creative commons

COMMONS DEED

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

dCollection

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[UCI]I804:24011-200000267496

2019학년도 8월
교육학석사(체육교육)학위논문

유산소운동이 비만 중년여성의 혈중지질, Irisin 및 Leptin에 미치는 영향

조선대학교 교육대학원

체 육 교 육 전 공

이 복 남

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

유산소운동이 비만 중년여성의 혈중지질, Irisin 및 Leptin에 미치는 영향

The Effects of Aerobic Exercise on Blood Lipids, Irisin and Leptin in Obese Middle-aged Women

2019년 08월

조선대학교 교육대학원

체 육 교 육

이 복 남

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

유산소운동이 비만 중년여성의 혈중지질, Irisin 및 Leptin에 미치는 영향

지도교수 송 채 훈

이 논문을 교육학석사(체육교육)학위 청구논문으로 제출함

2019년 4월 `

조선대학교 교육대학원

체육 교육 전공

이 복 남

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이복남의 교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 조선대학교 교수 서영환 인

심사위원 조선대학교 교수 안용덕 인

심사위원 조선대학교 교수 송채훈 인

2019년 6월

조선대학교 교육대학원

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

ABSTRACT

Ⅰ. 서론 ····· 1

1. 연구의 필요성 ····· 1
2. 연구목적 ····· 4
3. 연구가설 ····· 4
4. 연구의 제한점 ····· 5

Ⅱ. 이론적 배경 ····· 6

1. 이리신(Irisin) ····· 6
2. 렙틴(Leptin) ····· 10

Ⅲ. 연구방법 ····· 12

1. 연구대상 ····· 12
2. 측정항목 및 방법 ····· 13
   1) 혈중지질 검사 ····· 13
   2) Irisin 검사 ····· 13
   3) Leptin 검사 ····· 13
3. 운동프로그램 ····· 14
4. 자료처리 ····· 14

Ⅳ. 연구결과 ····· 15

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

A. 혈중지질의 변화 ····· 15
1. 총 콜레스테롤의 변화 ····· 15
2. 중성지방의 변화 ····· 16
3. 고밀도 지단백 콜레스테롤의 변화 ····· 17
4. 저밀도 지단백 콜레스테롤의 변화 ····· 18
B. Irisin의 변화 ····· 19
C. Leptin의 변화 ····· 20

Ⅴ. 논 의 ····· 21
A. 유산소 운동 전후 혈중지질의 변화 ····· 21
B. 유산소 운동 전후 Irisin의 변화 ····· 23
C. 유산소 운동 전후 Leptin의 변화 ····· 26

Ⅵ. 결론 ····· 28

참고문헌 ····· 29

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 목 차

<표 1> 연구대상자의 일반적 특성 ····· 12
<표 2> 운동 프로그램 ····· 14
<표 3> TC 변화에 대한 결과 ····· 15
<표 4> TG 변화에 대한 결과 ····· 16
<표 5> HDL-C 변화에 대한 결과 ····· 17
<표 6> LDL-C 변화에 대한 결과 ····· 18
<표 7> Irisin 변화에 대한 결과 ····· 19
<표 8> Leptin 변화에 대한 결과 ····· 20

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

ABSTRACT

The Effects of Aerobic Exercise on Blood Lipids, Irisin and Leptin in Obese Middle-aged Women

Lee, Bok-Nam
Advisor : Prof. Song, Chae Hoon Ph.D.
Department on Physical Education
Graduate School of Education, Chosun University

In this study, 12 weeks of aerobic exercise was conducted in middle-aged women aged 45 to 55 years with a body fat rate of 30% or more to determine the effects of blood lipids, irisin and leptin.

First, changes in blood lipid before and after aerobic exercise showed statistically significant differences in the exercise group: TC (p.01), TG (p.001), HDL-C (p.001), and LDL-C (p.01).

Second, before and after the aerobic movement, Irisin showed a statistically significant difference in the exercise group ($p<.001$).

