증가와 식욕감소가 발생하지 않는데 이것은 렙틴의 신호를 인지하는 뇌 조직에서 렙틴 수용체 장애 등 정상적인 렙틴 신호를 인지하지 못하여 지속적인 식욕증진과 에너지 소모를 감소시켜 결국 체중이 증가되며 비만이 유지되거나 증진하게 된다(Landt et al., 1997). 이렇게 렙틴이 정상작용을 하지 못하는 것을 렙틴에 대한 저항성의 결과로 해

석되어 지고 있다(Fan et al., 1997).

## 2) 렙틴과 운동

규칙적인 유산소운동은 혈당을 감소시키고 에너지 소모량을 증가시켜 지질대사와 탄수화물에 영향을 미쳐 혈중 렙틴의 농도를 감소시킬 수 있다(Hickey et al., 1997). 운동은 렙틴과 여러 가지 호르몬의 변화를 가져오는 것으로 알려져 있는데, 운동 강도가 높아질수록 혈중 렙틴의 농도도 증가하는 것으로 나타났다. 또한 렙틴과 운동에 관한 연구에서는 운동과 식이조절의 복합 처치가 체지방을 감소시켰으며, 또한 렙틴의 농도도 감소시켰다(Kowalska et al., 1999).

렙틴과 관련된 여러 가지의 선행연구들을 보면, Gondim 등(2015)은 규칙적인 운동은 과체중과 비만한 사람의 혈중 렙틴의 농도를 감소시킬 수 있다고 보고하였으며, 안의수 등(2006)은 비만 중년 여성을 대상으로 유산소 운동을 한 결과 렙틴의 농도는 유의하게 감소하였으며, 렙틴과 심폐체력의 상관관계에서 역 상관을 나타내었다고 보고하였다.

저항성운동 및 유산소 운동에 의해 혈중 렙틴의 농도를 감소시킬 수 있다고 하였으며(Ko & Choi, 2013; Ordonez et al., 2013), 신윤아, 임강일, 석민화(2005)의 연구에서도 저항성 및 유산소 운동으로 구성된 복합운동프로그램 참여 후에 비만 여성들의 체중, BMI, 체지방률, 렙틴이 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 또 이선익 등(2012)은 체지방률이 30% 이상인 비만 여중생 40명을 대상으로 12주간 복합운동을 처치 후 체중, BMI, 체지방률, 렙틴에 대해 유의하게 감소하였다고 보고하였다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 J도 소재 대학교의 재학 중인 체지방률이 30%이상인 여자 대학생을 선정하였다. 대상자 선정 시 최근 6개월 동안 규칙적인 운동을 실시하지 않고, 신체·정신적 건강상태와 약물복용 상태를 고려하여 20명을 선정하고, 통제집단 10명, 운동집단 10명으로 무선배정 하였다. 본 연구의 대상자에게 연구의 목적, 과정, 운동프로그램, 기대효과를 설명하고 연구 동의서를 작성한 후 진행하였으며, 혈액 채취 등을 위해 J 대학 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인(JJNU-IRB-2017-004-001)을 받은 후 진행하였다. 연구 대상자의 신체적 특성은 <Table 2>와 같다.

**Table 2. Physical characteristics of the subjects**

Item	Age(years)	Height(cm)	Weight(kg)	%fat
Control	24.50±1.72	157.58±3.08	64.24±11.84	35.51±6.88
Exercise	22.90±2.23	158.65±5.17	68.08±10.65	38.98±5.14

#### 2. 실험 설계

본 연구의 실험설계는 사전측정과 사후측정으로 나누어 수행하였다. 사전측정은 건강관련체력, 대사증후군 위험요인, 렙틴을 측정하였으며, 순환운동은 개인에 맞는 강도를 설정하여 12주간 주 3회 1일 60분 운동집단에게 실시하였다. 통제집단은 일상생활을 유지하도록 하였다. 사후측정은 12주 후 사전측정 한 것과 동일한 방법으로 측정하였다. 실험설계는 <Figure 1>과 같다.

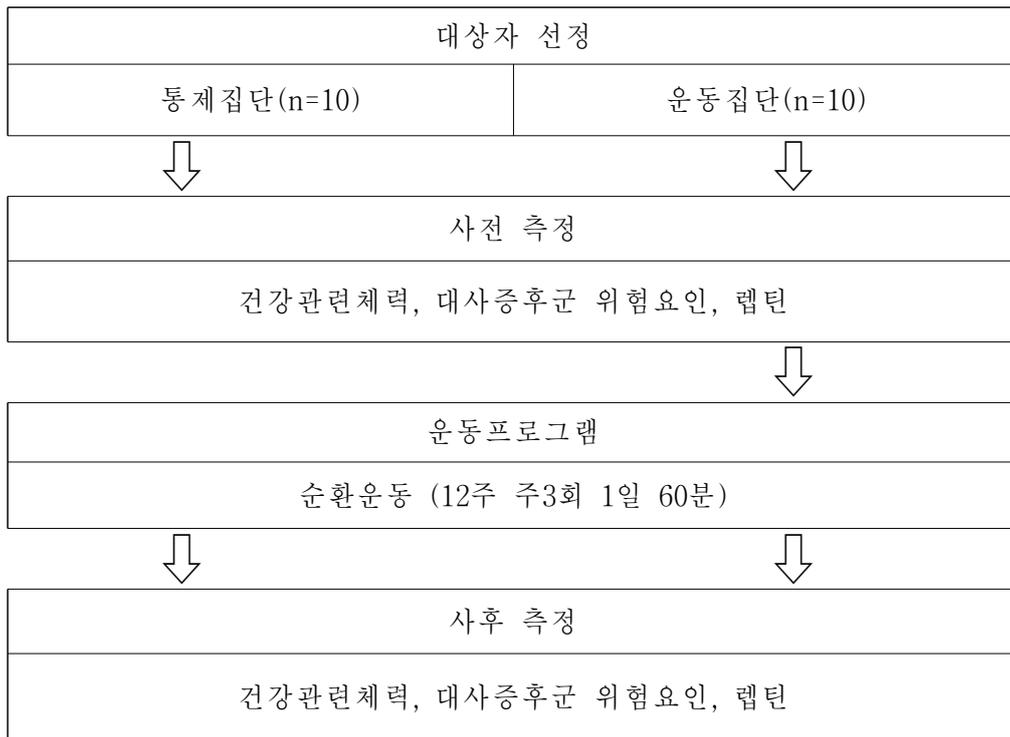


Figure 1. Experimental Design

### 3. 측정항목 및 방법

#### 1) 건강관련체력

##### (1) 신체구성

신장과 체중은 신발을 벗고 최대한 간편한 복장을 착용한 후 자동 측정 장비인 JENIX(동산제닉스, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 체성분은 인피던스법을 이용한 정밀 체성분 분석기인 Inbody720(Biospace Co, Korea)을 이용하여 체지방량(LBM), 체지방량(BFM), 체지방률(%BF), 체질량지수(BMI)를 측정하였다. 측정 전 12시간의 공복상태를 유지하여 장비를 통해 자동으로 측정된 값을 기록하였다.

## (2) 근력(악력, 배근력)

① 악력의 측정은 디지털 악력계(T.K.K. 5401, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정하기 위해 대상자는 양다리를 어깨너비만큼 벌리고 편안한 자세로 선 후 악력계를 엄지를 제외한 손가락 제2관절이 거의 직각이 되도록 폭을 조절하여 잡게 하였다. 팔을 자연스럽게 내려뜨린 상태에서 두 팔이 몸에 닿지 않게 벌린 후 '시작' 신호와 함께 전력을 다하여 악력계를 쥐도록 하였다. 좌·우 각각 2회씩 실시하여 최고치를 0.1kg 단위로 기록하였다.

② 배근력의 측정은 배근력계(T.K.K.5102, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정하기 위해 대상자는 배근력계 발판 위에 서서 양발을 15cm정도 벌리고 서게 하였다. 무릎과 팔을 펴고 상체를 30°정도 앞으로 굽혀서 배근력계의 손잡이를 똑바로 잡게 하였다. 측정자는 대상자의 신장에 맞게 배근력계 줄의 길이를 조정하여 무릎 위 10cm정도에서 당길 수 있도록 하고, '시작' 신호와 함께 기울인 상체를 전력을 다하여 일으키며 3초 정도 손잡이를 잡아당기도록 하였다. 2회 실시하여 최고치를 0.1kg 단위로 기록하였다.

## (3) 근지구력(윗몸일으키기)

근지구력은 윗몸일으키기대(KT2522, Korea)를 이용하여 윗몸일으키기를 측정하였다. 대상자는 측정대에 편안하게 누운 자세로 발목을 고리에 고정하여 무릎을 직각으로 굽히고, 양손을 교차하여 가슴에 올려놓도록 하였다. '시작' 신호와 함께 복근력만을 이용하여 몸을 일으키도록 하고, 올라올 때는 양 팔꿈치가 허벅지에 닿도록 하고 내려갈 때는 양 어깨가 바닥에 닿도록 하였으며, 60초 간 실시하여 수행한 횟수를 기록하였다.

## (4) 유연성(윗몸 앞으로 굽히기)

유연성은 앉아 윗몸 앞으로 굽히기를 좌전굴계(T.K.K.5103, Japan)를 이용하여 측정하였다. 대상자는 맨발로 양다리를 편 채 양발바닥이 측정기구의 수직면에 완전히 닿도록 하여 바른 자세로 앉게 하였으며, 양손을 모아 무릎을 완전히 편 상태로 윗몸을 앞으로 굽혀 양 중지로 측정기를 최대한 앞으로 천천히 뻗도록 밀게 하였다.

손가락 끝이 2초 정도 멈춘 지점을 측정하고, 2회 실시하여 더 멀리 측정된 수치를 0.1cm 단위로 기록하였다.

#### (5) 심폐지구력(1600m 달리기)

심폐지구력은 1600m 달리를 이용하여 측정하였다. 피검자들이 전 구간을 걸쳐 자신의 능력을 최대한 발휘할 수 있도록 페이스 조절에 유념할 것을 측정 전에 주지시킨 뒤 출발선에 스탠딩 스타트 자세로 준비하고 출발 신호에 따라 1600m를 달린 후 결승선에 들어오는 것을 0.1초단위로 기록하였다.

### 2) 대사증후군 위험요인 및 렙틴

#### (1) 혈압

혈압은 최소 3분간 안정을 취한 상태에서 자동혈압측정기(OMRON HEM-770A, Japan)를 이용하였으며, 모든 대상자는 혈압 측정 4시간 전부터 격렬한 운동 및 카페인 섭취, 약물을 금지하고 앉은 자세에서 최소 10분 이상 휴식을 취하도록 한 후 우측 상완동맥에 고정시켜 안정 시 수축기 혈압(Systolic Blood Pressure, SBP)과 이완기 혈압(Diastolic Blood Pressure, DBP)을 5분 간격으로 2번 측정하여 그 평균을 산출 하였다.

#### (2) 허리둘레

허리둘레(Waist Circumference, WC)는 장골 능선과 12번 갈비뼈 사이 중간지점 경계선 사이의 가장 얇은 둘레를 팔을 편안히 내리고 정상호기에 측정하였으며, 0.1cm 단위로 기록하였다.

#### (3) 혈액검사

채혈은 12시간 공복 후 안정된 상태에서 운동프로그램 시작 전과 12주 후에 채혈 하였다. 의료자격을 갖춘 숙련된 간호사로부터 약 5ml를 상완정맥에서 혈액을 채혈 하였으며, 채혈한 혈액은 10분간 원심 분리한 후 혈장 성분만을 추출하여 -80°C에 보관한 뒤 분석 기관에 의뢰하였다. 공복 혈당(Fasting Glucose, FG)은 Modular analytics 측정기기로 Enzymatic Kinetic Assay(Hexokinase) 검사방법으로 분석하였

다. 중성지방(Triglyceride, TG), 고밀도지단백콜레스테롤(High Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C), 저밀도지단백콜레스테롤(Low Density Lipoprotein, LDL-C), 총 콜레스테롤(Total Cholesterol, TC)의 농도는 Modular analytics 측정기기로 Enzymatic Colorimetric Assay 검사방법으로 분석하였다. 렙틴(Leptin)은 r-counter 측정기기를 이용하여 RIA 검사방법으로 분석하였다.

#### 4. 운동방법

##### 1) 운동형태

5가지의 근력운동(팔굽혀펴기, 스쿼트, 크런치, 런지, 슈퍼맨운동) 및 5가지의 유산소(점프하며 털기, 제자리 달리기, 제자리 걷기, 스텝, 팔·다리 벌려 뛰기) 운동으로 구성된 순환운동을 실시하였으며, 통제집단은 평소대로 일상적인 생활에 임하도록 하였다.

##### 2) 운동강도

Gellish(2007)의  $206.9 - (0.67 \times \text{Age})$  공식을 이용하여 최대심박수를 구하였으며, 본 연구의 운동 강도는 1-8주는 최대심박수  $\times$  50~60%, 9-12주는 최대심박수  $\times$  60~70%로 설정하였다.

##### 3) 운동시간, 운동빈도, 운동기간

운동 시간은 1~12주는 준비운동 10분, 본 운동 40분, 정리운동 10분으로 총 60분으로 실시하였다. 각 운동은 30초간 하였으며, 운동과 운동사이의 휴식은 20초로 하였고, 세트간의 휴식은 3분으로 하였다. 운동 빈도는 주 3회로 총 12주간 실시하였다.

##### 4) 운동프로그램

본 연구는 J도 소재 대학교의 비만 여자대학생을 대상으로 실시하였으며, 실험에 적용하는 운동프로그램은 선행연구(주선영, 2013)의 프로그램을 수정·보안하여 실시하였다. 총 세트는 3세트로 구성되었으며 운동프로그램은 <Table 3>과 같다.

Table 3. Circuit training program

순서	주	시간	내용	강도	휴식
준비운동	1~12주	10분	체조 및 스트레칭		
본 운동	1~12주	40분	1. 점프하며 털기 2. 팔굽혀펴기 3. 제자리 달리기 4. 스쿼트 5. 제자리 걷기 6. 크런치 7. 스텝 8. 런지 9. 팔·다리 벌려 뛰기 10. 슈퍼맨 운동	1-8주: 최대심박수 × 50~60%	종목당 운동시간 30초 운동간 휴식 20초
				9-12주: 최대심박수 × 60~70%	세트간 휴식 3분 총 3세트 실시
정리운동	1~12주	10분	체조 및 스트레칭		

## 5. 자료처리

본 연구를 위해 측정된 자료의 분석은 PASW(Statistical Package for Predictive Analytics Soft Ware) 18.0 통계 프로그램을 사용하여 집단의 기술통계분석을 통한 평균(Mean) 및 표준편차(Standard Deviation)를 산출하였다.

순환운동의 효과 검증은 이원반복변량분석(two-way repeated ANOVA)을 실시하였고, 실험 전·후 집단 간의 차이를 비교하기 위해 독립 t-test(Independent t-test) 방법을 사용하였으며, 통제집단과 운동집단 각 집단 내 변화량을 보기 위하여 대응 t-test(Paired t-test)를 사용하였다. 가설의 검증을 위한 유의수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

## IV. 연구 결과

순환운동이 비만여자대학생의 건강관련체력, 대사증후군 위험요인 및 렙틴에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실시된 본 연구의 결과는 다음과 같다.

### 1. 신체구성의 변화

#### 1) 체중

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 체중 변화는 다음 <Table 4>, <Table 5> 및 <Figure 2>와 같다.

Table 4. The Results of two-way repeated ANOVA for Body Weight after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	32.041	1	32.041	.121	.732
Period	6.724	1	6.724	1.913	.184
Group*Period	42.025	1	42.025	11.954	.003
Error	63.281	18	3.516		
Total	144.071	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=.121$ ,  $p=.732$ ) 및 측정시기( $F=1.913$ ,  $p=.184$ )에 따른 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서는 유의한 차이( $F=11.954$ ,  $p=.003$ )가 나타났다.

Table 5. Comparison of Body Weight after 12weeks

Group	Body weight(kg)			
	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
Control	64.24±11.84	65.47±12.82	-2.077	.068
Exercise	68.08±10.65	65.21±10.91	2.793	.021
<i>t</i>	.763	-.049		
<i>p</i>	.455	.962		

체중은 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후에 대해 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동집단에서는 유의하게 감소( $t=2.793, p=.021$ )한 것으로 나타났다.

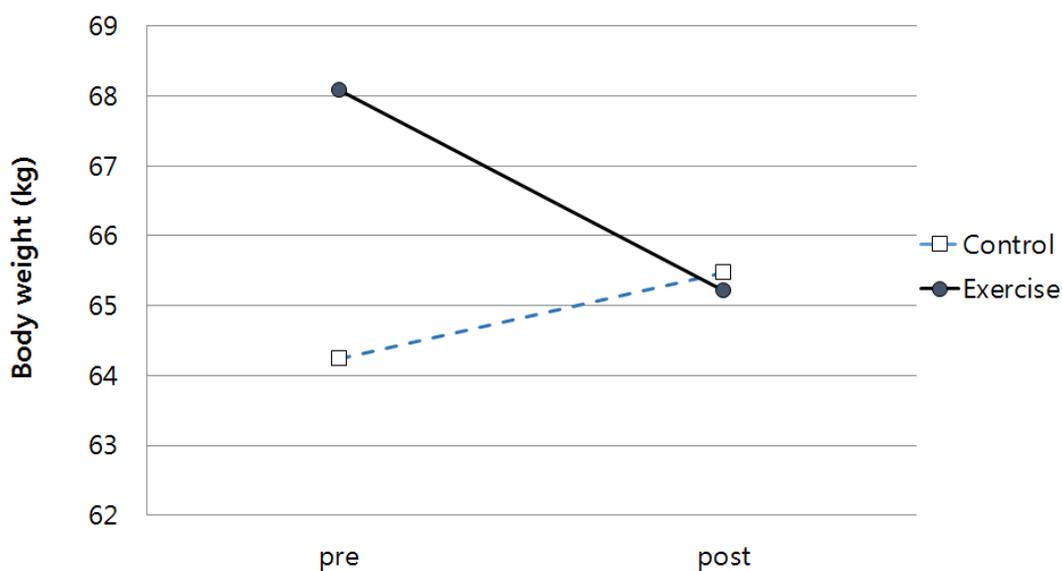


Figure 2. Comparison of Body weight after 12weeks

2) 체지방량

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 체지방량 변화는 다음 <Table 6>, <Table 7> 및 <Figure 3>과 같다.

**Table 6. The Results of two-way repeated ANOVA for Lean Body Mass after 12 weeks.**

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	.870	1	.870	.018	.894
Period	.020	1	.020	.059	.811
Group*Period	.030	1	.030	.088	.770
Error	6.164	18	.342		
Total	7.084	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=.018$ ,  $p=.894$ ) 및 측정시기( $F=.059$ ,  $p=.811$ )에 따른 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이( $F=.088$ ,  $p=.770$ )가 나타나지 않았다.

**Table 7. Comparison of Lean Body Mass after 12weeks**

Group	Lean Body Mass(kg)			
	pre	post	t	p
Control.	40.89±4.64	40.99±5.00	-.354	.731
Exercise	41.24±5.13	41.23±4.85	.042	.968
t	.160	.109		
p	.875	.914		

체지방량은 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단, 운동집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

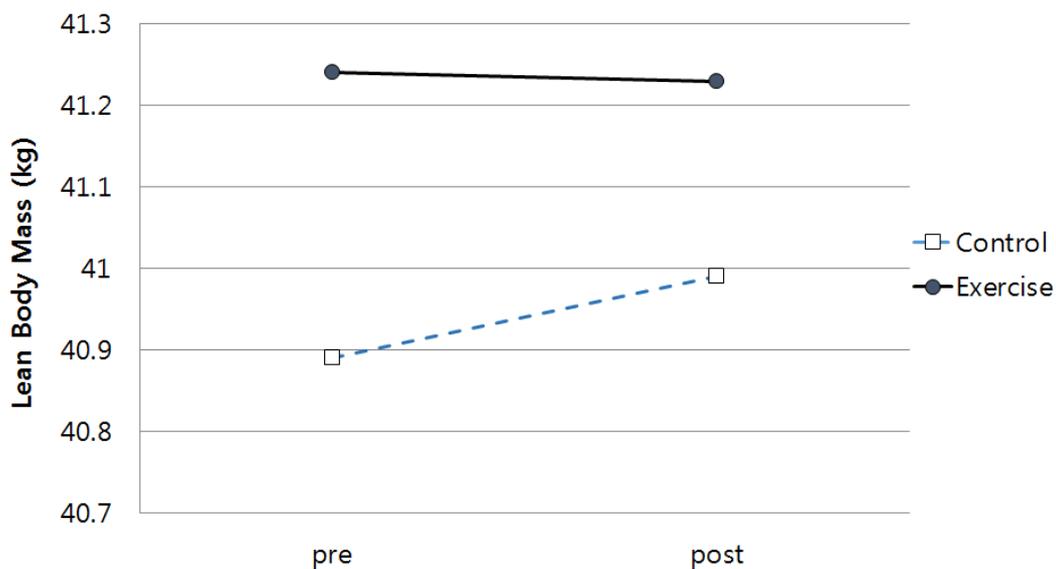


Figure 3. Comparison of Lean Body Mass after 12weeks

### 3) 체지방량

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 체지방량 변화는 다음 <Table 8>, <Table 9> 및 <Figure 4>와 같다.