Third, before and after aerobic exercise, Leptin showed a statistically significant difference in the exercise group ($p<.001$).

The results show that rehabilitation exercise improves the muscle function and function index of the knee joints for athletes with knee injury history.

Injury is a burden on athletes, but the rehabilitation exercise of this study

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

suggests that the improvement of knee muscle function and knee function index maximizes the potential of muscles and dry units, and these results can help to return to the sports scene quickly. However, there was no statistically significant improvement in the control group of this study, but the improvement of the variation was shown because the subject of the study was an athlete, which is considered to be the result of physical activity other than the exercise program of this study.

Based on this study, it is thought that continuous research will be needed on the exercise effect according to various exercise items and exercise characteristics by increasing the sample number of subjects and subdividing the period to verify the short-term exercise effect.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

I. 서 론

1. 연구의 필요성

사회와 경제의 발전으로 인간의 삶이 보다 편리하고 풍요로워 짐에 따라 점점 비만 인구가 증가하고 있는데, 세계보건기구의 보고에 따르면 2014년 세계 성인 인구의 약 13%가 비만으로 보고되고 있으며, 비만을 세계 전염병이라고 정의하고 있다(WHO, 2015). 우리나라의 경우 국민건강보험공단의 통계에 따르면 2013년 국내 비만 인구는 약 300만 명에 이르며, 여성의 경우 약 130만 명으로 비만 인구 전체의 35%가 이에 해당된다고 한다. 이중 젊은 여성의 비만 비율은 약 12만 명으로 전체 비율로 보았을 때 그리 높지 않은 수치이나 연령이 증가함에 따라 남성에 비해 여성의 비만 비율이 급격히 증가하는 추세이고(국민건강보험공단, 2014), 비만이 지속될 경우 인슐린 저항성과 함께 여러 합병증의 위험요인이 될 수 있기 때문에(Pederstn, 2013), 모든 연령대에서 비만에 대한 관리가 중요하다고 보고되고 있다. 또한 2000년, 세계보건기구에서는 비만 인구의 증가가 만성질환 발병률의 증가로 이어질 수 있기 때문에 빠른 개선이 필요한 질병 중 하나로 비만을 지목하여 비만에 대한 개선을 촉구하고 있다(WHO, 2000).

중년기는 신체기능의 변화가 심하게 나타나는 시기이며, 동시에 성공적인 노화를 준비하는 시기라는 점에서 매우 중요하다. 특히, 중년 여성은 남성과 달리 폐경을 겪으면서 급격한 신체적. 심리적 변화를 경험하게 되며, 가정과 직장에서의 역할 갈등 문제, 그리고 여성으로서의 상실감으로 인하여 우울증을 경험하게 되는 등(김영복 등, 2003) 다양한 건강상의 문제를 겪게 되는데 운동은 체력의 향상을 통하여 중년여성의 생활만족도를 제고시킨다고 하였다(Mesch et al., 2006). 중년의 경우 복부주변에 체지방이 축적되는데 이는 폐경에 따른 에스트로겐수치 저하로 인해 신진대사가 감소되고 대퇴 쪽에 있던 지방이 신진대사가 활발한 복부 쪽으로 이동하여 복부비만의 형태로 이어지게 되는 것이다(Tchernof et al., 1998).

중년여성들의 비만은 당뇨, 고혈압, 이상지질혈증(Dyslipidemia), 중성지방(Triglyceride:TG)이 높고, 고밀도 지단백콜레스테롤(High Lipoprotein-Cholesterol:

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

HDL-C)이 낮은 경우 심혈관 질환 위험성을 증가시킨다(김시화 등, 2014). 실제로 우리나라는 심혈관계 질환 원인으로 인한 사망 순위가 남, 여 모두 2, 3위를 차지하고 있어 국민 보건 및 건강에 큰 영향을 미치고 있다(보건복지부, 2013).

심혈관계 질환 중 이상지질혈증은 중년 비만 여성에게 더욱 치명적인데, 동맥경화증(Arteriosclerosis) 및 관상동맥 질환을 유발하여 뇌 또는 심장질환 위험성을 증가시킨다. 특히, 혈중지질인 총 콜레스테롤(Total Cholesterol: TC)과 중성지방의 증가가 원인이 되며 연령, 성별, 신체구성, 혈압, 유전, 비만 등의 영향을 받는다(조완주, 2012).

콜레스테롤 수치가 높을수록 관상동맥질환 위험성이 증가하고 낮을수록 관상동맥질환 위험성이 감소하면 중성지방 등의 혈중지질 수치를 정상수준으로 유지시켜주어 발생빈도가 높은 동맥경화와 고혈압, 심혈관질환등의 발병 위험성을 감소시킨다(Bamett et al., 2003).

우리 몸의 지방조직은 백색지방과 갈색지방 두 가지의 서로 다른 내분비작용을 하는 지방세포로 구분할 수 있는데, 백색지방(White Adipose Tissue: WAT)은 대부분의 지방을 포함하며 세포내에 중성지방을 축적하고 여러 아디포카인을 분비하는 역할을 한다(Fenzl & Kiefer, 2014). Leptin은 아디포카인으로 지방조직에서 분비되는 대표적인 물질인데 비만과 관련된 에너지 섭취증가에 영향을 미치고 체중과 포만감을 조절하는 역할을 한다(Irwin et al., 2005). 또한 정상체중인 사람보다 비만인 사람에게서 혈중 농노가 높게 나타나는데(Gondim et al., 2015), 이는 Leptin이 주로 백색지방에서 생성되고 지방세포가 클수록 더 많은 Leptin을 생산하기 때문이라고 볼 수 있으며(Hamilton et al., 1995), 증가된 Leptin은 장기적인 운동을 통한 체지방량의 감소에 의해 감소될 수 있다고(Kohrt et al., 1996) 여러 선행연구들에서 보고되고 있다(Westerterp et al., 2004).

갈색지방은(Brown Adipose Tissue: BAT)은 열 생산을 통해 체온조절과 에너지 소비에 관여하며(Fenzl & Kiefer, 2014), 비만과 저 체온증을 방어하기 위한 에너지 항상성 및 열생산의 역할을 담당한다(Lee et al., 2012). 또한 다른 조직들보다 더 많은 양의 열 생성이 가능하며(Symonds, 2013), 당뇨와 비만을 개선하는데 유용한 조직으로 알려지고 있다(Cypess et al., 2009).

최근 Irisin이라는 호르몬이 갈색지방의 발현에 영향을 미친다는 연구결과들이 보고되

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

고 있으며, Irisin이 백색지방을 갈색지방화 시키는 Browning 현상을 매개하는 역할을 한다고 알려져 왔다(Novelle, 2013). Irisin은 근육에서 분비되는 마이오카인의 여러 인자들 중 하나이며, 마이오카인은 근육에서 생성, 분비되는 싸이토카인을 말하는데(Pedersen, 2011) 대사질환, 제2형 당뇨, 비만에 긍정적인 효과를 가져올 수 있다고 보고되고 있다(Soa, 2014). 이렇듯 Irisin과 Leptin은 우리 몸의 각기 다른 두 종류의 지방세포에서 분비되어 인체에 영향을 미치고, 운동훈련으로 인하 효과로 비만개선에 긍정적인 효과를 볼 수 있다고 사료된다. 그러나 Leptin과 다르게 Irisin에 대한 연구들은 주로 남성을 대상으로 특정 연령대의 연구가 대부분이고(Besse-Patin et al., 2013; Kraemer et al., 2013; Northjeim et al., 2013) 중년 여성을 대상으로 한 연구는 부족한 실정이다.