Table 8. The Results of two-way repeated ANOVA for Body Fat Mass after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	21.756	1	21.756	.161	.693
Period	7.832	1	7.832	3.450	.080
Group*Period	40.602	1	40.602	17.886	.001
Error	40.861	18	2.270		
Total	111.051	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=.161$ ,  $p=.693$ ) 및 측정시기( $F=3.450$ ,  $p=.080$ )에 따른 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서는 유의한 차이( $F=17.886$ ,  $p=.001$ )가 나타났다.

Table 9. Comparison of Body Fat Mass after 12weeks

Group	Body Fat Mass(kg)			
	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
Control	23.35±8.76	24.48±9.50	-2.953	.016
Exercise	26.84±6.92	23.94±7.73	3.323	.009
<i>t</i>	.988	-.139		
<i>p</i>	.336	.891		

체지방량은 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후에 대해 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의하게 증가( $t=-2.953$ ,  $p=0.16$ ) 하였으며, 운동집단은 유의하게 감소( $t=3.323$ ,  $p=.009$ )한 것으로 나타났다.

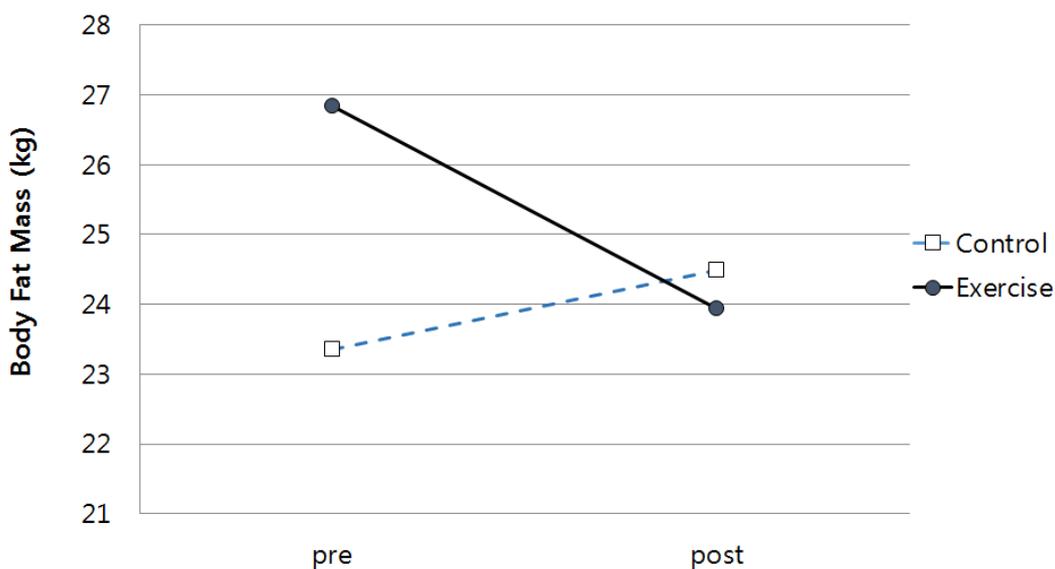


Figure 4. Comparison of Body Fat Mass after 12weeks

#### 4) 체지방률

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 체지방률 변화는 다음 <Table 10>, <Table 11> 및 <Figure 5>와 같다.

**Table 10. The results of two-way repeated ANOVA for Percent Body Fat after 12weeks**

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	22.650	1	22.650	.275	.606
Period	8.930	1	8.930	3.604	.074
Group*Period	37.442	1	37.442	15.110	.001
Error	44.602	18	2.478		
Total	113.624	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=.275$ ,  $p=.606$ ) 및 측정시기( $F=3.604$ ,  $p=.074$ )에 따른 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서는 유의한 차이( $F=15.110$ ,  $p=.001$ )가 나타났다.

**Table 11. Comparison of Percent Body Fat after 12weeks**

Group	Percent Body Fat(%)			
	pre	post	t	p
Control	35.51±6.88	36.50±7.10	-3.952	.003
Exercise	38.95±5.14	36.07±6.73	2.989	.015
t	1.266	-.139		
p	.222	.891		

체지방률은 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의하게 증가( $t=-3.952$ ,  $p=.003$ ) 하였으며, 운동집단은 유의하게 감소( $t=2.989$ ,  $p=.015$ ) 한 것으로 나타났다.

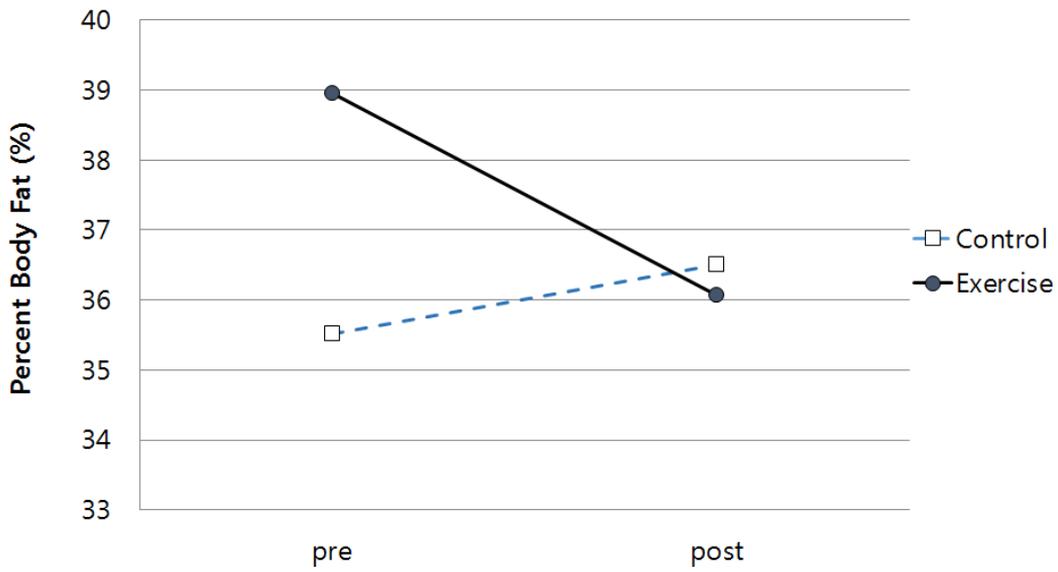


Figure 5. Comparison of Percent body Fat after 12weeks

5) 체질량지수(Body Mass Index : BMI)

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 BMI 변화는 다음 <Table 12>, <Table 13> 및 <Figure 6>과 같다.

Table 12. The Results of two-way repeated ANOVA for BMI after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	16.002	1	16.002	.370	.551
Period	.930	1	.930	1.625	.219
Group*Period	6.972	1	6.972	12.182	.003
Error	10.303	18	.572		
Total	34.207	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간(F=.370, p=.551) 및 측정시기(F=1.625, p=.219)에 따른 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서는 유의한 차이(F=12.182, p=.003)가 나타났다.

Table 13. Comparison of BMI after 12weeks

Group	BMI(kg/m <sup>2</sup> )		<i>t</i>	<i>p</i>
	pre	post		
Control	25.29±4.97	25.82±5.33	-2.196	.056
Exercise	27.39±4.06	26.25±4.25	2.759	.022
<i>t</i>	1.035	.573		
<i>p</i>	.315	.844		

BMI는 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동집단에서는 유의하게 감소( $t=2.759$ ,  $p=.022$ )한 것으로 나타났다.

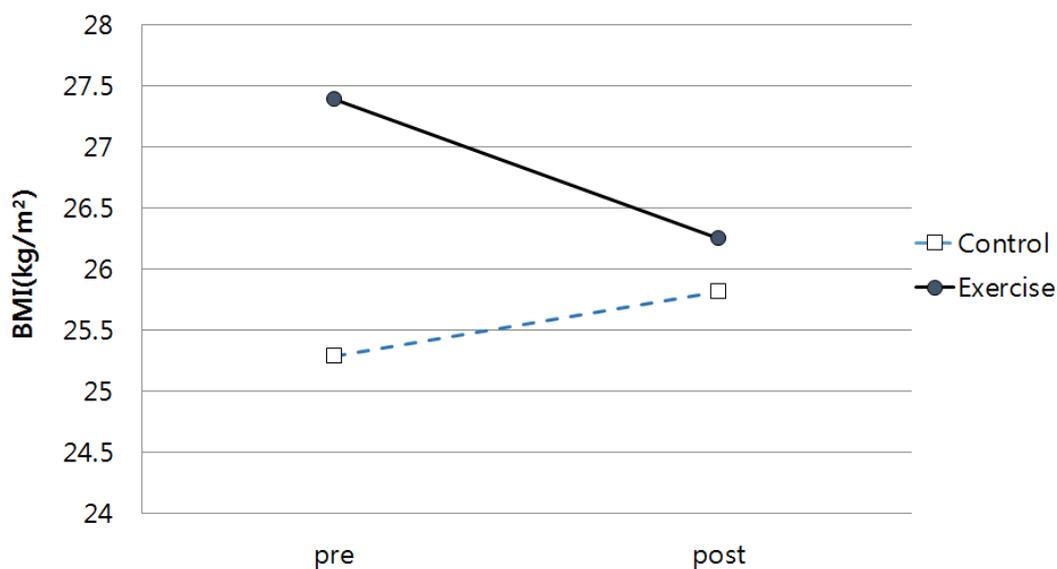


Figure 6. Comparison of BMI after 12weeks

## 2. 건강관련체력의 변화

### 1) 좌악력

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 좌악력 변화는 다음 <Table 14>, <Table 15> 및 <Figure 7>과 같다.

Table 14. The Results of two-way repeated ANOVA for Left Grip Strength after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	60.762	1	60.762	1.638	.217
Period	42.230	1	42.230	26.953	.001
Group*Period	1.122	1	1.122	12.182	.003
Error	28.202	18	1.567		
Total	132.316	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간(F=1.638, p=.217)에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 측정시기(F=26.953, p=.001)에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이(F=12.182, p=.003)가 나타났다.

Table 15. Comparison of Left Grip Strength after 12weeks

Group	Left Grip Strength(kg)			
	pre	post	t	p
Control	21.30±2.89	23.02±3.82	-2.396	.040
Exercise	23.43±5.19	25.82±5.24	-7.167	.001
t	1.134	1.366		
p	.276	.189		

좌악력은 집단 간에서 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단에서 유의하고 증가( $t=-2.396$ ,  $p=.040$ ) 하였으며, 운동집단에서도 유의하게 증가( $t=-7.167$ ,  $p=.001$ )한 것으로 나타났다.

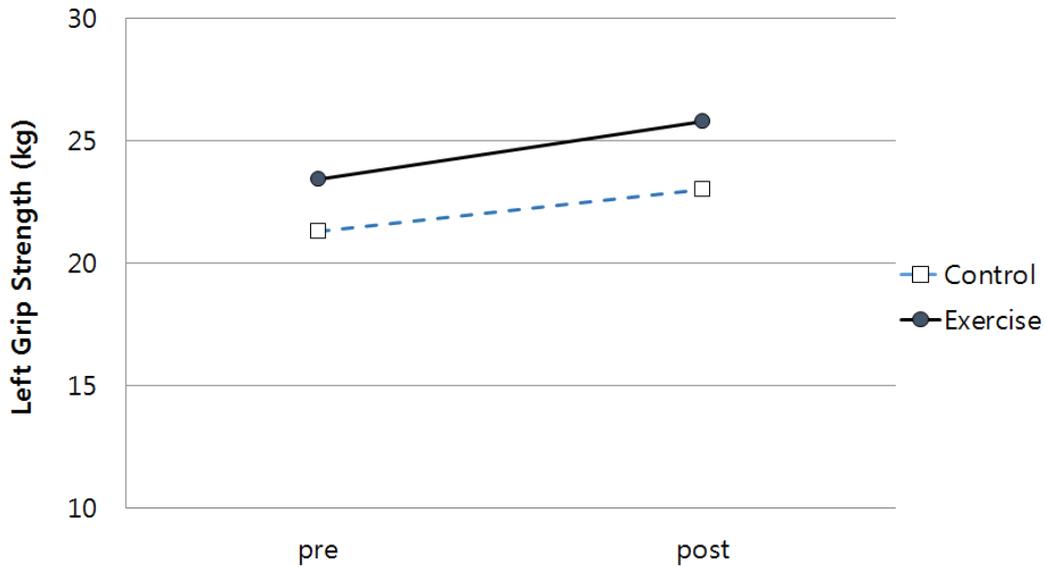


Figure 7. Comparison of Left Grip Strength after 12weeks

## 2) 우악력

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 우악력 변화는 다음 <Table 16>, <Table 17> 및 <Figure 8>과 같다.

Table 16. The Results of two-way repeated ANOVA for Right Grip Strength after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	81.510	1	81.510	1.735	.204
Period	73.712	1	73.712	43.786	.001
Group*Period	4.970	1	4.970	2.952	.103
Error	30.303	18	1.683		
Total	190.495	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=1.735$ ,  $p=.204$ )에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 측정시기( $F=43.786$ ,  $p=.001$ )에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서는 유의한 차이( $F=2.952$ ,  $p=.103$ )가 나타나지 않았다.

Table 17. Comparison of Right Grip Strength after 12weeks

Group	Right Grip Strength(kg)			
	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
Control	22.77±3.79	24.78±3.61	-5.091	.001
Exercise	24.92±6.51	28.34±5.25	-4.754	.001
<i>t</i>	.902	1.767		
<i>p</i>	.379	.094		

우악력은 집단 간에서 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단에서 유의하고 증가( $t=-5.091$ ,  $p=.001$ ) 하였으며, 운동집단에서도 유의하게 증가( $t=-4.754$ ,  $p=.001$ )한 것으로 나타났다.

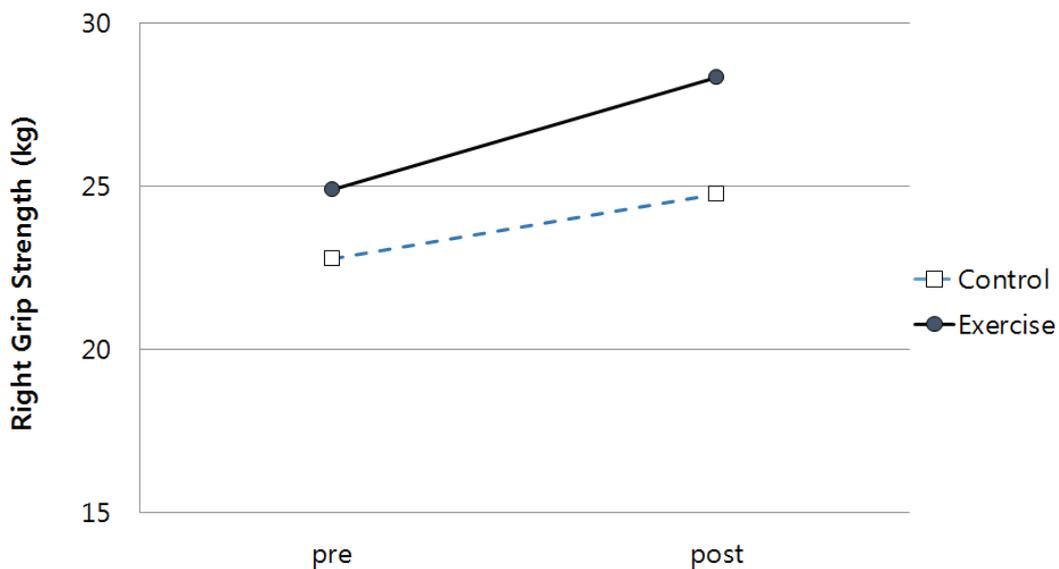


Figure 8. Comparison of Right Grip Strength after 12weeks

### 3) 배근력

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 배근력 변화는 다음 <Table 18>, <Table 19> 및 <Figure 9>와 같다.

**Table 18. The Results of two-way repeated ANOVA for Back Strength after 12weeks**

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	99.856	1	99.856	.303	.589
Period	450.241	1	450.241	15.321	.001
Group*Period	776.161	1	776.161	26.412	.001
Error	528.968	18	29.387		
Total	1855.226	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간(F=.303, p=.589)에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 측정시기(F=15.321, p=.001)에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이(F=26.412, p.001)가 나타났다.

**Table 19. Comparison of Back Strength after 12weeks**

Group	Back Strength(kg)			
	pre	post	t	p
Control	50.30±13.15	48.20±12.64	1.554	.155
Exercise	44.65±11.90	60.17±15.60	-4.926	.001
t	-1.007	1.885		
p	.327	.076		

배근력은 집단 간에서 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동집단에서는 유의하게 증가(t=-4.926, p=.001)한 것으로 나타났다.

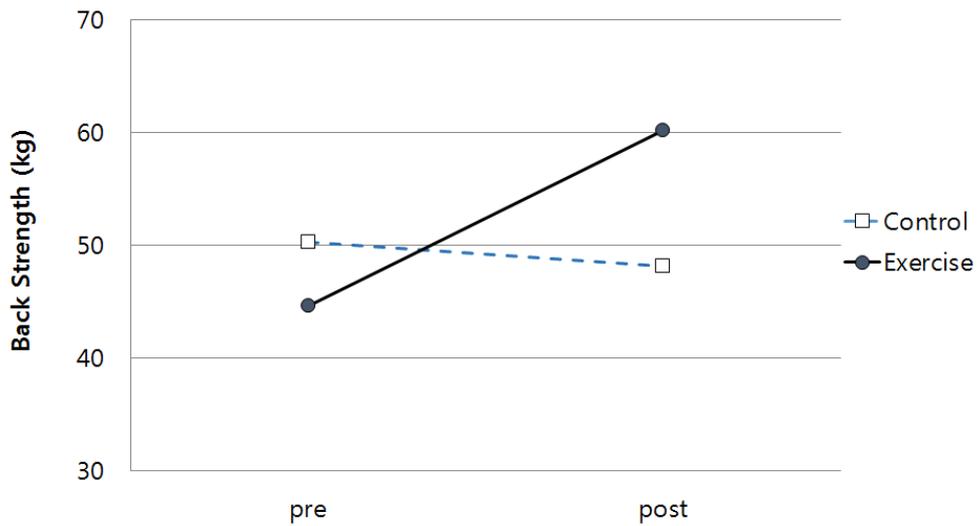


Figure 9. Comparison of Back Strength after 12weeks

#### 4) 근지구력

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 근지구력 변화는 다음 <Table 20>, <Table 21> 및 <Figure 10>과 같다.

Table 20. The Results of two-way repeated ANOVA for Muscle Endurance after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	60.025	1	60.025	1.222	.284
Period	132.225	1	132.225	20.487	.001
Group*Period	70.225	1	70.225	10.799	.004
Error	117.050	18	6.503		
Total	316.525	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=1.222$ ,  $p=.284$ )에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 측정시기( $F=20.487$ ,  $p=.001$ )에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이( $F=10.799$ ,  $p=.004$ )가 나타났다.

Table 21. Comparison of Muscle Endurance after 12weeks

Group	Muscle Endurance(times/60sec)			
	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
Control	24.30±4.90	25.30±5.12	-1.088	.305
Exercise	24.10±6.47	30.40±4.38	-4.753	.001
<i>t</i>	-0.78	2.394		
<i>p</i>	.939	.028		

근지구력은 집단 간에 비교를 한 결과 사전에 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 사후에 유의한 차이( $t=2.394$ ,  $p=.028$ )가 나타났다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동집단에서는 유의하게 증가( $t=-4.753$ ,  $p=.001$ )한 것으로 나타났다.