Irisin은 발견초기 유산소 운동 시 증가될 수 있다는 연구결과 들이 보고되었으며 혈액, 타액에 의해 확인할 수 있다(Kraemer et al., 2013). 또한 최근 저항 운동이 Irisin의 농도가 가장 많이 증가되었다는 연구결과도 있으며(Tsuchiya et al., 2015) 이와는 반대로 운동을 통해 발현의 증가가 없었다는 연구들도 함께 보고되고 있기 때문에(Bess-Patin, 2014) 유산소 운동으로 혈중지질의 개선과 함께 아디포카인인 Leptin과 마이오카인인 Irisin의 변화를 관찰하고 운동의 효과에 대해 명확하게 규명되지 않은 Irisin에 대해 더 많은 연구의 필요성이 있어 실시하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 연구목적

본 연구는 비만 중년여성을 대상으로 규칙적인 유산소성 운동을 적용할 경우 혈중지질, Irisin 및 Leptin의 변화를 관찰하여, 운동의 효과에 따른 각 변인들의 변화를 규명하는데 그 목적이 있다.

3. 연구가설

이 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 가설을 설정하여 이를 검증하고자 한다.

1. 유산소 운동 적용 전·후 혈중지질의 변화에 차이가 있을 것이다.
   1-1. TC의 변화에 차이가 있을 것이다.
   1-2. TG의 변화에 차이가 있을 것이다.
   1-3. HDL-C의 변화에 차이가 있을 것이다.
   1-4. LDL-C의 변화에 차이가 있을 것이다.

2. 유산소 운동 적용 전·후 Irisin의 변화에 차이가 있을 것이다.
3. 유산소 운동 적용 전·후 Leptin의 변화에 차이가 있을 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

4. 연구의 제한점

본 연구를 수행하는데 다음과 같은 제한점을 두었다.

1. 본 연구의 대상은 G 광역시에 거주하며, 특별한 운동경험이 없는 체지방률이 30% 이상인 45~55세 비만 중년여성으로 제한하였다.

2. 본 연구에서 실시한 유산소운동 이외 피험자들의 일상생활과 심리적 변인은 완전하게 통제하지 못하였다.

3. 본 연구의 참여자는 도시에 거주하며 문화, 경제, 생활 및 환경이 군(君)지역의 거주자와 다르기 때문에 전체를 대표로 표본화시키는 데는 제한점이 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅱ. 이론적 배경

1. 이리신(Irisin)

1) Irisin의 작용기전

Irisin은 백색지방을 Browning시켜 에너지 저장소의 기능을 줄이고 지방을 에너지원으로 사용하는 역할을 하게하는 호르몬이다(Novelle et al., 2013). Browning이란 백색지방을 갈색지방화 시키는 것을 말하는데 PGC-1*a* mRNA의 발현이 증가됨에 따라 FNDC5 mRNA의 발현이 증가되어 Irisn의 증가를 유도하고, 백색지방의 Browning에 영향을 미친다(Huh et al., 2012). Irisin의 발현은 Peroxisome proliferator-activated receptor *r*coactovator-1*a*(PGC-1*a)*와 fibronectin type Ⅲ domain contaning 5 protein(FNDC5)의 활성에 의해 일어나며, 갈색지방 세포 내 마이토콘드리아 내막에서 양성자 수송 사슬(Transport protons chain)을 떠돌아다니는 UCP1을 활성화 시켜 ATP를 증가시키고 열에너지를 발생시킨다. 이것은 결국 에너지 소비량을 증가시켜 체중감소를 유도하게 된다(Novelle et al., 2013).

FNDC5는 신호 펩타이드로써 fibronectin type ⅢdomainⅢ과 Hydrophobic C-terminal domain으로 구성되며(Ferrer-Martinez et al., 2002), 이 구조는 type Ⅰ막 단백질 구조에서 발견되었기 때문에, 단백질 절단과 FNDC5ㄱ사 방출되는 가설이 세워졌다. 이러한 가설에서, FNDC5는 FNDC5를 방출세포를 포함한 배지(media)에서 면역블롯법(immunoblot)에 의해 검출되었으며, C-말단에 flag tag된 FNDC-5는 검출되지 않았는데 이는 절단과 방출을 의미한다. 이후의 수정이 이루어진 후에 112개의 아미노산으로 이루어진 펩티드인 FNDC5의 분비 부분은 그리스 여신 Iris의 이름을 따라 Irisin이라 명명되었다(Bostrom et al., 2012).