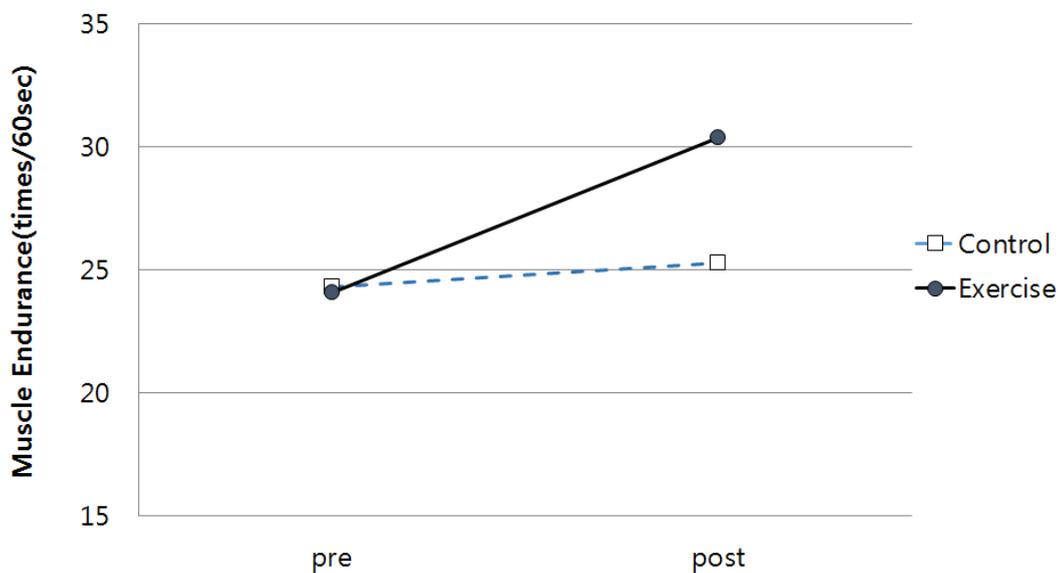


Figure 10. Comparison of Muscle Endurance after 12weeks

5) 유연성

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 유연성 변화는 다음 <Table 22>, <Table 23> 및 <Figure 11>과 같다.

Table 22. The Results of two-way repeated ANOVA for Flexibility after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	287.296	1	287.296	2.040	.170
Period	9.216	1	9.216	2.904	.106
Group*Period	58.564	1	58.564	18.455	.001
Error	57.120	18	3.173		
Total	412.286	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간(F=2.040, p=.170) 및 측정시기(F=2.904, p=.106)에 따른 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서는 유의한 차이(F=18.455, p=.001)가 나타났다.

Table 23. Comparison of Flexibility after 12weeks

Group	Flexibility(cm)			
	pre	post	t	p
Control	14.51±8.40	13.05±7.26	1.969	.081
Exercise	17.45±9.67	20.83±8.44	-3.985	.003
t	.726	2.210		
p	.477	.040		

유연성은 집단 간에 비교를 한 결과 사전에 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 사후에 유의한 차이(t=2.210, p=.040)가 나타났다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동집단에서는 유의하게 증가(t=-3.985, p=.003)한 것으로 나타났다.

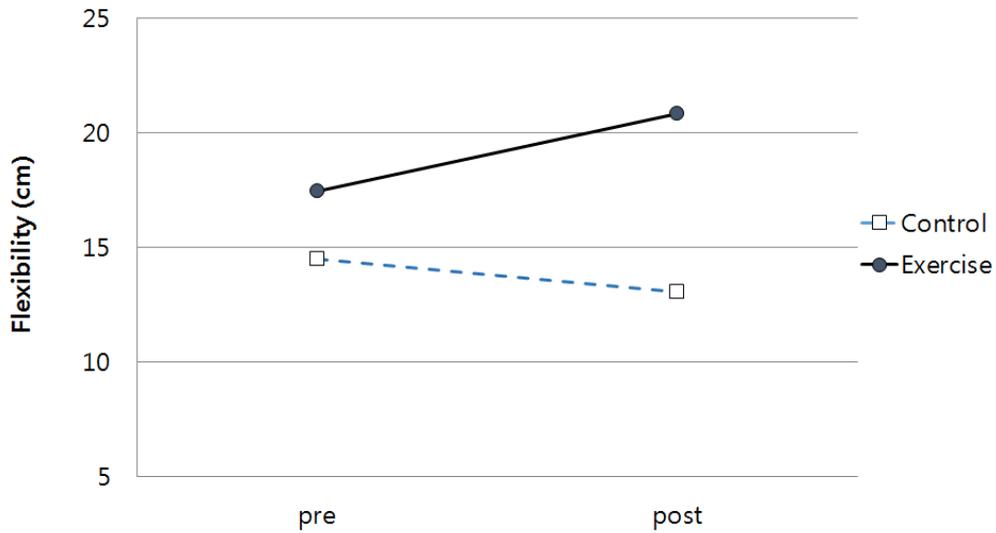


Figure 11. Comparison of Flexibility after 12weeks

6) 심폐지구력

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 심폐지구력 변화는 다음 <Table 24>, <Table 25> 및 <Figure 12>와 같다.

Table 24. The Results of two-way repeated ANOVA for Cardiovascular Endurance after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	49472.936	1	49472.936	4.587	.046
Period	4641.008	1	4641.008	4.305	.053
Group*Period	36387.437	1	36387.437	33.753	.001
Error	19405.068	18	1078.059		
Total	109906.449	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=4.587$ ,  $p=.046$ )에 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 측정시기( $F=4.305$ ,  $p=.053$ )에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서는 유의한 차이( $F=33.753$ ,  $p=.001$ )가 나타났다.

Table 25. Comparison of Cardiovascular Endurance

Group	Cardiovascular Endurance(sec)			
	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
Control	686.57±87.77	725.35±72.94	-3.046	.014
Exercise	676.56±64.00	594.69±81.28	4.990	.001
<i>t</i>	-.292	-3.783		
<i>p</i>	.774	.001		

심폐지구력은 집단 간에 비교를 한 결과 사전에 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 사후에 유의한 차이( $t=-3.783$ ,  $p=.001$ )가 나타났다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의하게 저하( $t=-3.046$ ,  $p=.014$ ) 되었으나, 운동집단에서는 유의하게 향상( $t=4.990$ ,  $p=.001$ )한 것으로 나타났다.

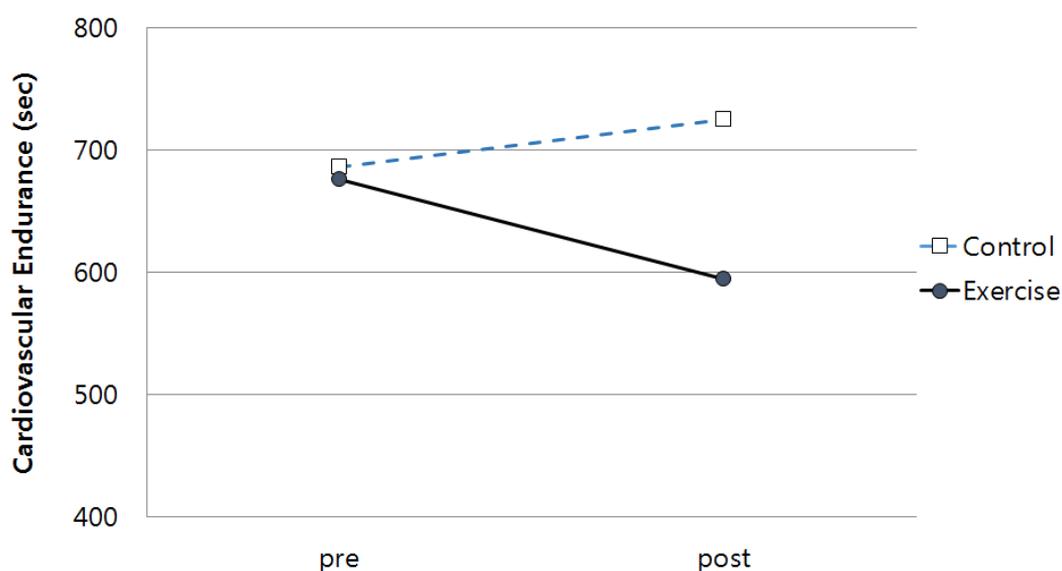


Figure 12. Comparison of Cardiovascular Endurance after 12weeks

### 3. 대사증후군 위험요인의 변화

#### 1) 허리둘레

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 허리둘레 변화는 다음 <Table 26>, <Table 27> 및 <Figure 13>과 같다.

Table 26. The Results of two-way repeated ANOVA for Waist Circumference after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	47.306	1	47.306	.306	.587
Period	75.350	1	75.350	7.576	.013
Group*Period	138.756	1	138.756	13.951	.002
Error	179.028	18	9.946		
Total	440.44	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간(F=.306, p=.587)에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 측정시기(F=7.576, p=.013)에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이(F=13.951, p=.002)가 나타났다.

Table 27. Comparison of Waist Circumference after 12weeks

Group	Waist Circumference(cm)			
	pre	post	t	p
Control	77.90±9.54	78.88±10.08	-.706	.498
Exercise	83.80±8.14	77.33±8.36	4.514	.001
t	1.487	-.374		
p	.154	.713		

허리둘레는 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서는 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동집단에서는 유의하게 감소( $t=4.514$ ,  $p=.001$ )한 것으로 나타났다.

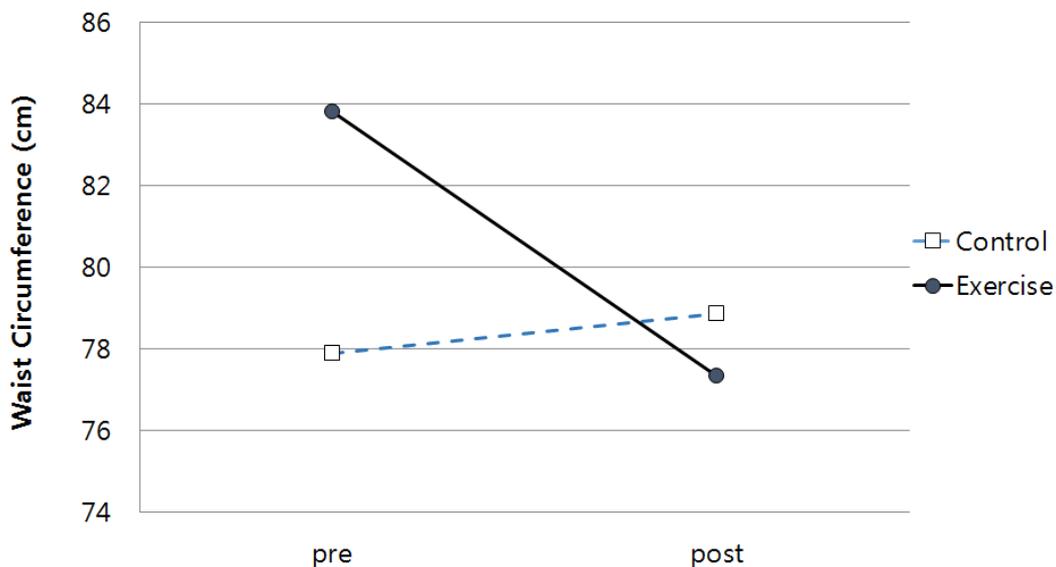


Figure 13. Comparison of Waist Circumference after 12weeks

## 2) 혈당

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 혈당 변화는 다음 <Table 28>, <Table 29> 및 <Figure 14>와 같다.

Table 28. The Results of two-way repeated ANOVA for Blood Glucose after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	216.225	1	216.225	1.278	.273
Period	11.025	1	11.025	.076	.786
Group*Period	119.025	1	119.025	.819	.377
Error	2616.450	18	145.358		
Total	2962.725	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=1.278$ ,  $p=.273$ ) 및 측정시기( $F=.076$ ,  $p=.786$ )에 따른 변화에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이( $F=.819$ ,  $p=.377$ )가 나타나지 않았다.

Table 29. Comparison of Blood Glucose after 12weeks

Group	Blood Glucose(mg/dl)			
	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
Control	85.90±6.90	90.40±8.14	-1.524	.162
Exercise	94.00±22.38	91.60±3.78	.341	.741
<i>t</i>	1.094	.423		
<i>p</i>	.289	.677		

혈당은 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단과 운동집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

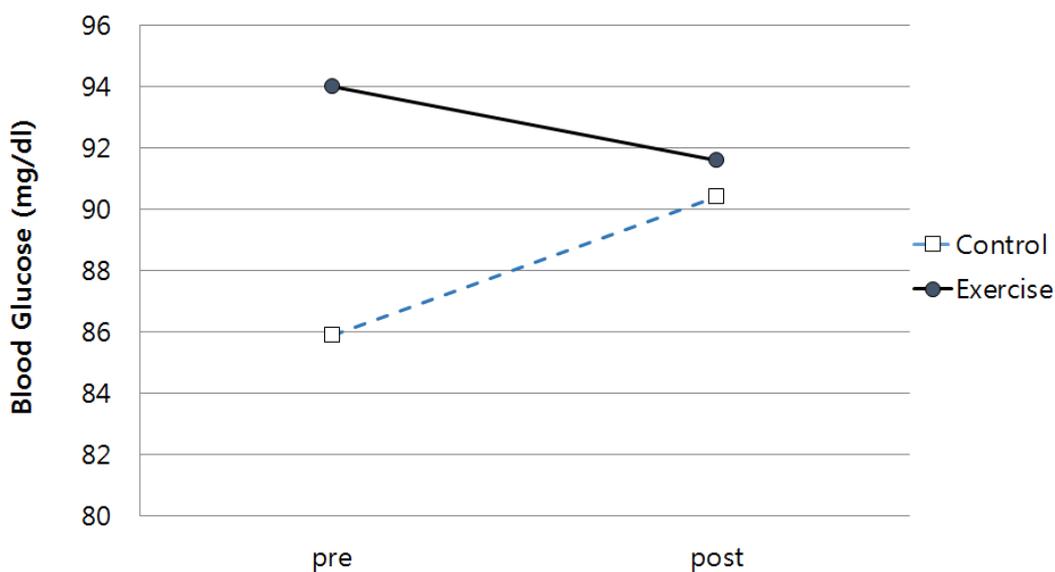


Figure 14. Comparison of Blood Glucose after 12weeks

### 3) 수축기 혈압

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 수축기 혈압 변화는 다음 <Table 30>, <Table 31> 및 <Figure 15>와 같다.

**Table 30. The Results of two-way repeated ANOVA for Systolic Blood Pressure after 12weeks**

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	384.400	1	384.400	2.948	.103
Period	22.500	1	22.500	.307	.586
Group*Period	78.400	1	78.400	1.071	.314
Error	1317.100	18	73.172		
Total	1802.400	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=2.948$ ,  $p=.103$ ) 및 측정시기( $F=.307$ ,  $p=.586$ )에 따른 변화에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이( $F=1.071$ ,  $p=.314$ )가 나타나지 않았다.

**Table 31. Comparison of Systolic Blood Pressure after 12weeks**

Group	Systolic Blood Pressure(mmHg)			
	pre	post	t	p
Control	112.50±11.81	116.80±8.74	-1.050	.321
Exercise	121.50±11.96	120.20±6.96	.368	.722
t	1.694	.962		
p	.108	.349		

수축기 혈압은 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단과 운동집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

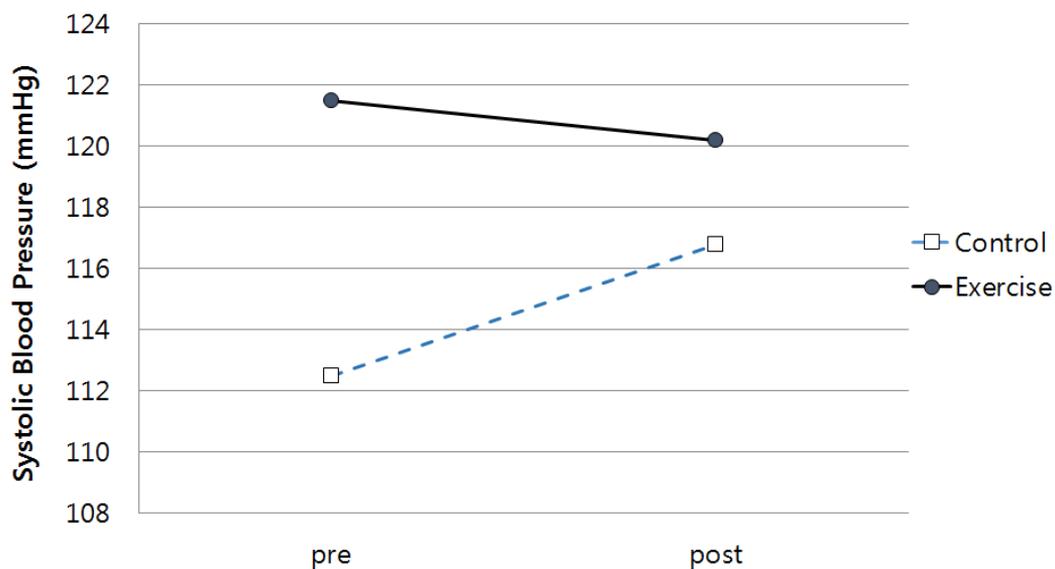


Figure 15. Comparison of Systolic Blood Pressure after 12weeks

#### 4) 이완기 혈압

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 이완기 혈압 변화는 다음 <Table 32>, <Table 32> 및 <Figure 16>과 같다.

Table 32. The Results of two-way repeated ANOVA for Diastolic Blood Pressure after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	148.225	1	148.225	1.170	.294
Period	30.625	1	30.625	.617	.442
Group*Period	42.025	1	42.025	.846	.370
Error	893.850	18	49.658		
Total	1114.725	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=1.170$ ,  $p=.294$ ) 및 측정시기( $F=.617$ ,  $p=.442$ )에 따른 변화에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이( $F=.846$ ,  $p=.370$ )가 나타나지 않았다.

Table 33. Comparison of Diastolic Blood Pressure after 12weeks

Group	Diastolic Blood Pressure(mmHg)			
	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
Control	68.90±11.38	72.70±11.72	-.937	.373
Exercise	74.80±6.71	74.50±6.40	.162	.875
<i>t</i>	1.412	.426		
<i>p</i>	.175	.675		

이완기 혈압은 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단과 운동집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

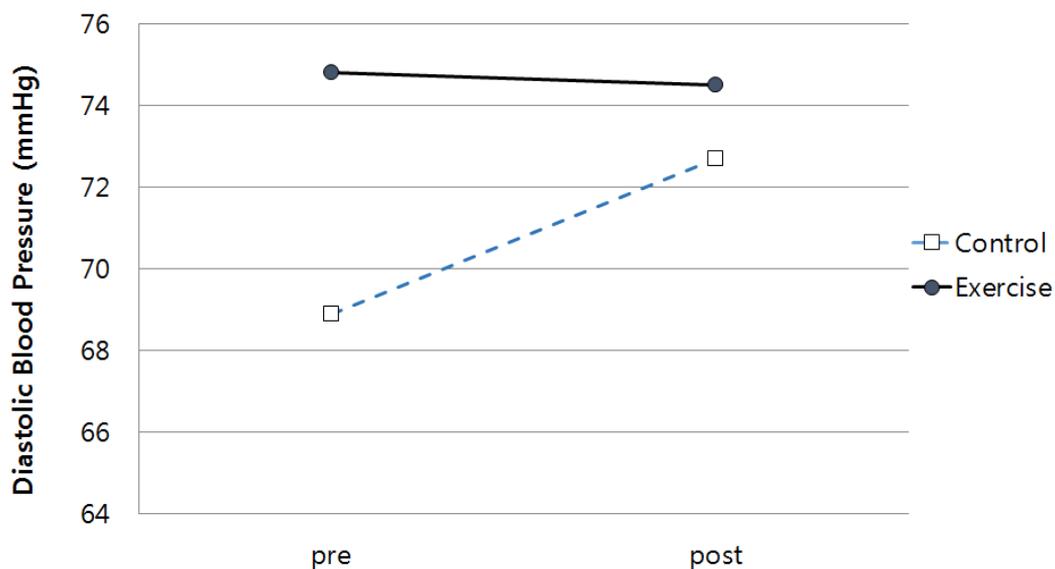


Figure 16. Comparison of Diastolic Blood Pressure after 12weeks

5) 중성지방(Triglyceride, TG)

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 TG 변화는 다음 <Table 34>, <Table 35> 및 <Figure 17>과 같다.

**Table 34. The Results of two-way repeated ANOVA for TG after 12weeks**

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	2160.900	1	2160.900	.762	.394
Period	1020.100	1	1020.100	3.236	.089
Group*Period	2560.000	1	2560.000	8.120	.011
Error	5674.900	18	315.272		
Total	11415.900	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간(F=.762, p=.394) 및 측정시기(F=3.236, p=.089)에 따른 변화에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서는 유의한 차이(F=8.120, p=.011)가 나타났다.

**Table 35. Comparison of TG after 12weeks**

Group	TG(mg/dl)			
	pre	post	t	p
Control	69.70±41.90	75.60±36.62	-0.981	.352
Exercise	100.40±48.08	74.30±29.87	2.752	.022
t	1.522	-.087		
p	.145	.932		

TG는 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동집단에서는 유의하게 감소(t=2.752, p=.022)한 것으로 나타났다.

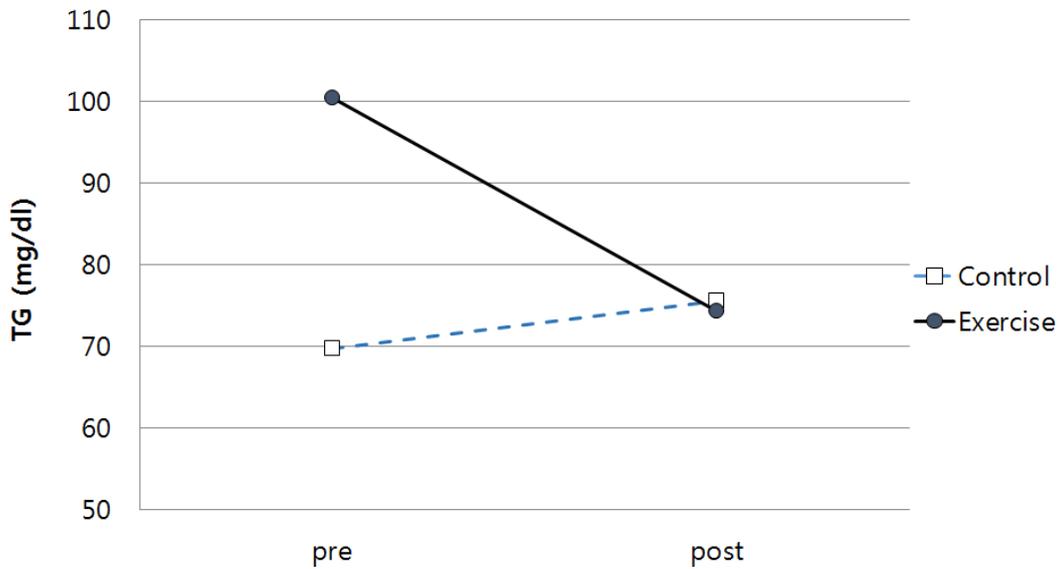


Figure 17. Comparison of TG after 12weeks

6) 고밀도지단백콜레스테롤(High Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C)

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 HDL-C 변화는 다음 <Table 36>, <Table 37> 및 <Figure 18>과 같다.

Table 36. The Results of two-way repeated ANOVA for HDL-C after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	774.400	1	774.400	2.639	.122
Period	.900	1	.900	.025	.877
Group*Period	12.100	1	12.100	.330	.573
Error	661.000	18	36.722		
Total	1448.400	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간(F=2.639, p=.122) 및 측정시기(F=.025, p=.877)에 따른 변화에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이(F=.330, p=.573)가 나타나지 않았다.

Table 37. Comparison of HDL-C after 12weeks

Group	HDL-C(mg/dl)			
	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
Control	76.20±12.56	77.60±11.42	-.643	.536
Exercise	68.50±16.28	67.70±10.35	.254	.806
<i>t</i>	-1.184	-2.031		
<i>p</i>	.252	.057		

HDL-C는 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단과 운동집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

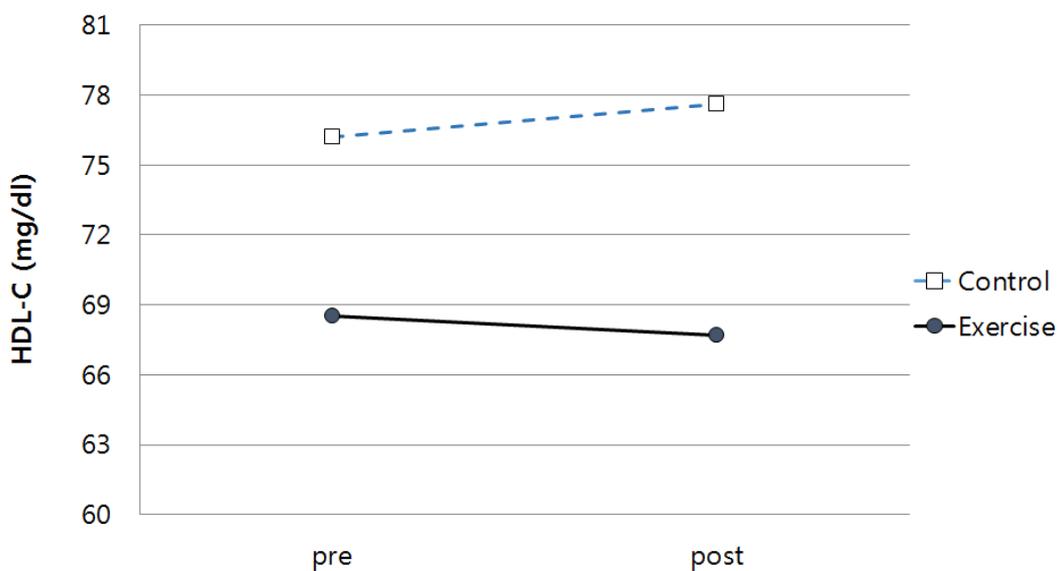


Figure 18. Comparison of HDL-C after 12weeks

7) 저밀도지단백콜레스테롤(Low Density Lipoprotein Cholesterol, LDL-C)

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 LDL-C 변화는 다음 <Table 38>, <Table 39> 및 <Figure 19>과 같다.

**Table 38. The Results of two-way repeated ANOVA for LDL-C after 12weeks**

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	2.025	1	2.025	.002	.968
Period	93.025	1	93.025	.685	.419
Group*Period	65.025	1	65.025	.479	.498
Error	2443.450	18	135.747		
Total	2603.525	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간(F=.002, p=.968) 및 측정시기(F=.685, p=.419)에 따른 변화에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이(F=.479, p=.498)가 나타나지 않았다.

**Table 39. Comparison of LDL-C after 12weeks**

Group	LDL-C(mg/dl)			
	pre	post	t	p
Control	109.60±31.61	109.10±26.22	.095	.926
Exercise	111.70±23.62	106.10±21.99	1.083	.307
t	.168	-.277		
p	.868	.785		

LDL-C는 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단과 운동집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

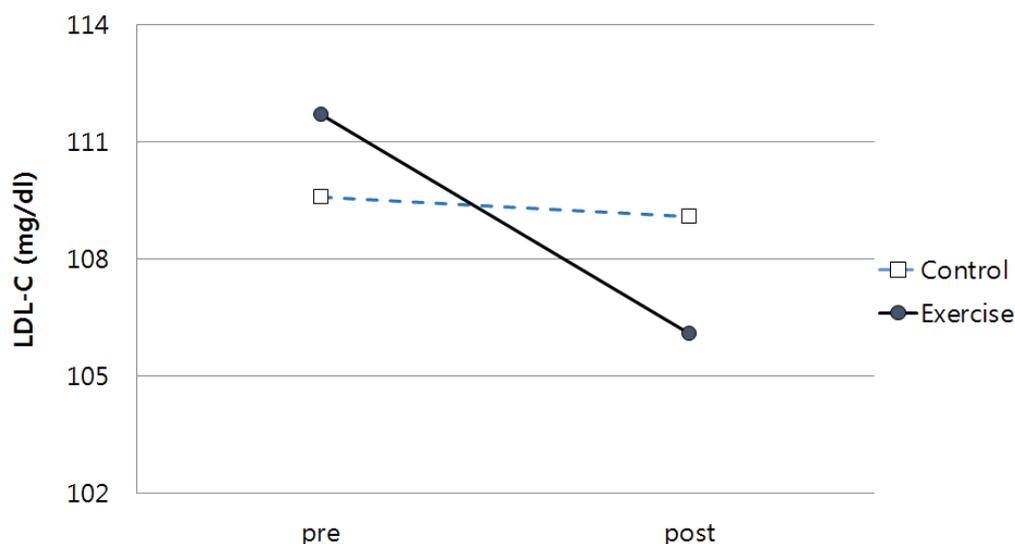


Figure 19. Comparison of LDL-C after 12weeks

8) 총 콜레스테롤(Total Cholesterol, TC)

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 TC 변화는 다음 <Table 40>, <Table 41> 및 <Figure 20>과 같다.

Table 40. The Results of two-way repeated ANOVA for Total Cholesterol after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	354.025	1	354.025	.221	.644
Period	931.225	1	931.225	4.456	.049
Group*Period	455.625	1	455.625	2.180	.157
Error	3761.650	18	208.981		
Total	5502.525	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간( $F=.221$ ,  $p=.644$ )에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 측정시기( $F=4.456$ ,  $p=.049$ )에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서는 유의한 차이( $F=2.180$ ,  $p=.157$ )가 나타나지 않았다.

Table 41. Comparison of Total Cholesterol after 12weeks

Group	TC(mg/dl)		<i>t</i>	<i>p</i>
	pre	post		
Control	199.80±39.16	196.90±26.24	.430	.677
Exercise	200.60±29.26	184.20±23.24	2.657	.026
<i>t</i>	.052	-1.146		
<i>p</i>	.959	.267		

TC는 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동집단에서는 유의하게 감소( $t=2.657$ ,  $p=.026$ )한 것으로 나타났다.

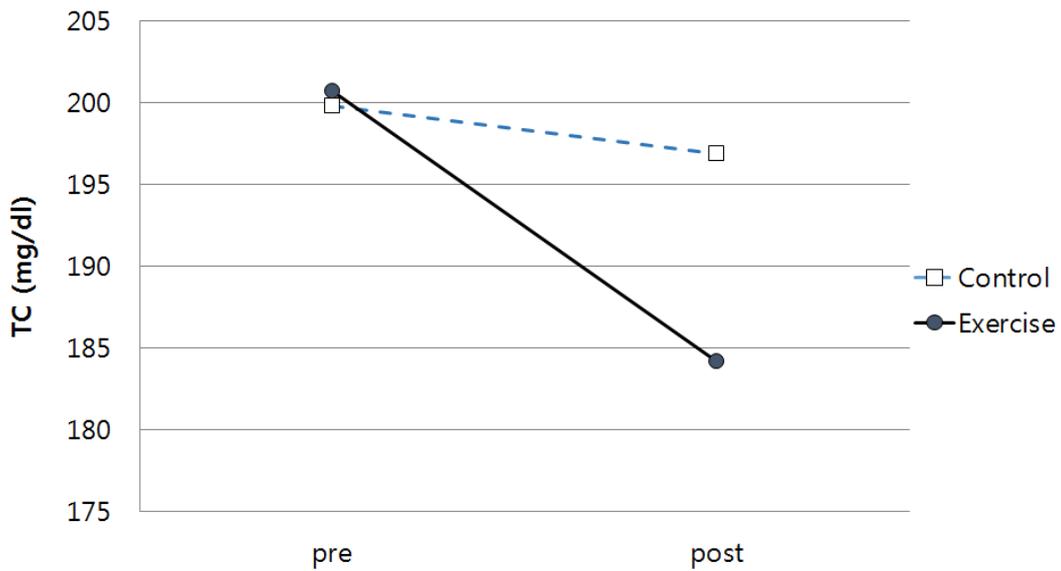


Figure 20. Comparison of TC after 12weeks

#### 4. 렙틴의 변화

##### 1) 렙틴(Leptin)

12주간 순환운동 프로그램 실시 후 통제집단과 운동집단의 렙틴 변화는 다음 <Table 42>, <Table 43> 및 <Figure 21>와 같다.

Table 42. The Results of two-way repeated ANOVA for Leptin after 12weeks

구분	SS	DF	MS	F	P
Group	163.216	1	.478	.478	.498
Period	776.161	1	776.161	33.576	.001
Group*Period	314.721	1	314.721	13.615	.002
Error	416.098	18	23.117		
Total	1670.196	21			

이원반복변량분석 결과 집단 간(F=.478, p=.498)에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 측정시기(F=33.576, p=.001)에 따른 변화에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서도 유의한 차이(F=13.612, p=.002)가 나타났다.

Table 43. Comparison of Leptin after 12weeks

Group	Leptin(mg/dl)		t	p
	pre	post		
Control	25.86±16.95	22.66±16.09	1.760	.112
Exercise	27.43±10.72	13.01±8.21	5.917	.001
t	.248	-1.689		
p	.807	.108		

렙틴은 집단 간에 비교를 한 결과 사전과 사후 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

집단 내에서 사전-사후 차이를 분석한 결과 통제집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동집단에서는 유의하게 감소( $t=5.917$ ,  $p=.001$ )한 것으로 나타났다.

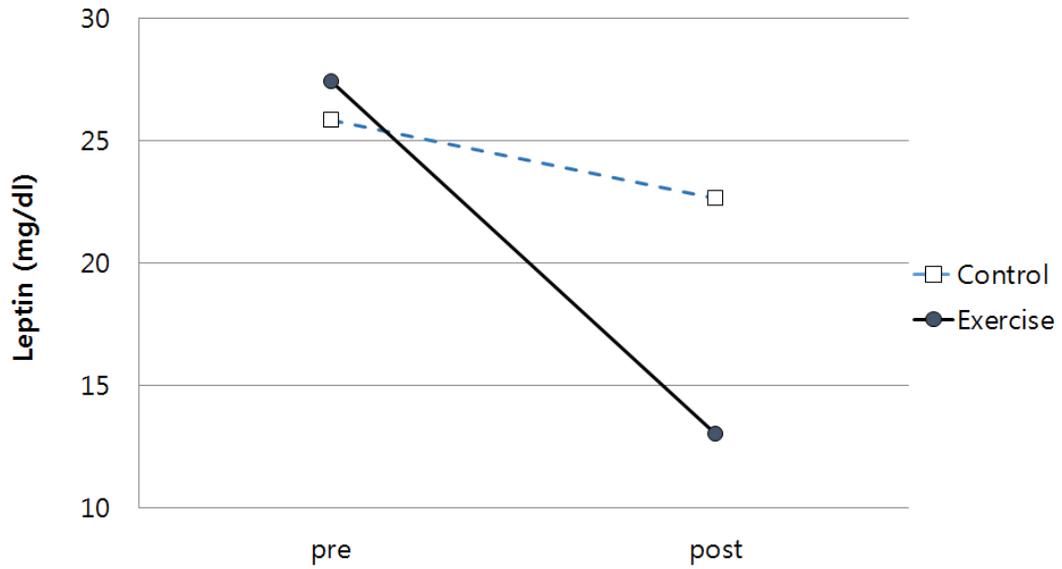


Figure 21. Comparison of Leptin after 12weeks

## V. 논 의

본 연구에서는 비만여자대학생을 대상으로 12주간 순환운동 프로그램을 실시하여 건강관련체력, 대사증후군 위험요인 및 랩틴에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 본 연구에서 얻은 결과를 바탕으로 다음과 같이 논의하고자 한다.

### 1. 신체구성

신체구성은 체중의 질적인 부분을 측정할 수 있는 수단으로서 기본적으로 체지방, 체지방률, 체지방량, 근육량 등과 같은 여러 가지 요소로 구성되어 있으며, 영양 및 건강상태 등의 기초적인 평가요소이다(강창균, 이만균, 이미정, 2008). 이러한 신체구성은 연령이 증가함으로써 체중과 체지방은 증가되고 근육량은 감소되며(Sziva et al., 2009), 비만도가 높을수록 운동을 통해 높은 수준의 체중과 BMI가 감소되는 양이 높아지는 것으로 보고하였다(신정훈, 김미선, 2016). 규칙적인 운동은 에너지 소비량을 증가시켜 체중 및 체지방을 감소시키며, 근육량을 증가시켜 비만자는 물론 정상 체중을 가진 개인의 신체구성 개선에 긍정적인 작용을 하는 것으로 알려져 있다(유정식, 이만균, 강창균, 2008).

본 연구에서 비만여자대학생을 대상으로 12주간 순환운동 프로그램을 실시한 후 이원반복변량분석 결과 체중, 체지방량, 체지방률, BMI에서 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났으며, 주효과 검증 결과 운동 집단 내에서 체중, 체지방량, 체지방률, BMI 모두 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 김중휴 등(2013)이 BMI 25kg/m<sup>2</sup> 이상 체지방률 30%이상인 중년비만여성을 대상으로 최대심박수 40~70%의 강도로 12주 동안 주 5회 80분간 복합운동프로그램을 실시한 결과 체중, 체지방률, BMI가 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서 통계적으로 유의한 차이가 나타난 결과와 일치하며, Lazzar 등(2011)의 3주간 주 5회 비만 청소년을 대상으로 저강도 집단과 고강도 집단으로 나누어 체중관리프로그램을 실시하였을 때 저강도 집단과 고강도 집단 모두에서 체중, 체지방량이 집단과 측정시기에 상호작용의 효과에서 통계적으로 유의한 차이가

나타났으며, 유의하게 감소가 나타났다는 선행연구와도 유사하다. 또한, Savkin & Bas Aslan(2016)이 비만 중년여성을 대상으로 8주 동안 필라테스 프로그램을 실시한 연구에서도 체중, 체지방률, BMI가 통계적으로 유의하게 감소하였다고 보고하였으며, Sperlich 등(2017)이 과체중 여성을 대상으로 고강도 집단과 저강도 및 고강도 복합 집단으로 나누어 9주간 순환운동을 실시한 결과 고강도 집단에서 체중, 체지방률, BMI가 본 연구와 동일하게 통계적으로 유의하게 감소하는 결과가 나타나 본 연구결과를 뒷받침 하고 있다. 그러나 Ludin 등(2015)은 과체중 및 비만 여성을 대상으로 12주간 고강도 순환운동을 실시한 결과 신체구성 모든 요인에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다고 보고해 본 연구와는 상반된 연구결과가 나타났다. 이는 운동의 형태, 시간, 빈도, 강도 등에 따라 결과의 차이가 나타난 것이라 생각되며, Ludin 등(2015)은 비만 여성을 대상으로 고강도의 운동을 하였기 때문에 비만인이 운동하기에는 다소 무리가 있었던 것으로 보고하였으며, 이에 운동이 비만인들에게 효과적이지 못한 것이라 생각된다. 위의 내용들을 종합해보면 낮은 강도로 시작하여 점진적으로 강도를 올려 규칙적으로 12주간 유산소성 성격을 띤 순환운동을 함으로써 체중, 체지방률, 체지방률, BMI가 효과적으로 개선된 것으로 생각된다.

반면, 본 연구에서는 신체구성 요인 중 유일하게 체지방률에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 오수일, 황예선, 유민주(2013)이 비만 중년여성을 대상으로 고혈압 집단과 당뇨병 집단으로 나누어 10주간 주 3회 80분 유·무산소 복합운동프로그램을 실시한 결과 두 집단 모두에서 체지방률이 유의한 차이가 없었다고 보고하였으며, 현석환(2012)의 체지방률 30%이상인 비만 중년여성을 대상으로 12주 동안 주 5회 40~60분간 저강도 유산소 운동을 실시하였을 때 신체구성 요인 중 체지방률에서만 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다고 보고한 선행연구와도 일치한다. 또한, Umamaheswari 등(2017)이 과체중 및 비만인을 대상으로 15주 동안 중등강도와 고강도의 사이클링을 실시하였을 때 중등강도로 운동한 집단에서 체지방률이 유의하게 감소된 것으로 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 그러나 많은 선행연구에서 체지방률이 유의하게 증가되었다고 본 연구와 상반된 연구 결과를 보고하고 있다(김보균, 최경호, 2014; 박미령 등, 2014; Botero et al., 2013; Ferreira et al., 2009).

이는 운동의 형태, 운동시간, 기간, 강도 등의 차이가 원인으로 판단되며, 본 연구에서는 비록 체지방량은 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 감소된 체지방량이 0.01kg인 점을 고려하였을 때 체중 감량에 비해 체지방량의 감소를 최소화 또는 유지하고 있다. 비만을 효과적으로 치료하기 위해서는 체지방 감소와 더불어 체지방량의 감소를 최소화 하는 것이 중요하며, 체지방량의 유지는 신진대사 활동, 체온, 안정시 대사량 등의 감소를 예방해주고, 노년기에 근육 감소를 통해 비만이 되는 것을 방지해주기 때문에(Miller, Nicklas & Loeser, 2008; Weiss et al., 2007) 의미 있는 결과라고 생각된다.