FNDC5는 막(membrane)단백질로써 가수분해 되어 폴리펩타이드로 분해되어 분비되고, Irisin은 체내에서 백색지방의 세포배양을 통해 Browning을 발생시키거나 UCP1 발현을 유발하게 되는 것이다(Zhang et al., 2014). 한편 Albrecht 등(2015)의

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

연구에서 Irisin을 검출하는 키트(kit)에 오류가 있다고 보고하면서, Irisin의 존재여부에 대한 확실성이 떨어지는 듯 하였으나, Jedrychowski등(2015)의 연구에서 질량분석법(mass spectrometry)을 이용하여 그 존재 사실을 확실하게 입증하였으며, Irisin의 운동효과를 입증하기 위해 좌식생활을 하는 20대 남성과 12주 동안 강도 높은 유산소트레이닝을 실시한 20대 남성을 비교한 결과 좌식생활을 하는 남성보다 운동을 실시한 그룹에서 더 많은 양의 Irisin이 검출되는 결과를 보고하면서 다시 Irisin의 운동효과에 대한 연구가 활발해 질 것으로 보여 진다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2) Irisin과 갈색지방

지방조직은 백색지방과 갈색지방 두 가지 지방세포로 구분할 수 있는데, 서로 다른 내분비작용을 한다. 백색지방(White Adipose Tissue: WAT)은 주로 흰색지방세포로 되어 있고, 단일 세포내 지질과 핵주변의 세포에 위치해 있다(Fenzl & Kiefer, 2014). 또한 지방조직에는 많은 혈관들이 분포하여 있으며, *B*세포, 비만세포, 조절T세포, 대식세포, 백혈구, 림프구를 포함하는 수많은 면역세포가 존재한다(Tsilloulis & Watt, 2015). 백색지방은 중성지방의 형태로 많은 에너지를 저장할 수 있어 높은 에너지 수요 시 유리지방산으로 방출되어 순환이 가능하고(Attie & Scherer, 2009) 체내에서 단열재의 역할과 충격으로부터 장기를 보호해주며(Trayhurn, 2007), 염증, 혈관생성, 신진대사에 관련된 아디포카인을 분비하는 역할을 하지만(Rosen & Spiegelman, 2006), 지방조직의 과잉 축적은 비만으로 이어질 수 있다(백일영, 2013).

백색지방이 주로 지방저장기능을 하는 것과는 달리, 갈색지방은 Uncoupling Protein-1(UCP1)의 발현으로 인해 갈색지방이(Brown Adipose Tissue:BAT)에너지를 소비해 열을 발생시키는데, 이것을 비떨림 열발생(non-shivering thermogenesis: NST)이라고 한다(Canon & Nedergaard, 2004). 이는 UCP1이 ATP의 생성 없이 마이토콘드리아 내로 전자를 이동시켜 열생성을 가능하게하기 때문에 발생되는 것이며(Arbuthnott E, 1989), 일반적으로 열생성의 초기 기전은 추위에 노출되어 몸떨림이 생기면 골격근에 의해 열 방출이 되면서 열생성이 활성화되고 이 과정을 떨림 열생성(Shivering thermogenesis:ST)이라고 하며, 시상하부에 의해 조절된다. 포유류의 경우 오랜 기간 동안 추위에 노출되면 떨림 열생성은 비떨림 열생성으로 전환되고 갈색지방 조직의 특정 대사 작용에 의해 추위에 노출된 조건에서 근육의 수축을 필요로 하지 않게 되며, 갈색지방조직의 마이토콘드리아에서 UCP1의 높은 발현에 의해 발생한다(Morrison et al., 2012). 갈색지방은 동면을 하는 동물 및 유아에서 처음 발견되었으며, 중심부의 체온을 유지하는데 도움을 준다(Rasmusset et al., 2013).