그리고 본 연구의 순환운동 프로그램에서 저항성 운동의 요소가 있지만 비만집단으로 구성되어 있어 운동능력이 낮아 초기에 저강도로 운동을 시작하였으며, 자신의 체중으로만 저항운동을 하였기 때문에 체지방량이 크게 증가하지는 않은 것으로 생각된다. 추후에 프로그램을 수정·보안 하여 저항성 요소를 개선한다면 체지방량 또한 증가시킬 수 있는 프로그램이 될 수 있을 것이라 판단된다.

## 2. 건강관련체력

체력이란 일, 여가활동, 일상생활 등을 지나친 피로감 없이 수행할 수 있는 능력을 뜻한다(Heyward, 2010). 체력은 건강관련체력과 기술관련체력으로 분류되며, 건강관련체력의 구성요소에는 신체구성, 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력 등이 있다(ACSM, 2014). 건강관련체력은 건강과 관련되어 일상적인 신체활동에 긍정적인 영향을 위한 것으로(Chung, 1995), 안기용 등(2010)은 비만도와 건강관련체력은 유의한 상관관계가 있다고 하였으며, 근지구력 및 심폐체력의 수준이 낮은 사람이 심폐체력 수준이 높은 사람에 비해 심혈관질환 위험지수가 더 높다고 보고하였다. 또한, 송홍선 등(2015)은 비만인 집단은 정상체중 집단에 비해 체력수준이 낮을 뿐만 아니라 심혈관계 위험도 역시 높은 것으로 보고하였다. 이에 규칙적인 운동은 체지방을 분해하여 체중을 감량시키며 신체구성을 개선시켜 건강관련체력을 향상시키는 것으로 알려져 있어(Church et al., 2006), 신체활동과 규칙적인 운동을 통해 건강관련체력을 유지 또는 향상 시키는 것이 건강을 유지하거나 질병을 예방하는데 반드시 필요하다고 할 수 있다(박주영, 민현주, 김남정, 2008).

근력의 유지는 일상생활에서 매우 중요한 요소이며, 근력이 감소되면 관절의 안정성이 낮아지게 되고, 관절염, 골다공증, 근 위축 및 근 파열과도 관련이 있다(신덕수 등, 2010). 체중이 증가할수록 근력과 심폐지구력의 감소에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Krasnoff et al., 2008). 반대로 높은 수준의 근력은 사망원인을 낮추고, 심혈관질환 사고를 줄이며, 신체적 기능제한이 증가하는 위험을 낮춘다(Garber et al., 2011). 박수현 등(2011)은 근력이 높으면 동맥경직도를 방지할 수 있다고 보고하였으며, 많은 연구에서 운동을 통하여 근력이 향상되는 것으로 보고되고 있다(Sculthorpe, Herbert, & Grace, 2015).

본 연구에서 12주간 순환운동을 실시한 후 이원반복변량분석 결과 근력은 좌악력, 우악력, 배근력에서 모두 측정시기에서 유의한 차이가 나타났으며, 좌악력 및 배근력에서 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에 유의한 차이가 나타났다. 주효과 검증 결과 좌악력, 우악력, 배근력은 운동집단 내에서 모두 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 이는 Kim & Lee(2016)가 청소년을 대상으로 12주간 순환운동을 실시한 결과 좌악력, 우악력, 배근력 모두에서 유의하게 증가하였다고 보고하여 본 연구와 일치하였으며, 박상갑 등(2013)이 사르코페닉 비만여성을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 결과 근력에서 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에 유의한 차이가 나타났으며, 운동집단 내에서 유의하게 증가하는 결과가 나타났다. 임승택, 정현훈(2012)이 비만중년여성을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 결과 악력, 배근력 모두에서 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에 유의한 차이가 나타나 본 연구의 결과를 뒷받침 해주고 있다. 이와 같이 본 연구의 근력 증가는 자기체중으로 저항운동을 하였으며, 점증부하의 원리를 통하여 기간에 따라 강도를 증가시켜 운동하였기 때문에 증가한 것으로 판단된다. 특히, 저항성운동 요소 중 팔굽혀펴기 운동으로 인해 상체의 근육을 사용하여 근력이 증가함에 따라 악력 또한 증가한 것으로 판단되며, 몸 전체의 근육을 사용하는 배근력 또한 본 프로그램의 저항성운동 요소인 팔굽혀펴기, 런지, 크런치 등으로 인해 전체적인 근력이 향상된 것으로 생각된다.

근지구력이란 근육이 압력이나 부하를 극복하고 반복해서 움직일 수 있는 능력, 또는 제한 시간 없이 최대수준의 힘을 유지할 수 있는 근육의 능력을 말한다(김보균, 최경호, 2014). 최근 근지구력이 심폐체력보다 대사증후군 위험요인에 더 큰 영

향을 미치는 것으로 보고되어 근지구력을 증가시키는 것 또한 매우 중요하다(김동일 등, 2014). 일반적으로 근지구력을 평가하는 항목은 윗몸일으키기이며, 운동의 형태 중 저항성운동은 근지구력을 향상시키는데 효과적이라고 보고되고 있다(Lambers et al., 2008).

본 연구에서 12주간 순환운동을 실시한 후 이원반복변량분석 결과 근지구력은 측정시기 및 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서 유의한 차이가 나타났으며, 주 효과 검증 결과 운동집단 내에서 유의하게 증가하였으며, 사후에 통제집단과 운동집단 간에 유의한 차이가 나타났다. 권호준, 선승옥(2012)은 비만중년여성을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 결과 근지구력에서 측정시기 및 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에 유의한 차이가 나타났으며, 운동집단 내에서 유의하게 증가한 것으로 본 연구와 일치하였다. Schmidt 등(2016)은 고강도 순환운동 7분 집단, 14분 집단, 통제집단으로 나누어 8주간 운동을 실시한 결과 7분 및 14분 집단 모두에서 근지구력이 유의하게 향상되었다고 보고하였다. 김원현, 김승석(2016)은 비만여자대학생을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 결과 근지구력이 유의하게 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 본 연구 결과 근지구력이 증가한 것은 순환운동 프로그램 구성요소 중 크런치에 의해서 향상된 것으로 생각된다. 또한, 이 외에도 유산소 및 저항성운동을 점진적으로 강도를 증가시켜 반복횟수가 증가함에 따라 근육이 자극에 대해 적응하여 근지구력이 향상된 것이라 생각된다.

유연성은 신체의 관절 가동범위를 평가하는 것으로, 운동을 수행할 때 중요한 역할을 하며, 동시에 운동 시 상해의 위험 예방에도 영향을 미치며(김기학, 1997), 체중이 증가할수록 근지구력과 유연성 모두 감퇴시켜 신체활동 시 기능 수행에 어려움을 준다(Stewart et al., 1994). 감소된 유연성은 연령을 불문하고 유연성 운동에 의해 향상될 수 있으며(Garber et al., 2011; Nelson et al., 2007), 규칙적인 유연성 운동이 근 힘줄 손상의 감소, 허리통증 및 지연성근통증의 예방을 지연시킬 수 있다(Garber et al., 2011).

본 연구에서 12주간 순환운동을 실시한 후 이원반복변량분석 결과 유연성은 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서 유의한 차이가 나타났다. 주 효과 검증 결과 운동집단 내에서 유의하게 증가한 것으로 나타났으며, 사후에 통제집단과 운동집단 간에 유의차이가 나타났다. Lee & Oh(2015)가 과체중 여자 중학생을 대상

으로 12주간 수영을 실시한 결과 유연성이 유의하게 증가하였다고 보고 하였으며, 권호준, 선승옥(2012)은 비만중년여성을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 결과 유연성이 측정시기에서 유의한 차이가 나타났으며, 운동집단 내에서 유의하게 증가한 것으로 본 연구결과와 유사한 결과가 나타났다. 박병주, 김성겸, 최재현(2016)은 비만여자중학생을 대상으로 달리기집단과 달리기와 웨이트 복합집단으로 구성하여 운동을 실시한 결과 유연성이 모든 집단 내에서 유의하게 증가한 것으로 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. 유연성은 순환운동프로그램에서 준비운동과 정리운동 시 동적 스트레칭과 정적 스트레칭을 실시했기 때문에 관절의 가동범위가 증가하여 유연성이 향상된 것으로 생각된다. 또한, 주 2~3회의 규칙적인 스트레칭을 3~4주 실시하면 개선효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 저항운동과 함께 유연성 운동을 수행하면 안정성과 평형성을 향상시킬 수 있기 때문에(Garber et al., 2011), 12주간 규칙적으로 순환운동 및 스트레칭을 함으로써 향상된 것으로 생각된다.

심폐지구력은 중강도 및 고강도 수준에서 장시간 동안 부피가 큰 근육군을 사용하면서 동적인 운동을 실행하는 능력으로(소위영, 최대혁, 2009), 심폐체력의 저하는 기초대사량과 체지방량의 감소를 초래하여 체지방 누적을 촉진시킴으로서 젊은 성인들의 비만(Bouchard et al., 2007)뿐만 아니라 대사증후군 발병률을 높이고(Torok et al., 2001), 심혈관 질환과 당뇨병의 위험까지 증가시킨다고 알려져 있다(Hara et al., 2005). 반면, 심폐지구력이 우수한 사람은 산소섭취능력, 심장 및 폐기능, 혈관, 대사기능 등이 잘 발달되어 순환기계 질환의 발병률을 감소시킬 수 있다고 보고되고 있어(최미리, 이양출, 전용균, 2009), 규칙적인 운동을 통해 심폐지구력을 증진시켜야 할 것이다.

본 연구에서 12주간 순환운동을 실시한 후 이원반복변량분석 결과 심폐지구력은 집단 및 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에 유의한 차이가 나타났다. 주 효과 검증 결과 통제집단 내에서 유의하게 저하되었으며, 운동집단 내에서는 유의하게 향상된 것으로 나타났으며, 사후에 통제집단과 운동집단 간에 유의한 차이가 나타났다. 이는 Kong 등(2016)이 과체중 및 비만 성인여성을 대상으로 중강도와 고강도 집단으로 나누어 5주간 인터발 트레이닝을 실시한 결과 두 집단 모두에서 심폐지구력이 유의하게 향상하였다고 보고하였으며, Lee & Oh(2015)가 과체중 여자 중학생을 대상으로 12주간 수영을 실시한 결과 심폐지구력이 유의하게 향상하였다고

보고하였으며, Moradichaleshtori 등(2008)은 비만여성을 대상으로 일주일에 에르고미터 훈련을 한 결과 일주일에 2번 훈련한 집단과 3번 훈련한 집단에서 유의하게 향상된 것으로 보고하여 본 연구와 일치함을 나타내었다. 순환운동은 여러 운동으로 구성되어 있어 유산소 운동 보다 다양한 근육이 동원되며, 보다 많은 심혈관계 노력을 필요로 하기 때문에(Ferreira et al., 2009), 반복적인 순환운동으로 심혈관계 기능이 향상되어 심폐지구력에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다.

위의 내용을 종합하면 본 연구 결과와 부분적으로 유사하게 일치하는 선행연구가 있는 반면, 본 연구 결과와 같이 건강관련체력 모든 요인에서 유의하게 향상된 선행연구들도 있었다(기선경 등, 2015; 신정훈, 이미선, 2016; 안용덕, 박상용, 2013; 조완주, 임영란, 정진영, 2011). 건강관련체력은 유산소 운동만 하는 것 보다 유산소 및 저항성 운동이 포함된 복합운동이 근력, 비만지표, 유연성에 더 긍정적인 영향을 주기 때문에 복합 운동의 중요성이 보고되고 있으며(최형규, 2005), 종합적인 체력 수준을 유지하거나 증진하는 것은 비만 및 만성질환의 위험을 예방할 수 있다고 여러 연구에서 보고하고 있다(송홍선 등, 2015; 안기용 등, 2010; 이미경 등, 2009). 이에 본 연구 프로그램인 순환운동으로 유산소와 저항성운동으로 결합되어 있어 건강관련체력에 보다 긍정적인 영향을 끼친 것으로 판단되며, 모든 요인에서 통계적으로 향상된 것으로 나타나 순환운동 또한 건강관련체력을 개선하는 방법으로 적합하다고 생각된다.

### 3. 대사증후군 위험요인

비만은 체내에 과도하게 지방이 쌓인 상태로 정의된다. 이러한 비만은 오랜 기간 동안 치료하지 않고 방치할 경우에는 복부비만, 고지혈증, 고혈압과 당뇨 등이 동시에 발생하는 대사증후군을 유발(김지연, 심영제, 2015)하게 될 뿐만 아니라 관상동맥질환(Iwashima et al., 2004) 및 기타 각종 퇴행성 질환으로 발전할 수도 있기 때문에 심각한 질환이라 할 수 있다(강현식, 2000). 김동일(2015)은 정상체중보다 과체중그룹은 5.4배, 비만그룹은 17.1배로 대사증후군 발생률이 증가한 것으로 보고하여, 규칙적인 운동의 참여와 비만도의 조절이 대사증후군 및 성인병의 개선에 효과적이라 하였다. 대사증후군은 심혈관 질환의 유병률과 서로 밀접한 관계가 있으며

(Solymoss et al., 2003), 더 나아가 사망률을 증가시키기 때문에 조기 발견 및 예방 등의 적극적인 치료가 강조되고 있다(김보경 등, 2015). 이에 운동은 비만 예방 및 개선에 매우 효과적인 방법으로, 규칙적인 운동은 체중을 조절할 수 있을 뿐만 아니라 HDL-C를 증가시키고, TG, TC, LDL-C의 수준을 감소시키는 등 대사증후군 및 혈중지질에 긍정적인 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Dishman, Health, & LEE, 2013).

일반적으로 허리둘레는 복부비만을 판정하는 가장 효율적인 지표로 사용되고 있다(Lean et al., 1995). 복부비만은 심혈관 질환과 관련성이 높으며(Kwon, 2009), 특히 내장지방은 인슐린 저항성, 고지혈증, 고혈압, 관상동맥질환, 이상지질혈증 등의 위험도를 증가시키는 것으로 알려져 있다(Yoo, 2007; Van Gaal, 2006). 또한 내장지방이 많을수록 동맥경화 및 인슐린저항성의 위험이 높아지며 심혈관질환의 이환율에도 직접적인 영향을 미치게 된다(Despres et al., 2008). 이에 장기간의 규칙적인 운동 참여는 복부 내장지방의 감소를 한다고 보고되고 있어(Villareal et al., 2006), 비만의 심각성을 이해하고 운동을 통해 비만을 개선해야 할 것이다.

본 연구에서 12주간 순환운동을 실시한 후 이원반복변량분석 결과 허리둘레에서 측정시기 및 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에 유의한 차이가 나타났다. 집단 간 및 집단 내 주 효과 검증 결과 운동집단 내에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이는 강지수 등(2016)이 비만중년여성을 대상으로 12주간 순환하체근력운동을 실시한 결과 허리둘레에 유의한 차이가 나타난 결과와 일치하며, 이웅배(2013)이 비만여대생을 대상으로 8주간 주 5회 바디펌프 운동을 실시한 결과 허리둘레에 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과가 나타났다는 선행연구와도 유사하다. Ho 등(2012)이 비만 성인을 대상으로 12주간 유산소, 저항성, 복합운동을 실시한 결과 모든 운동 집단 내에서 허리둘레가 유의하게 감소한 것으로 나타났으며, Stensvold 등(2010)이 비만성인 43명을 대상으로 인터발운동, 저항성 운동, 인터발 및 저항성 복합운동을 12주간 실시한 결과 모든 운동집단 내에서 허리둘레가 유의하게 감소하였다고 하여 본 연구 결과를 지지해주고 있다. 일반적으로 허리둘레는 유산소 및 저항성 운동에 의해서 개선된다고 알려져 있으며, 본 연구의 순환운동프로그램에 참여하여 체지방이 유의하게 개선된 것으로 보아 복부주위에 있는 체지방이 감소하여 허리둘레가 효과적으로 개선된 것이라 생각된다.

TG는 운동 시 말초근육부위에서 중성지방의 흡수증가와 더불어 지방단백질 분해 효소의 증가로 인하여 활동하는 근육에서 중성지방이 4배 정도 흡수가 촉진된다(Thompson et al., 1997). 이러한 TG는 농도가 상승되면 동맥경화증의 발병 위험도가 증가하기 때문에 적절한 농도를 유지하는 것이 중요하며(Christensen et al., 2011), 규칙적인 운동은 혈중 내의 중성지방을 감소시킨다고 보고하고 있다(Brown et al., 1984).

본 연구에서 12주간 순환운동을 실시한 후 이원반복변량분석 결과 중성지방이 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서 유의한 차이가 나타났다. 집단 간 및 집단 내 주 효과 검증 결과 운동 집단 내에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 임승준 등(2011)이 비만중년여성을 대상으로 8주간 복합운동을 실시한 결과 TG가 유의하게 감소한 나타난 결과와 일치하며, 이용배(2013)가 비만여대생을 대상으로 8주간 주 5회 바디펌프 운동을 실시한 결과 중성지방이 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과가 나타났다는 결과와 유사하다. 조완주 등(2011)이 비만중년여성을 대상으로 12주간 요가와 저항성운동을 실시하여 중성지방에서 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과가 유의한 것으로 나타났으며, 장재훈(2007)은 비만여고생을 대상으로 8주간 중량부하걷기 운동을 실시한 결과 TG가 유의하게 감소되어 본 연구 결과를 뒷받침 해주고 있다. 일반적으로 TG는 유산소 운동시 에너지원으로 쓰인다는 보고들이 있으며, 본 연구의 순환운동을 통해 TG가 에너지원으로 작용하여 효과적으로 혈중 TG의 농도를 감소시킨 것으로 생각된다.

혈중 콜레스테롤의 적절한 범위는 120mg/dl~200mg/dl를 바람직한 농도로 제시하고 있으나, 혈중 콜레스테롤이 180mg/dl 이상으로 증가하게 되면, 혈관계 질환이 발생하게 될 위험성이 증가하게 된다(유승희, 박수연, 1997). Kannel(1983)은 TC 수준이 높으면 심장 질환 발생의 독립적인 위험 요인임을 보고하였으며, 규칙적인 유산소 운동은 TC의 수준을 감소시켜 비만치료 뿐만 아니라 각종 심장질환의 예방에 효과적이라고 보고되고 있다(Nara et al., 1999; Ziogas et al., 1997).

본 연구에서 12주간 순환운동을 실시한 후 이원반복변량분석 결과 측정시기에 유의한 차이가 나타났으며, 집단 간 및 집단 내 주효과 검증 결과 운동 집단 내에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이승진, 김원중(2015)이 중년비만여성을 대상으로 12주간 저항성운동을 실시한 결과 TC가 유의하게 감소되었다는

보고와 일치하며, 이영화, 이왕록, 이영란(2014)이 중년여성을 대상으로 12주간 순환 운동을 실시한 결과 TC가 측정시기에서 유의한 차이가 나타났으며, 운동 집단 내에서 유의하게 감소되었다는 보고와 일치하며, 조기정, 이현정, 이승찬(2015)이 비만 중년여성을 대상으로 12주간 아쿠아로빅, 순환운동을 실시한 결과 TC가 측정시기에서 유의한 차이가 나타나 본 연구를 뒷받침해주고 있다. 본 연구에서 총 콜레스테롤이 감소된 것은 순환운동 후 혈중 콜레스테롤의 농도가 줄어들어 총콜레스테롤의 수치가 감소된 것으로 판단된다. 이에 순환운동이 콜레스테롤의 개선에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각된다.

혈당은 복부비만과 더불어 혈중 과콜레스테롤 여부를 진단하는 유용한 지표로 사용되며(Panagiotakos et al., 2008), 체지방 감소로 인한 인슐린 감수성 증가와 내장 지방의 감소에 의해 말초조직에서의 간의 당생성 억제능력 및 당 흡수 능력이 개선되어 혈당이 감소하는 것으로 알려져 있다(Sarafidis & Bakris, 2006). 이러한 혈당은 운동요법을 통해 세포막으로 들어가는 혈당운반 능력과 세포막의 인슐린 민감도를 향상시키며, 혈장의 인슐린 수준을 낮추게 되고 당뇨와 관련된 위험을 낮출 수 있다(Sarafidis & Bakris, 2006).

정상 체중군과 비만군 간의 혈압을 비교한 결과 수축기 및 이완기 혈압 모두 비만집단에서 높게 나타난 것으로 보고되고 있다(Choi, 2000). 비만집단에서 높아진 혈압은 유산소 능력이 높을수록 혈압저하에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되어 규칙적인 운동을 통해 유산소 능력을 높여 고혈압을 예방 및 개선시켜야 한다(Gibbons et al., 1983).

HDL-C는 동맥 혈관 벽의 콜레스테롤을 간으로 이동시키기 때문이며, HDL-C농도의 증가가 관상동맥질환의 위험요인을 감소시키기 때문에(정일규, 윤진환, 2006), 신체에 유익한 콜레스테롤로 알려져 있다(Kelley et al., 2004). 이러한 HDL-C의 수준이 낮아지면 혈중에 있는 높아진 콜레스테롤을 제거하는 능력이 감소되어 관상동맥질환, 동맥경화의 위험성이 증가하게 된다(Petersen et al., 2003). 또한, HDL-C 수치의 감소는 인슐린 저항성 및 대사증후군과 관련이 있는 것으로 보고하고 있으며(Shen et al., 2002), 운동을 통해 체지방량이 감소할 경우 HDL-C의 농도는 보다 증가한다는 보고(LeMura et al., 2000)가 있다. 이에 규칙적인 운동의 참여에 의해 HDL-C가 많은 영향을 받아 HDL-C의 수준이 향상된다고 하였다(Nieman et al.,

1990).

LDL-C는 세포와 혈관에 콜레스테롤을 축적시키는 작용을 하며(Trans et al., 1983), 이에 혈관에 축적된 콜레스테롤로 인해 관상동맥 심질환의 위험을 증가시키며, 심혈관 질환과 정적인 상관을 나타낸다고 보고하고 있다(Barter et al., 2003). TC 및 LDL-C의 감소는 심혈관계 질환을 예방하는데 효과적이므로(Hagey & Warren, 2008), 규칙적인 운동습관과 체력 수준의 증가로 심혈관계 질환을 예방하여야 한다(Pines & Berry, 2007).

위와 관련된 선행연구 결과들을 살펴보면 안용덕, 박상용(2013)은 체지방률 30% 이상인 중년비만여성을 대상으로 순환운동 프로그램을 실시하여 대사증후군 위험요인의 모든 변인에서 유의한 차이가 나타났으며, Lee & Kim(2010)이 체지방률 35% 이상인 폐경기 비만중년여성을 대상으로 16주간 하타요가를 실시하여 HDL-C를 제외한 모든 변인에서 유의한 차이가 나타난 것으로 보고하였다. 또한 장재훈, 허선(2007)이 비만중년여성을 대상으로 12주간 주 5회 스텝운동을 실시한 결과 대사증후군 위험요인의 모든 변인에서 유의한 차이가 나타났다고 보고하였으며, 강현식 등(2010)은 중년여성을 대상으로 신체활동중재를 한 결과 수축기혈압, 혈당, HDL-C에서 유의한 차이가 나타났으며, 박해찬 등(2009)은 폐경기 전·후 비만 중년여성을 대상으로 12주간 저항성 운동을 실시한 결과 HDL-C, LDL-C가 유의한 차이를 나타내었다고 보고하고 있다. 이와 같이 다양한 운동이 대사증후군 개선에 효과적임을 알 수 있다.

그러나 본 연구에서는 12주간 순환운동을 실시한 후 이원반복변량분석 결과 혈당, 수축기, 이완기 혈압, HDL-C, LDL-C 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 집단 간 및 집단 내에서도 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 모든 변인에서 전체적으로 감소하는 경향을 보였다. 이는 위의 선행 연구 및 본 연구의 가설과는 반대되는 결과로 상이한 결과가 도출된 것이다. 다수의 연구들이 운동을 통해 대사증후군 및 혈중지질이 개선되었다는 보고(강현식 등, 2010; 박해찬 등, 2010; 안용덕, 박상용, 2013; 장재훈, 허선, 2007; Lee & Kim, 2010)를 하고 있지만 항상 운동을 통해 개선이 된 것은 아니었다. 김보경 등(2015)이 8주간 요가 운동프로그램을 실시하여 혈당, 수축기 혈압, HDL-C에 유의한 차이가 나타나지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하며, 장재훈(2007)이 비만여고생을 대상으로 8주간 중량부하건

기 운동을 실시하여 수축기, 이완기 혈압 및 혈당에 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 김기정 등(2014)은 비만성인여성을 대상으로 12주간 순환운동을 실시한 결과 수축기혈압, 이완기혈압에서 유의한 차이가 나타나지 않았다고 보고하여 본 연구 결과를 지지해주고 있다. 또한 하창호, 소위영(2012)은 12주간 복합운동을 실시한 결과 수축기, 이완기 혈압, 혈당, LDL-C에서 유의한 차이가 나타나지 않았다고 보고하였으며, Stensvold 등(2010)은 비만성인 43명을 대상으로 12주간 인터발운동, 저항성 운동, 인터발 및 저항성운동을 실시한 결과 혈당, 혈압, HDL-C, LDL-C가 유의한 차이가 나타나지 않았다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침 해주고 있음을 알 수 있다.

위의 내용들을 종합해 보면 운동은 대사증후군의 개선에 효과적이지만, 모든 연구에서 개선이 되는 것이 아니라는 것을 알 수 있다. 이는 다양한 이유로 인해 이러한 결과가 나타났음을 예측할 수 있다. 첫째, 혈중 지질의 농도 변화는 운동의 형태, 시간, 강도, 빈도 등에 따라서 차이가 있는 것으로 알려져 있어(Leon & Sanchez, 2001; Steiner & Urowitz, 2009), 추후 연구에서 이러한 점을 고려하여 실시해야 될 것이라 판단된다. 둘째, 혈중 지질은 음식물에 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있으나(Williams et al., 1986), 본 연구 기간 동안 운동집단의 식사, 음주, 생활습관 등의 가외변수를 통제하지 못하였기 때문에 큰 변화가 없는 것으로 생각된다. 마지막으로 본 연구 대상자들은 비만집단임에도 불구하고 혈당, 수축기, 이완기 혈압, HDL-C, LDL-C가 정상 수준 범위 내에 있었기 때문에 큰 변화가 있기에는 한계가 있다고 생각되며, 대상자들의 연령대가 아직 20대이기에 대사증후군 수준이 낮은 단계에 있었던 것 또한 이유 중 하나라고 생각된다. 비록 큰 변화는 나타나지 않았으나, 전체적으로 감소되는 경향을 보여 운동을 통해 어느 정도 개선이 될 수 있다는 것을 알 수 있어 의미 있는 결과라고 판단되며, 추후에 대사증후군 수준이 높은 사람을 대상으로 운동을 실시한다면 보다 큰 효과가 있을 것이라 생각된다.

#### 4. 렙틴

식욕조절 호르몬으로 잘 알려진 렙틴은 발열 반응과 활동량을 증가시키며(Rigamonti et al., 2010), 주로 지방 조직에서 분비되며 시상 하부에 영향을 주어

음식 섭취 및 체지방을 조절하고 에너지 소비를 자극한다(Makhdoumi, 2014). 또한 골격근 발달 및 뇌와 호흡중추에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kraemer et al., 2002). 이러한 렵틴은 결핍되면 식욕이 증가하고 에너지 소비가 감소하여 결국 비만으로 이어지게 된다(Abdella et al., 2005). 혈중 렵틴 농도는 체내 지방량과 관련이 높아(Casimiro-Lopes et al., 2009; Williams et al., 2009), 비만한 사람에게서 더 많이 분비되는 것으로 보고되며(Haluzikova et al., 1999), 대사증후군 위험요인과도 높은 상관관계가 있다(Yu et al., 2011). 이러한 렵틴은 내장지방보다는 피하지방에서 더 많이 생성되며(Lonnqvist et al., 1997), 같은 체지방량이라도 남성보다 여성에게 2~3배가 높은 것으로 알려져 있다(Rosenbaum et al., 2001). 적절한 운동은 인슐린 감수성 증가 및 지방 분해를 촉진하여 비만을 개선시킬 수 있으며, 높아진 렵틴의 수치를 감소시킬 수 있다고 보고하였다(Makhdoumi, 2014).

본 연구에서 12주간 순환운동을 실시한 후 이월반복변량분석 결과 측정시기 및 집단과 측정시기에 따른 상호작용의 효과에서 유의한 차이가 나타났으며, 주 효과 검증결과 운동집단 내에서 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이는 Ozcelik 등(2004)가 비만 여성을 대상으로 12주간 유산소 운동을 실시한 결과 렵틴의 수치가 유의하게 감소되었다고 하였으며, Azizi(2012)는 비만여성을 대상으로 8주간 유산소 운동을 처치한 결과 운동집단에서 렵틴의 수치가 유의하게 감소되었다고 보고한 결과와 일치한다. Avazpor, Kalkhoran & Amini(2016)은 간호사를 대상으로 8주간 고강도 인터발 트레이닝을 실시한 결과 통제집단을 제외한 2개의 고강도 집단에서 렵틴의 수치가 유의하게 감소되었다고 보고하였으며, 허선(2010)은 비만중년여성을 대상으로 스텝에어로빅 운동을 실시한 결과 렵틴의 수치가 유의하게 감소되었다고 보고하였으며, 천금석 등(2011)은 유산소, 무산소, 복합운동을 실시한 결과 세 집단 모두에서 유의하게 감소하는 결과가 나타났다. 변재철(2013)은 유산소, 무산소, 순환운동을 실시한 결과 측정시기에 따른 변화에서 유의한 차이가 나타났으며, 유산소와 무산소 집단뿐만 아니라 순환운동 집단에서도 렵틴의 수치가 유의하게 감소한 것으로 나타나 본 연구결과와 선행연구가 일치 하는 것으로 나타났다.

렵틴과 관련된 선행연구들에 의하면 Van 등(2017)은 허리둘레, BMI는 렵틴과 높은 상관관계를 보였다고 하였으며, Ayina 등(2016)은 렵틴의 수치와 체지방률, 허리둘레, WHR, BMI는 높은 상관관계를 가지고 있다고 보고 하였으며, 신윤아, 임강

일, 석민화(2005)는 중년비만여성을 대상으로 12주간 복합트레이닝을 실시한 결과 체지방률, 허리둘레, HDL-C의 변화량에 따른 렙틴 농도의 변화는 유의한 상관을 나타냈었다고 보고하였다. 또한 Considine 등(1996)은 렙틴의 농도 감소는 체중, 체지방량, 부신피질 호르몬, 지방세포의 크기, 인슐린, 렙틴 저항성, 성장호르몬, 피지후와 WHR의 변화에 많은 영향을 받으며 상관관계를 보인다고 보고하였다.

Ryan 등(2000)은 유산소 운동은 에너지 소비를 촉진시킴으로써 유리지방산을 중성지방으로 합성하는 비율을 억제하고 동시에 지방 분해를 촉진하여 체중 및 체지방의 감소시키며, Leyva 등(1998)은 유산소 운동으로 인해 생긴 체지방의 변화에 따라 렙틴의 수준이 감소된다고 보고하였다. Makhdoumi(2014)은 저항성 운동은 근육세포에서 인슐린 민감성을 증가시켜 지방세포에서의 포도당 흡수가 감소하기 때문에 저항 운동에 반응하여 렙틴의 수준이 감소하게 된다고 보고하였다.

본 연구결과와 선행연구들을 종합해 보면 다양한 운동 형태로 렙틴 수준이 개선되는 것을 알 수 있다. 본 연구의 운동프로그램은 순환운동으로 체지방을 효과적으로 연소시킬 수 있는 유산소 운동요소와 인슐린 민감성을 증가시키는 저항성 운동요소로 구성되어 있어 효과적으로 렙틴의 농도를 유의하게 감소시킬 수 있었던 것으로 판단된다. 또한 본 연구는 12주간 순환운동을 통해 비만지표인 체중, 체지방량, 체지방률, BMI가 유의하게 감소되었는데, 이는 렙틴과 상관성이 높은 변인들의 변화로 렙틴의 수준 역시 유의하게 감소된 것으로 생각된다.

## VI. 결 론

본 연구는 비만여자대학생을 대상으로 12주간의 순환운동을 실시한 후 건강관련 체력, 대사증후군 위험요인 및 렙틴에 미치는 영향을 규명하는 것이다. 통제 집단 10명과 운동 집단 10명, 총 20명의 비만여자대학생이 본 연구에 참여하였다. 운동 집단은 12주간 주3회 순환운동을 실시하였으며, 통제 집단은 평소의 생활 습관을 유지하도록 하였으며, 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 신체구성은 12주간 순환운동을 실시한 후 체지방량, 체지방률이 통제 집단 내에서 유의하게 증가한 것으로 나타났으며, 운동 집단 내에서는 체중, 체지방량, 체지방률, BMI가 유의하게 감소한 것으로 나타났다.

둘째, 건강관련체력은 12주간 순환운동을 실시한 후 근지구력, 유연성, 심폐지구력이 사후에 집단 간에 유의한 차이가 나타났으며, 통제 집단 내에서 심폐지구력이 유의하게 저하되었고, 운동 집단 내에서는 근력, 근지구력, 유연성, 심폐지구력 모두 유의하게 향상된 것으로 나타났다.

셋째, 대사증후군 위험요인은 12주간 순환운동을 실시한 후 허리둘레, TG, TC가 운동 집단 내에서 유의하게 감소한 것으로 나타났으며, 혈압, 혈당, LDL-C는 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 감소하는 경향을 보였다.

넷째, 렙틴은 12주간 순환운동을 실시한 후 운동 집단 내에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면 12주간의 순환운동이 비만여자대학생에게 있어 신체구성, 건강관련체력, 대사증후군 위험요인 및 렙틴에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 추후에 대사증후군의 수준이 높은 비만여성을 대상으로 한다면 대사증후군 위험요인 개선에 보다 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 강대관(2004). 저항성운동처방이 비만 중년여성의 혈중지질과 렙틴 및 인슐린의 관련성에 관한 연구. **한국스포츠리서치**, 15(2), 1475-1484.
- 강지수, 남상남, 송윤재(2016). 12 주간의 중년비만여성의 순환하체근력운동이 신체구성 및 대사증후군요소에 미치는 영향. **전국체육대회기념**, 270-271.
- 강창균, 이만균, 임미정(2008). 10주간의 줄넘기 트레이닝이 일반 대학생의 신체구성, 체력, 혈중지질 및 인슐린 민감도에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 제47권 제1호, 359-369.
- 강현식, 박석영, 홍혜련, 하창덕, 조진경, 진영운 등(2010). 신체활동증제가 중년여성의 비만, 건강 체력, 대사증후군에 미치는 영향. **전국체육대회기념**, 126-126..
- 권영숙(2008). 여대생의 비만스트레스와 관련 요인에 관한 연구. **지역사회간호학회지**, 19(3), 431-442.
- 권호준, 선승옥(2012). 고도비만여성의 복합운동프로그램 참여가 건강관련체력과 대사증후군 위험요인에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 26(2), 1-13.
- 기선경, 백진경, 오명수, 이미숙(2015). 유·무산소 복합운동이 비만주부들의 신체구성, 건강관련체력 및 혈중지질에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 24(3), 1533-1544.
- 김규남, 주남석(2009). 원저: 운동 및 체지방량과 대사증후군과의 관계. **대한비만학회지**, 18(4), 138-145.
- 김기정, 박력, 하성, 서동일(2014). 서킷운동프로그램이 HOMA-IR 과 대사증후군 위험요인에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 16(1), 237-244.
- 김기학(1997). **체육측정평가**. 서울: 형설출판사.
- 김동일(2015). 한국 성인들의 규칙적인 걷기와 Body Mass Index 에 따른 대사증후군 위험요인에 미치는 영향: 제 5 기 국민건강영양조사 자료를 바탕으로 (2010-2012 년). **Korean J Obes**, 24(2), 108-115.
- 김동일, 강동우, 박지혜, 김은성, 김윤명, 이정아, 전용관(2014). 심폐체력, 근지구력 그리고 Body Mass Index 수준이 대사증후군에 미치는 영향. **한국체육학회**

지, 53(6), 475-484.

김동일, 김지영, 이미경, 이해동, 이지원, 전용관(2012). 한국 대학생들의 체력과 체질량지수 및 대사증후군 위험요인과의 관계: 심폐체력과 근지구력을 중심으로. **대한비만학회지**: 제, 21(2).

김동희, 국두홍, 이하얀, 김명기, 신현재(2010). 복합운동이 중년 비만 여성의 염증표지인자, Leptin 과 Adiponectin 에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 18(1), 25-30.

김미경, 박정현(2012). 대사증후군. *Journal of the Korean Medical Association*, 55(10), 1005-1013.

김보경, 이성기, 정석률(2015). 8 주간의 요가 운동 프로그램이 중년 여성의 건강 체력 및 대사증후군 인자에 미치는 영향. **한국과학예술포럼**, 20, 93-101.

김보균, 최경호(2014). 12주 서킷 웨이트 트레이닝이 비만 성인의 신체구성과 건강 관련체력에 미치는 영향. **한국엔터테인먼트 산업학회논문지**, 8(2), 75-82.

김상훈(2009). 12주간의 순환운동이 노인비만여성의 비만, 체력 및 대사증후군 지표에 미치는 영향. **한국노년학**, 29, 823-835.

김선호, 김동희, 고영호, 김성철, 최석준(2001). 저항성 운동이 비만 여중생의 혈중지질, 성장호르몬 및 인슐린양성인자-1에 미치는 영향. **한국운동생리학회**, 10(1), 57-68.

김수남, 면관무희, 김세환(2008). 유산소운동이 중년여성의 신체구성, 복부지방, 혈중지질 및 렙틴 농도에 미치는 영향. **운동영양학회지**, 12(2), 95-103.

김영준, 석재욱, 석혜경, 이경철, 최진관, 김주혁, 이윤관(2003). 유산소운동이 비만 청소년의 렙틴 및 지질농도에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 42(1), 583-591.

김원현, 김승석(2016). 12주간 복합운동이 비만 여대생의 신체조성 및 기초체력 향상에 미치는 영향. **디지털융복합연구**, 14(4), 471-478.

김종휴, 권양기, 조성환, 조현철, 최철영(2013). 12주 복합운동이 비만 중년여성의 신체구성, 혈압, 레지스틴 및 혈관 염증지표에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**, 8(2), 129-141.

김지연, 심영제(2015). 에어로빅댄스 운동이 폐경기 우울증 복부비만 여성의 대사증후군 지표에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 59(2), 701-709.

- 김찬희, 순아름(2016). 운동형태가 폐경 중년여성의 대사증후군 위험인자 및 FFA, HOMA-IR, hs CRP 에 미치는 효과. **한국여성체육학회지**, 30(2), 271-293.
- 김혜경, 김진희, 정현경(2012). 울산지역 대학생의 성별과 체중상태에 따른 건강관련 생활습관, 영양지식, 식습관 및 혈액성분의 비교. **한국영양학회**, 45(4), 336-346.
- 대한비만학회(2008). **임상비만학**. 서울: 고려의학.
- 대한비만학회(2010). **비만, 만병의 바로미터**. 대한비만학회 Fact Sheet.
- 대한비만학회(2012). **비만치료지침 2012 권고안**. 1-184.
- 박미령, 신재숙, 조은희, 허유섭(2014). 12주 복합운동이 비만중년여성의 신체구성과 인슐린저항성 및 레지스틴에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 23(1), 1273-1282.
- 박병주, 김성겸, 최재현(2016). 운동형태가 비만 여자중학생의 건강관련체력 및 혈청 지질에 미치는 영향. **한국스포츠학회지**, 14(2), 295-304.
- 박상갑, 김은희, 권유찬, 민석기, 박종환, 홍가람, 임승택(2013). 복합운동이 사르코페닉 비만 고령여성의 건강관련체력, 근량, 체지방량 및 심혈관질환 위험인자에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 22(6), 1381-1395.
- 박수현, 윤은선, 정솔지, 제세영(2011). 근력과 동맥경직도와와의 관련성. **운동과학**, 제 20권 제3호, 273-282.
- 박주영, 민현주, 김남정(2008). 26주간의 시니어 신체리듬 운동프로그램이 폐경기 노인여성의 체력과 혈중지질 및 골밀도에 미치는 영향. **대한무용학회논문집**, 57(단일호), 85-100.
- 박찬호, 최현민, 김종경, 노호성(2008). 8주간의 복합 순환 운동프로그램이 비만 여대생의 건강관련 체력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 17(4), 1345-1353.
- 박해찬, 노희태, 양정수, 이상덕, 유신환(2009). 저항성 운동이 폐경기 전·후 비만 여성의 신체구성, 혈중지질 및 근력에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 11(4), 257-265.
- 박혜순, 오상우, 강제현, 박용우, 최중명, 김용성, 등(2003). 원저: 한국인에서 대사증후군의 유병률 및 관련 요인-1998 년 국민건강영양조사를 바탕으로. **대한비만학회지**, 12(1), 1-14.

- 백창식, 김기훈, 권태동(2015). 서킷 웨이트 트레이닝이 중학생의 신체조성 및 기초 체력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 24(6), 1253-1263.
- 변재철(2013). 운동형태에 따른 비만중년여성의 신체구성, 피부두께, 혈중지질, 렙틴 및 염증반응인자에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 27(1), 13-29.
- 보건복지부(2016). **국민건강영양조사 2015년도 결과 발표**.
- 보건복지부(2017). **2008-2016 지역건강통계 한눈에 보기**.
- 서재근(2013). 서킷 트레이닝과 인터벌 트레이닝이 중년 비만여성의 신체조성에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 22(6), 1247-1258.
- 소위영, 최대혁(2009). 한국성인 여성의 혈압수준에 따른 체력의 차이. **한국노년학**, 29, 135-147.
- 송홍선, 고병구, 김광준, 박세정, 정진욱, 최문정, 이기혁(2015). 한국 중, 고등학생의 비만지수, 체력, 심혈관계위험도와와의 관련성. **체육과학연구**, 26(3), 469-478.
- 신덕수, 이창준, 노동진(2010). 걷기 및 덤벨 걷기운동이 비만 여대생의 건강관련체력과 혈중지질에 미치는 영향. **한국체육교육학회지**, 15(2), 141-159.
- 신윤아, 임강일, 석민화(2005). 복합트레이닝 프로그램이 비만인의 렙틴, 아디포넥틴 농도와 대사증후군 요인에 미치는 영향. **운동과학**, 14(4), 569-582.
- 신정훈, 김미선(2016). 걷기 운동이 중년여성의 비만도 분류에 따른 신체구성과 건강관련체력 및 대사증후군요인 변화에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 18(1), 39-46.
- 안기용, 김은성, 제갈윤석, 전용관(2010). 남자 고등학생들의 근지구력, 심폐체력과 인슐린 저항성 및 심혈관질환 위험요인의 관계. **한국생활환경학회지**, 17(4), 477-486.
- 안용덕, 박상용(2013). 순환운동이 비만중년여성의 건강관련체력과 대사증후군 위험요인 및 혈중 GH, IGF-1 변화에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 22(4), 1197-1208.
- 안의수, 이지영, 박수현, 한태경, 강현식(2006). 비만 중년 여성의 유산소운동에 따른 혈중 렙틴과 비만지표 및 심폐체력의 상관성. **운동과학**, 15(3), 247-252.
- 오수일, 황예선, 유민주(2013). 복합운동프로그램이 중년 여성의 신체구성, 건강관련체력 및 대사증후군 위험인자에 미치는 영향. **운동학 학술지**, 15(3), 91-100.

- 원영두, 조완주, 문현화(2009). 12주 걷기운동이 비만중년여성의 건강관련체력과 혈액 성분에 미치는 영향. **전국체육대회기념**, 279-279.
- 유승희, 박수연(1997). **운동처방**. 서울 태근 문화사.
- 유정식, 이만균, 강창균(2008). 석분호흡과 석분행공 수련이 중년 여성의 신체구성, 체력, 폐기능 및 혈액성분에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 47(5), 351-361.
- 윤기용, 김용진(2016). 12주간의 순환근력운동이 중년여성의 신체조성 및 기초체력에 미치는 영향. **디지털융복합연구**, 14(6), 363-370.
- 이미경, 제갈윤석, 김은성, 이승환, 전용관(2009). 과체중, 비만아동의 체질량지수, 근 지구력과 심혈관질환 위험요인의 관계. **한국체육학회지-자연과학**, 48(4), 535-543.
- 이상엽, 박혜순, 김선미, 권혁상, 김대영, 김대중, 등(2006). 종설: 한국인의 복부비만 기준을 위한 허리둘레 분별점. **대한비만학회지**, 15(1), 1-9.
- 이선익, 조영석, 양정옥(2012). 12주 복합운동이 비만 여중생의 렙틴과 인슐린에 미치는 영향. **한국데이터정보과학회지**, 23(5), 895-904.
- 이승진, 김원중(2015). 저항성운동이 중년비만여성의 인슐린저항성과 혈중 지질요인에 미치는 영향. **교사와 교육 (구 교육논집)**, 34(단일호), 17-32.
- 이승찬, 허문영, 노승덕(2017). 12주간 복합운동이 연령대별 비만여성의 신체구성 및 대사증후군인자에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 26(1), 1111-1122.
- 이영화, 이왕록, 이영란(2014). 순환운동프로그램이 중년여성의 신체구성, 혈중지질, 혈관탄성 및 근력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 23(2), 1257-1267.
- 이용배(2013). 8 주간 복합운동이 비만여대생의 신체구성, 대사증후군관련요소 및 아디포사이토카인에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 22(5), 1427-1437
- 이주영, 김주덕(2011). 여대생의 체중조절 행동과 신체태도 및 비만스트레스에 관한 연구. **한국미용학회지**, 17(3), 461-467.
- 이형우(2006). 대사증후군의 진단과 치료. **대한내과학회지**, 71(3), 463-467.
- 임승준, 신재숙, 허만동(2011). 비만중년여성의 8주간 복합운동이 대사증후군 위험인자와 Leptin, Adiponectin 및 CRP 에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 20(5), 1139-1150.
- 임승택, 정현훈(2012). 복합 운동이 비만 중년 여성의 건강관련체력과 GLP-1 에 미

- 치는 영향. **한국체육과학회지**, 21(4), 1139-1147.
- 장재훈(2007). 중량걷기운동이 비만 여고생의 신체구성과 심폐기능 및 대사증후군 지표에 미치는 효과. **한국사회체육학회지**, 29, 505-515.
- 장재훈, 허선(2007). 자연과학편: 스텝운동이 비만 중년여성의 대사증후군 지표와 인슐린 저항성 및 혈중 대사호르몬에 미치는 효과. **한국체육학회지-자연과학**, 46(2), 337-346.
- 전박근, 박원일, 최현민, 노호성, 김종경(2009). 복합 순환 운동 프로그램이 폐경 후 여성의 체력, 신체구성, 대사성증후군 위험 요인에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 18(1), 933-945.
- 전병환(2012). 근력 운동의 대사증후군 예방 효과. **한국운동재활학회지**, 8(4), 49-58.
- 전영선, 안홍석(2006). 여대생의 체형 및 체중조절에 대한 주관적 인식이 비만스트레스에 미치는 영향. **한국피부미용향장학회지**, 1(2), 13-26.
- 전용관, 임지에, 김상환, 추상희, 서상훈, 김선현, 제갈윤석(2009). 고등학교 시기 체력이 40-45세 성인기의 만성질환 위험요인에 미치는 영향에 관한 조사연구. **건강증진 사업지원단 보고서**.
- 정성림(2009). 순환운동과 유산소운동이 비만 중년여성의 대사성증후군 위험인자 및 동맥경화 지수 변화에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 18(1), 1019-1030.
- 정일규, 윤진환(2006). **휴먼 퍼포먼스와 운동생리학**. 서울: 대경북스.
- 조기정, 이현정, 이승찬(2015). 아쿠아로빅과 순환운동을 통한 스포테인먼트 개선에 관한 연구. **한국엔터테인먼트산업학회논문지**, 9(3), 201-209.
- 조완주, 임영란, 정진영(2011). 자연과학편: 요가와 저항성 운동프로그램이 비만중년 여성의 건강관련체력과 혈중지질에 미치는 영향. **한국체육학회지-자연과학**, 50(3), 571-579.
- 주선영(2013). **12주간 7515순환 운동 프로그램이 비만 중년 여성의 신체조성, 혈액변인 및 건강 체력에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문. 가천대학교 스포츠문화대학원, 경기도.
- 전금석, 성봉주, 김윤미, 고성경, 정소봉(2011). 운동프로그램 형태에 따른 비만여고생의 인슐린저항성, 염증유발지표 및 Leptin 의 변화. **체육과학연구**, 22(2),

1841-1852.

- 최미리, 이양출, 전용균(2009). 운동과학 편: 건강관련 체력수준과 혈청지질의 관련성. *한국사회체육학회지*, 37(2), 1265-1279.
- 최형규(2005). *복합운동이 성장기 여학생의 비만지표, 근력, 유연성 및 키 성장에 미치는 영향*. 고려대학교 대학원 박사학위논문.
- 최혜진(2008). 여자대학생의 혈중 렙틴 수준에 따른 심폐지구력, 신체조성 및 대사증후군 관련 인자와의 연관성. *한국여성체육학회지*, 22(1), 137-148.
- 하성, 서동열(2011). 12 weeks of combined circuit training improves physical fitness, body composition, and blood lipids in middle aged overweight women. *한국체육과학회지*, 20(5), 1015-1025.
- 하창호, 소위영(2012). 12주간의 복합운동이 여자 대학생의 신체조성과 대사증후군 위험인자에 미치는 영향. *한국체육과학회지*, 21(3), 865-875.
- 하창호, 하성, 소위영(2012). 12주간의 복합운동이 비만여성의 신체조성, 체력 및 대사증후군에 미치는 영향. *Journal of Korean Public Health Nursing*, 26(3), 417-427.
- 허선(2010). 스텝에어로빅운동이 비만 중년여성의 심혈관질환 위험요인과 염증반응 지표에 미치는 영향. *한국여성체육학회지*, 24(3), 39-48.
- 허선(2013). 12주간 유산소 운동이 중년여성의 대사증후군 위험인자와 C-반응성단백질 및 호모시스테인에 미치는 영향. *운동학 학술지*, 15(2), 105-116.
- 현석환(2012). 12주간 걷기 운동이 비만여성의 체력, 신체구성 및 혈중 지질에 미치는 영향. *한국사회안전학회지*, 8(1), 135-150.
- Abdella, N. A., Mojiminiyi, O. A., Moussa, M. A., Zaki, M., Al Mohammedi, H., Al Ozairi, E. S. S., & Al Jebely, S.(2005). Plasma leptin concentration in patients with Type 2 diabetes: relationship to cardiovascular disease risk factors and insulin resistance. *Diabetic medicine*, 22(3), 278-285.
- Ahima, R. S., & Flier, J. S.(2000). Adipose tissue as an endocrine organ. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 11(8), 327-332.
- Ahima, R. S., Prabakaran, D., Mantzoros, C., & Qu, D.(1996). Role of leptin in the neuroendocrine response to fasting. *Nature*, 382(6588), 250-255.

- Alberti, K. G. M. M., & Zimmet, P. F.(1998). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Provisional report of a WHO consultation. Diabetic medicine*, 15(7), 539-553.
- American College of Sports Medicine(2006). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription(7th ed)*. Lippincott Williams & Wilkins.
- American College of Sports Medicine(2014). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription(9th ed)*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Avazpor, S., Kalkhoran, J. F., & Amini, H. A.(2016). Effect of 8 Weeks of High Intensity Interval Training on Plasma Levels of Adiponectin and Leptin in Overweight Nurses. *Novelty in Biomedicine*, 4(3), 87-92.
- Ayina, C. N. A., Noubiap, J. J. N., Ngoa, L. S. E., Boudou, P., Gautier, J. F., Mengnjo, M. K., et. al.(2016). Association of serum leptin and adiponectin with anthropomorphic indices of obesity, blood lipids and insulin resistance in a Sub-Saharan African population. *Lipids in health and disease*, 15(1), 96.
- Azizi, M.(2012). Serum leptin and ghrelin changes induced aerobic training in healthy young females. *International Journal of Collaborative Research on Internal Medicine & Public Health*, 1257-1264.
- Barbato, K. B. G., Martins, R. D. C. V., Rodrigues, M. D. L. G., Braga, J. U., Francischetti, E. A., & Genelhu, V.(2006). Effects of greater-than-5% weight reduction on hemodynamic, metabolic and neuroendocrine profiles of grade I obese subjects. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 87(1), 12-21.
- Barter, P., Kastelein, J., Nunn, A., Hobbs, R., & Board, F. F. E.(2003). High density lipoproteins (HDLs) and atherosclerosis; the unanswered questions. *Atherosclerosis*, 168(2), 195-211.
- Bocalini, D. S., Lima, L. S., de Andrade, S., Madureira, A., Rica, R. L., Dos Santos, R. N., et al.(2012). Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. *Clin Interv Aging*, 7, 551-556.

- Botero, J. P., Shiguemoto, G. E., Prestes, J., Marin, C. T., Do Prado, W. L., Pontes, C. S., et al.(2013). Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. *J Sports Med Phys Fitness*, 53(3), 289-94.
- Bouchard, D. R., Beliaeff, S., Dionne, I. J., & Brochu, M.(2007). Fat mass but not fat-free mass is related to physical capacity in well-functioning older individuals: nutrition as a determinant of successful aging (NuAge)-the Quebec Longitudinal Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(12), 1382-1388.
- Brown, G. D., Whyte, L., Gee, M. I., Crockford, P. M., Grace, M., Oberle, K., et al.(1984). Effects of two "lipid-lowering" diets on plasma lipid levels of patients with peripheral vascular disease. *Journal of the American Dietetic Association*, 84(5), 546-550.
- Casimiro-Lopes, G., de Oliveira-Junior, A. V., Portella, E. S., Lisboa, P. C., Donangelo, C. M., de Moura, E. G., & Koury, J. C.(2009). Plasma leptin, plasma zinc, and plasma copper are associated in elite female and male judo athletes. *Biological trace element research*, 127(2), 109-115.
- Chen, H., Charlat, O., Tartaglia, L. A., Woolf, E. A., Weng, X., Ellis, S. J., et al.(1996). Evidence that the diabetes gene encodes the leptin receptor: identification of a mutation in the leptin receptor gene in db/db mice. *Cell*, 84(3), 491-495.
- Choi, Y. C.(2000). Lipid, blood pressure, glucose, and health behavior of normal group and obese group. *Unpublished master's thesis, Daegu Haany University, Daegu.*
- Christensen, J. R., Faber, A., Ekner, D., Overgaard, K., Holtermann, A., & Søgaard, K. (2011). Diet, physical exercise and cognitive behavioral training as a combined workplace based intervention to reduce body weight and increase physical capacity in health care workers-a randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 11(1), 671.

- Chung, P. K.(1995). Health related physical fitness and self-esteem of male college students in Hong Kong. *J ICHPERD*, 31(3), 23-27
- Church, T. S., Kuk, J. L., Ross, R., Priest, E. L., Biltoff, E., & Blair, S. N.(2006). Association of cardiorespiratory fitness, body mass index, and waist circumference to nonalcoholic fatty liver disease. *Gastroenterology*, 130(7), 2023-2030.
- Cioffi, J. A., Shafer, A. W., Zupancic, T. J., Smith, J. J., Mikhail, A., & Platika, D.(1996). Possible role of leptin in hematopoiesis and reproduction. *Nature Med*, 2: 585-589.
- Considine, R. V.(1997). Invited editorial on “Acute and chronic effects of exercise on leptin levels in humans”. *Journal of Applied Physiology*, 83(1), 3-4.
- Considine, R. V., Sinha, M. K., Heiman, M. L., Kriauciunas, A., Stephens, T. W., Nyce, M. R., et. al.(1996). Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal-weight and obese humans. *New England Journal of Medicine*, 334(5), 292-295.
- Czernichow, S., Bertrais, S., Blacher, J., Oppert, J. M., Galan, P., Ducimetière, P., et. al.(2005). Metabolic Syndrome in Relation to Structure and Function of Large Arteries: A Predominant Effect of Blood Pressure\* A Report From the SU. VI. MAX. Vascular Study. *American journal of hypertension*, 18(9), 1154-1160.
- Dengel, D. R., Hagberg, J. M., Coon, P. J., Drinkwater, D. T., & Goldberg, A. P.(1994). Effects of weight loss by diet alone or combined with aerobic exercise on body composition in older obese men. *Metabolism*, 43(7), 867-871.
- Despres, J. P., Lemieux, I., Bergeron, J., Pibarot, P., Mathieu, P., Larose, E., et al.(2008). Abdominal obesity and the metabolic syndrome: contribution to global cardiometabolic risk. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 28(6), 1039-1049.
- Devaraj, S., & Torok, N.(2011). Leptin: the missing link between obesity and

- heart disease?. *Atherosclerosis*, 217(2), 322-323.
- Dishman, R. K., Health, G. W., & Lee I. M.(2013). *Physical Activity Epidemiology(2nd ed)*. Human Kinetics.
- Fan, W., Boston, B. A., Kesterson, R. A., Hruby, V. J., & Cone, R. D.(1997). Role of melanocortinergetic neurons in feeding and the agouti obesity syndrome. *Nature*, 385(6612), 165-168.
- Ferreira, F. C., de Medeiros, A. I., Nicioli, C., Nunes, J. E. D., Shiguemoto, G. E., Prestes, J., et. al.(2009). Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(2), 163-171.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., et. al.(2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(7), 1334-1359.
- Gellish, R. L., Goslin, B. R., Olson, R. E., McDonald, A., Russi, G. D., & Moudgil, V. K.(2007). Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med sci sports Exerc*, 39(5), 822-829.
- Gibbons, L. W., Blair, S. N., Cooper, K. H., & Smith, M.(1983). Association between coronary heart disease risk factors and physical fitness in healthy adult women. *Circulation*, 67(5), 977-983.
- Gondim, O. S., de Camargo, V. T. N., Gutierrez, F. A., de Oliveira Martins, P. F., Passos, M. E. P., Momesso, C. M., et. al.(2015). Benefits of regular exercise on inflammatory and cardiovascular risk markers in normal weight, overweight and obese adults. *PloS one*, 10(10).
- Hagey, A. R., & Warren, M. P.(2008). Role of exercise and nutrition in menopause. *Clinical obstetrics and gynecology*, 51(3), 627-641.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., Newton, R. U., & Alen, M.(2000).

Basal concentrations and acute responses of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women. *Journals of Gerontology-Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(2), B95-105.

Haluzik, M., Haluzikova, D., Brandejský, P., Nedvidkova, J., Boudova, L., Barackova, M., & Vilikus, Z.(1999). Effect of aerobic training in top athletes on serum leptin: comparison with healthy non-athletes. *Vnitřní lékařství*, 45(1), 51-54.

Haluzikova, D., Haluzik, M., Nedvidkova, J., Boudova, L., Brandejský, P., Barackova, M., & Vilikus, Z.(1999). Effect of physical activity on serum leptin levels. *Sbornik lekarsky*, 101(1), 89-92.

Hara, T., Fujiwara, H., Nakao, H., Mimura, T., Yoshikawa, T., & Fujimoto, S.(2005). Body composition is related to increase in plasma adiponectin levels rather than training in young obese men. *European journal of applied physiology*, 94(5-6), 520-526.

Heyward. V.H.(2010) Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription. *Human Kinetics*; 2010.

Hickey, M. S., Considine, R. V., Israel, R. G., Mahar, T. L., Mccammon, M. R., Tyndall, G. L., et al.(1996). Leptin is related to body fat content in male distance runners. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 271(5), E938-E940..

Hickey, M. S., Hounard, J. A., Considine, R. V., Tyndall, G. L., Midgette, J. B., Gavigan, K. E., Weidner, M. L., McCammon, M. R., Israel, R. G., & Caro, J. F.(1997). Gender-dependant effects of exercise training on serum leptin levels in humans. *American Journal of physiology*, 272, E562-566.

Hillebrand, J. J. G., De Wied, D., & Adan, R. A. H.(2002). Neuropeptides, food intake and body weight regulation: a hypothalamic focus. *Peptides*, 23(12), 2283-2306.

Ho, S. S., Dhaliwal, S. S., Hills, A. P., & Pal, S.(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.
- Ingrid, B., Janne, E., Ola, D., & Christian, A.(1998). Leptin levels in pregnant women and newborn infants ; Gender differences and reduction during the neonatal period. *Pediatrics*, 101: 465-466.
- International Diabetes Federation.(2005). The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. *Belgium*.
- Iwashima, Y., Katsuya, T., Ishikawa, K., Ouchi, N., Ohishi, M., Sugimoto, K., et. al.(2004). Hypoadiponectinemia is an independent risk factor for hypertension. *Hypertension*, 43(6), 1318-1323.
- Jakicic, J. M., Winters, C., Lang, W., & Wing, R. R.(1999). Effects of intermittent exercise and use of home exercise equipment on adherence, weight loss, and fitness in overweight women: a randomized trial. *JAMA*, 282(16), 1554-1560.
- Kannel, W. B.(1983). High-density lipoproteins: epidemiologic profile and risks of coronary artery disease. *The American journal of cardiology*, 52(4), B9-B12.
- Kelley, G. A., Kelley, K. S., & Tran, Z. V.(2004). Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of women's health*, 13(10), 1148-1164.
- Kim, C. G., & Lee, J. S.(2016). Effect of startup circuit exercise on derivatives reactive oxygen metabolites, biological antioxidant potential levels and physical fitness of adolescents boys with intellectual disabilities. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(5), 483.
- Kim, H. J., & Lee, M. H.(2010). A study of appearance management behaviors and body exposure attitudes according to sex role identity. *Journal of the Korean Society of Costume*, 60(3), 99-109.
- Ko, I. G., & Choi, P. B.(2013). Regular exercise modulates obesity factors and

- body composition in sturdy men. *Journal of exercise rehabilitation*, 9(2), 256-262.
- Kolaczynski, J. W., Nyce, M. R., Considine, R. V., Boden, G., Nolan, J. J., Henry, R., et. al.(1996). Acute and chronic effect of insulin on leptin production in humans: studies in vivo and in vitro. *Diabetes*, 45(5), 699-701.
- Kong, Z., Sun, S., Liu, M., & Shi, Q.(2016). Short-Term High-Intensity Interval Training on Body Composition and Blood Glucose in Overweight and Obese Young Women. *Journal of diabetes research*, 2016.
- Kowalska, I., Straczkowski, M., Gorski, J., & Kinalska, I.(1999). The effect of fasting and physical exercise on plasma leptin concentrations in high-fat fed rats. *Journal of physiology and pharmacology: an official journal of the Polish Physiological Society*, 50(2), 309-320.
- Kraemer, R. R., Chu, H., & Castracane, V. D.(2002). Leptin and exercise. *Experimental Biology and Medicine*, 227(9), 701-708.
- Krasnoff, J. B., Painter, P. L., Wallace, J. P., Bass, N. M., & Merriman, R. B.(2008). Health related fitness and physical activity in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Hepatology*, 47(4), 1158-1166.
- Kwon, S.(2009). Association between abdominal obesity and cardiovascular risk factors in normal-weight Korean women. *Health care for women international*, 30(5), 447-452.
- Landt, M., Lawson, G. M., Helgeson, J. M., Davila-Roman, V. G., Ladenson, J. H., Jaffe, A. S., & Hickner, R. C.(1997). Prolonged exercise decreases serum leptin concentrations. *Metabolism*, 46(10), 1109-1112.
- Lazzer, S., Lafortuna, C., Busti, C., Galli, R., Agosti, F., & Sartorio, A.(2011). Effects of low-and high-intensity exercise training on body composition and substrate metabolism in obese adolescents. *Journal of endocrinological investigation*, 34(1), 45-52.
- Lean, M. E. J., Han, T. S., & Morrison, C. E.(1995). Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *Bmj*, 311(6998),

158-161.

- Lee, B. A., & Oh, D. J.(2015). Effect of regular swimming exercise on the physical composition, strength, and blood lipid of middle-aged women. *Journal of exercise rehabilitation*, 11(5), 266.
- Lee, H. J., Che, Y. R., & Sung, A. Y.(2002). Factors affecting weight control behaviors among the college female students with normal body weight. *Korean J Health Promot Dis Prev*, 2, 306-317.
- Lee, J. A., & Kim, D. Y.(2010). 하타요가 운동이 폐경기 비만중년여성의 렙틴농도와 대사증후군 인자에 미치는 영향. *생명과학회지*, 20(7), 1100-1106.
- Lee, S. Y., Park, H. S., Kim, D. J., Han, J. H., Kim, S. M., Cho, G. J., et al.(2007). Appropriate waist circumference cutoff points for central obesity in Korean adults. *Diabetes research and clinical practice*, 75(1), 72-80.
- LeMura, L. M., von Duvillard, S. P., Andreacci, J., Klebez, J. M., Chelland, S. A., & Russo, J.(2000). Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women. *European journal of applied physiology*, 82(5-6), 451-458.
- Leon, A. S., & Sanchez, O. A.(2001). Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(6; SUPP), S502-S515.
- Leyva, F., Godsland, I. F., Ghatei, M., Proudler, A. J., Aldis, S., Walton, C., et al.(1998). Hyperleptinemia as a component of a metabolic syndrome of cardiovascular risk. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 18(6), 928-933.
- Lonnqvist, F., Nordfors, L., Jansson, M., Thorne, A., Schalling, M., & Arner, P.(1997). Leptin secretion from adipose tissue in women. Relationship to plasma levels and gene expression. *Journal of Clinical Investigation*, 99(10), 2398.
- Ludin, A. F. M., Saat, N. Z. M., Umar, N. A., & Haari, N. M.(2015). High

- Intensity Circuit Training on Body Composition, Cardiovascular Risk Factors and Physical Fitness Status Among Overweight and Obese Female Students. *Journal of Physical Activity, Sports and Exercise*, 3(1), 40-48.
- Maffei, M., Halaas, J., Ravussin, E., Pratley, R. E., Lee, G. H., Zhang, Y., et al.(1995). Leptin levels in human and rodent: measurement of plasma leptin and ob RNA in obese and weight-reduced subjects. *Nature medicine*, 1(11), 1155-1161.
- Makhdoumi, P., Zarif-Yeganeh, M., & Hedayati, M.(2014). Physical activity and obesity related hormones. *Zahedan journal of research in medical sciences*, 16(8), 6-11.
- Matsbara, M., Maruoka, S., & Katayose, S.(2002). Inverse relationship between plasma adiponectin and leptin concentrations in normal-weight and obese women. *Eur, J, Ecdocrinol*, 147(2), 173-180.
- Matsuda, M., & Shimomura, I.(2013). Increased oxidative stress in obesity. *Obes Res Clin Pract*, 7(5), 330-341.
- Miller, G. D., Nicklas, B. J., & Loeser, R. F.(2008). Inflammatory biomarkers and physical function in older, obese adults with knee pain and self reported osteoarthritis after intensive weight loss therapy. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(4), 644-651.
- Moradichaleshtori, M., Salami, A., & Jafari, A.(2008). The effect of amount of physical activity on cardio respiratory fitness and body composition. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 4(2), 71.
- Nara, M., Kanda, T., Tsukui, S., Inukai, T., Umeda, T., Inoue, S., & Kobayashi, I.(1999). Reduction of leptin precedes fat loss from running exercise in insulin-resistant rats. *Experimental and clinical endocrinology & diabetes*, 107(07), 431-434.
- Narayanaswami, V., & Dwoskin, L. P.(2017). Obesity: Current and potential pharmacotherapeutics and targets. *Pharmacology & therapeutics*, 170, 116-147.

- National Cholesterol Education Program.(2001). Executive summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 285(19), 2486-97.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., ... & Castaneda-Sceppa, C.(2007). Physical activity and public health in older adults. Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*.
- Nieman, D. C., Haig, J. L., Fairchild, K. S., De Guia, E. D., Dizon, G. P., & Register, U. D.(1990). Reducing-diet and exercise-training effects on serum lipids and lipoproteins in mildly obese women. *The American journal of clinical nutrition*, 52(4), 640-645.
- Ordonez, F. J., Fornieles-Gonzalez, G., Camacho, A., Rosety, M. A., Rosety, I., Diaz, A. J., & Rosety-Rodriguez, M.(2013). Anti-inflammatory effect of exercise, via reduced leptin levels, in obese women with Down syndrome. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 23(3), 239-244.
- Ozcelik, O., Celik, H., Ayar, A., Serhatlioglu, S., & Kelestimur, H.(2004). Investigation of the influence of training status on the relationship between the acute exercise and serum leptin levels in obese females. *Neuroendocrinology Letters*, 25(5), 381-385.
- Panagiotakos, D. B., Pitsavos, C., Skoumas, Y., Lentzas, Y., Papadimitriou, L., Chrysohoou, C., & Stefanadis, C.(2008). Abdominal obesity, blood glucose and apolipoprotein B levels are the best predictors of the incidence of hypercholesterolemia (2001 - 2006) among healthy adults: the ATTICA Study. *Lipids in Health and disease*, 7(1), 11.
- Petersen, K. F., Befroy, D., Dufour, S., Dziura, J., Ariyan, C., Rothman, D. L., et al.(2003). Mitochondrial dysfunction in the elderly: possible role in insulin resistance. *Science*, 300(5622), 1140-1142.

- Pines, A., & Berry, E. M.(2007). Exercise in the menopause - an update. *Climacteric*, 10(sup2), 42-46.
- Reaven, G. M. (1988). Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*, 37(12), 1595-1607.
- Reaven, G. M.(2004). The metabolic syndrome or the insulin resistance syndrome different names, different concepts, and different goals. *Endoc rinol Metab Clin Nothrth Am*, 33(2), 283-303.
- Rigamonti, A. E., Agosti, F., De Col, A., Marazzi, N., Lafortuna, C. L., Cella, S. G., et. al.(2010). Changes in plasma levels of ghrelin, leptin, and other hormonal and metabolic parameters following standardized breakfast, lunch, and physical exercise before and after a multidisciplinary weight-reduction intervention in obese adolescents. *Journal of endocrinological investigation*, 33(9), 633-639.
- Roger, V. L., Go, A. S., Lloyd-Jones, D. M., Benjamin, E. J., Berry, J. D., Borden, W. B., et al.(2012). Heart disease and stroke statistics-2012 update. *Circulation*, 125(1), e2-e220.
- Rosenbaum, M., Pietrobelli, A., Vasselli, J. R., Heymsfield, S. B., & Leibel, R. L.(2001). Sexual dimorphism in circulating leptin concentrations is not accounted for by differences in adipose tissue distribution. *International journal of obesity*, 25(9), 1365.
- Roth, J. L., Mobarhan, S., & Clohisy, M.(2002). The metabolic syndrome: where are we and where do we go?. *Nutrition reviews*, 60(10), 335.
- Ryan, A. S., Pratley, R. E., Elahi, D., & Goldberg, A. P.(2000). Changes in plasma leptin and insulin action with resistive training in postmenopausal women. *International journal of obesity*, 24(1), 27.
- Salbe, A. D., Nicolson, M., & Ravussin, E.(1997). Total energy expenditure and the level of physical activity correlate with plasma leptin concentrations in five-year-old children. *Journal of Clinical Investigation*, 99(4), 592.
- Sarafidis, P. A., & Bakris, G. L.(2006). Insulin resistance, hyperinsulinemia, and

- hypertension: an epidemiologic approach. *Journal of the cardiometabolic syndrome*, 1(5), 334-344.
- Savkin, R., & Bas, A. U.(2016). The effect of pilates exercise on body composition in sedentary overweight and obese women. *The Journal of sports medicine and physical fitness*.
- Schmidt, D., Anderson, K., Graff, M., & Strutz, V.(2016). The effect of high-intensity circuit training on physical fitness. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 56(5), 534-540.
- Schwartz, M. W., Seeley, R. J., Campfield, L. A., Burn, P., & Baskin, D. G.(1996). Identification of targets of leptin action in rat hypothalamus. *Journal of Clinical Investigation*, 98(5), 1101.
- Sculthorpe, N., Herbert, P., & Grace, F. M.(2015). Low Frequency High Intensity Interval Training is an Effective Method to Improve Muscle Power in Lifelong Sedentary Aging Men: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(11), 2412-2413.
- Shen, B. J., Todaro, J. F., Niaura, R., McCaffery, J. M., Zhang, J., Spiro III, A., & Ward, K. D.(2003). Are metabolic risk factors one unified syndrome? Modeling the structure of the metabolic syndrome X. *American journal of epidemiology*, 157(8), 701-711.
- Solymoss, B. C., Bourassa, M. G., Lespérance, J., Levesque, S., Marcil, M., Varga, S., & Campeau, L.(2003). Incidence and clinical characteristics of the metabolic syndrome in patients with coronary artery disease. *Coronary artery disease*, 14(3), 207-212.
- Sperlich, B., Wallmann-Sperlich, B., Zinner, C., Von Stauffenberg, V., Losert, H., & Holmberg, H. C.(2017). Functional High-Intensity Circuit Training Improves Body Composition, Peak Oxygen Uptake, Strength, and Alters Certain Dimensions of Quality of Life in Overweight Women. *Frontiers in Physiology*, 8.
- Steiner, G., & Urowitz, M. B.(2009). Lipid profiles in patients with rheumatoid

- arthritis: mechanisms and the impact of treatment. *In Seminars in arthritis and rheumatism*, 38(5), 372–381. WB Saunders.
- Stensvold, D., Tjønnå, A. E., Skaug, E. A., Aspenes, S., Stølen, T., Wisløff, U., & Slørdahl, S. A.(2010). Strength training versus aerobic interval training to modify risk factors of metabolic syndrome. *Journal of applied physiology*, 108(4), 804–810.
- Steppan, C. M., Crawford, D. T., Chidsey–Frink, K. L., Ke, H., & Swick, A. G.(2000). Leptin is a potent stimulator of bone growth in ob/ob mice. *Regulatory peptides*, 92(1), 73–78.
- Stewart, A. L., Hays, R. D., Wells, K. B., Rogers, W. H., Spritzer, K. L., & Greenfield, S.(1994). Long–term functioning and well–being outcomes associated with physical activity and exercise in patients with chronic conditions in the Medical Outcomes Study. *Journal of clinical epidemiology*, 47(7), 719–730.
- Sziva, A., Meszaros, Z., Kiss, K., Mavroudes, M., Ng, N., & Meszaros, J.(2009). Longitudinal differences in running endurance and body mass index—a 25–year comparison. *Acta Physiologica Hungarica*, 96(3), 359–368.
- Terry, R. B., Stefanick, M. L., Haskell, W. L., & Wood, P. D.(1991). Contributions of regional adipose tissue depots to plasma lipoprotein concentrations in overweight men and women: possible protective effects of thigh fat. *Metabolism*, 40(7), 733–740.
- Thompson, P. D., Yurgalevitch, S. M., Flynn, M. M., Zmuda, J. M., Spannaus–Martin, D., Saritelli, A., et. al.(1997). Effect of prolonged exercise training without weight loss on high–density lipoprotein metabolism in overweight men. *Metabolism*, 46(2), 217–223.
- Torok, K., Szelenyi, Z., Porszasz, J., & Molnar, D.(2001). Low physical performance in obese adolescent boys with metabolic syndrome. *International journal of obesity*, 25(7), 966.
- Tran, Z. V., Weltman, A. R. T. H. U. R., Glass, G. V., & Mood, D. P.(1983).

- The effects of exercise on blood lipids and lipoproteins: a meta-analysis of studies. *Med Sci Sports Exerc*, 15(5), 393-402.
- Umamaheswari, K., Dhanalakshmi, Y., Karthik, S., John, N. A., & Sultana, R.(2017). Effect of Exercise Intensity on Body Composition in Overweight and Obese Individuals. *Indian J Physiol Pharmacol*, 61(1), 58-64.
- Van Gaal, L. F.(2006). Long-term health considerations in schizophrenia: metabolic effects and the role of abdominal adiposity. *European Neuropsychopharmacology*, 16, S142-S148.
- Van Zyl, S., van der Merwe, L. J., van Rooyen, F. C., Joubert, G., & Walsh, C. M.(2017). The relationship between obesity, leptin, adiponectin and the components of metabolic syndrome in urban African women, Free State, South Africa. *South African Journal of Clinical Nutrition*, 1-6.
- Villareal, D. T., Miller, B. V., Banks, M., Fontana, L., Sinacore, D. R., & Klein, S. (2006). Effect of lifestyle intervention on metabolic coronary heart disease risk factors in obese older adults. *The American journal of clinical nutrition*, 84(6), 1317-1323.
- Watson, A. M., Poloyac, S. M., Howard, G., & Blouin, R. A.(1999). Effect of leptin on cytochrome P-450, conjugation, and antioxidant enzymes in the ob/ob mouse. *Drug Metabolism and Disposition*, 27(6), 695-700.
- Weigle, D. S., Duell, P. B., Connor, W. E., Steiner, R. A., Soules, M. R., & Kuijper, J. L.(1997). Effect of Fasting, Refeeding, and Dietary Fat Restriction on Plasma Leptin Levels 1. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 82(2), 561-565.
- Weiss, E. P., Racette, S. B., Villareal, D. T., Fontana, L., Steger-May, K., Schechtman, K. B., et. al.(2007). Lower extremity muscle size and strength and aerobic capacity decrease with caloric restriction but not with exercise-induced weight loss. *Journal of Applied Physiology*, 102(2), 634-640.
- Williams, K. W., Scott, M. M., & Elmquist, J. K.(2009). From observation to

- experimentation: leptin action in the mediobasal hypothalamus. *The American journal of clinical nutrition*, 89(3), 985S-990S.
- Williams, P. T., Krauss, R. M., Wood, P. D., Lindgren, F. T., Giotas, C., & Vranizan, K. M.(1986). Lipoprotein subfractions of runners and sedentary men. *Metabolism*, 35(1), 45-52.
- Wilson, P. W., Kannel, W. B., Silbershatz, H., & D'agostino, R. B.(1999). Clustering of metabolic factors and coronary heart disease. *Archives of internal medicine*, 159(10), 1104-1109.
- World Health Organization(2000). The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment.
- World Health Organization(2016). *Fact Sheet*. Obesity and overweight.
- Yoo, H. J.(2007). Visceral obesity. *Journal of Korean Medical Association*, 50(8), 725-728.
- Yoo, Y. K., Kim, S. K., & Song, M. S.(2013). Effects of muscular and aqua aerobic combined exercise on metabolic indices in elderly women with metabolic syndrome. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 17(4), 133.
- Yoshimatsu, H., Itateyma, E., Kondou, S., Tajima, D., & Himeno, k., Hidka, S.(1996). Hypothalamic neuronal histamine as a target of leptin in feeding behavior. *Diabetes*, 48, 2286-2291
- Yu, D., Yu, Z., Sun, Q., Sun, L., Li, H., Song, J., et. al.(2011). Effects of body fat on the associations of high-molecular-weight adiponectin, leptin and soluble leptin receptor with metabolic syndrome in Chinese. *PloS one*, 6(2).
- Zhang, Y., Liu, J., Yao, J., Ji, G., Qian, L., Wang, J., et. al.(2014). Obesity: pathophysiology and intervention. *Nutrients*, 6(11), 5153-5183.
- Zhang, Y., Proenca, R., Maffei, M., Barone, M., Leopold, L., & Friedman, J. M.(1994). Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature*, 372; 425-432.
- Zhou, B., Wu, Y., Yang, J., Li, Y., Zhang, H., & Zhao, L.(2002). Overweight is an

independent risk factor for cardiovascular disease in Chinese populations.

*Obesity reviews*, 3(3), 147-156.

Ziogas, G. G., Thomas, T. R., & Harris, W. S.(1997). Exercise training, postprandial hypertriglyceridemia, and LDL subfraction distribution. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(8), 986-991.

<Abstract>

**The Effect of Circuit Training on Health-related Physical Fitness,  
Metabolic Syndrome Risk Factors and Leptin in Obese  
Female College Students**

**Kim, Ji-Woon**

**Physical Education Major  
Jeju National University  
Jeju, Korea**

**Supervised by professor Kim, Young-Pyo**

The purpose of this study was to investigate the effect of circuit training on health-related physical fitness, metabolic syndrome risk factors and leptin after having obese female college students participate in the circuit training program for 12 weeks. Among the 20 subjects, ten were randomly assigned to the control group and ten to the exercise group. Circuit training program took 12 weeks with three 60-minute sessions per week. The control group did not participate in any program. Health-related Physical Fitness, Metabolic Syndrome risk factors and leptin were measured twice, before and after the program, and the mean and standard deviation of the factors were calculated using SASW ver.18.0. The study conducted two-way repeated ANOVA to verify the difference between the groups and the period of program, paired t-test to verify the significant difference of each groups before and after the program and independent t-test

---

※ This thesis submitted to the Committee of the Graduate School of Education, Jeju National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of education in August, 2017.

to verify the difference between the groups. The level of significant was set at  $\alpha=.05$  for all hypotheses. As a result of this study, for the body composition, fat mass and percent body fat increased significantly for the control group, whereas body weight, fat mass, percent body fat, and BMI decreased significantly for the exercise group after 12 weeks. Related to health-related physical fitness, the two groups showed significant differences in muscle endurance, flexibility, and cardiovascular endurance after 12 weeks. Cardiovascular endurance decreased significantly for the control group, whereas muscular strength, muscle endurance, flexibility and cardiovascular endurance increased significantly for the exercise group. For the metabolic syndrome risk factors, waist measurement, TG, and TC decreased significantly, and blood pressure, blood glucose, LDL-C did not show any significant difference, but showed the tendency of decreasing for the exercise group after 12 weeks. For the leptin decreased significantly for the exercise group after 12weeks. Considering these findings, the 12 weeks circuit training positively affected obese female college students health-related physical fitness, metabolic syndrome risk factors, and leptin. Afterward, if it is aimed at obese women who have high levels of metabolic syndrome, circuit training will have much more positive impact.