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3) Irisin과 운동

Irisin에 대한 운동의 효과는 초기 발견과는 다르게 의견이 분분하다. Bostrom 등(2012)에 의해 처음 Irisin이 발견되었을 당시 쥐와 인간에게서 혈중에 존재한다고 발표하였으며 10주간의 지구력 운동 트레이닝을 통해 발현량의 증가를 보고하였다(Bostrom et al., 2012). 하지만 Timmons 등(2012)은 6주 동안 싸이클을 통한 지구력 트레이닝을 실시한 결과 Irisin의 증가가 나타나지 않았다는 결과를 보고하면서 Bostrom등(2012)과 정반대의 연구결과를 보고하였다. 그 이후 운동의 효과가 있다는 여러 연구결과들(JAydin et al., 2013; Kraemer et al., 2013; Norheim et al., 2013)을 비롯한 운동의 효과가 없다는 연구결과들(Hofmann et al., 2014; Aydin et al., 2013; Besse-Patin et al., 2013; Hecksteden et al., 2013)도 함께 보고되면서 Irisin의 운동에 대한 효과에 대해 의견이 일치되지 않은 상황이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 렙티(Leptin)

1) Leptin의 작용기전

Leptin은 비만유전자에 의해 코딩되는 167개의 아미노산으로 이루어진 단백질이며(Brennan et al., 2006), 혈장에서 유리되거나 leptin 결합 단백질(leptin binding proteinL LBP)에 결합된 형태로 순환하고, 정상인에게는 LBP의 형태로, 비만인에게서는 유리 형태로 순환한다고 보고되고 있다(Shinha et al., 1996).

Leptin은 중추신경계와 말초조직에서 Leptin수용체들에 의해 결합되는데(Fei et al., 1997), 6개의 Leptin수용체의 아형(ObRa, ObRb, ObRc, ObRd, ObRe, ObRf)이 존재한다(Wang et al., 1998).

각각의 아형들은 상동 도메인을 갖고 있지만, Alternative mRNA Splcing 때문에 각각의 수용체들은 고유의 스퀸스와 길이를 갖으며(Tertaglia, 1997), ObRa, ObRc, ObRd, ObRf의 단형(short isoform)과 ObRb의 장형(long isoform)으로 분류된다(Hileman et al., 2002). 단형인 ObRa와 ObRc는 blood-brain barrier를 통한 Leptin의 운반에 중요한 역할을 하며(Holeman et al., 2002), 장형인 ObRb는 주로 중추신경계를 통해 Leptin 신호에 주로 반응하고(Bjorbaek et al., 1998), 음식 섭취와 에너지 항상성 및 신경 내분비기능을 조절하기 때문에 시상하부에서 중요한 역할을 한다(Gao et al., 2008). Leptin은 시상하부의 활꼴핵(Arcuate Nucleus)의 *α*-melanocyte 자극호르몬(*α*-MSH)을 만드는 Pro-Opiomelanocortin(POMC) 신경세포의 ObRb를 활성화시키면 교감신경을 항진 시키고 hypophysiotropic 호르몬의 분비를 증가시켜 대사를 증가시키는 한편, 활꼴핵 내의 식욕을 증가시키는 기능을 하는 Neuropeptide Y/agouti-ted peptide 신경세포를 억제하고 측시상하부 신경세포의 MC4수용체를 활성화 시켜 식욕을 억제시키게 된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2) Leptin과 체중조절

Leptin은 체중과 포만감을 조절하는 역할을 하며 주로 지방세포에 의해 분비되며(Considine & Caro, 1997), 크기가 작은 세포보다 크기가 큰 지방세포에서 더 많은 Leptin을 생산한다(Hamilton et al., 1995). 또한 지방함량 및 영양 상태에 비례해 분비됨으로써 시상하부에 식욕을 억제하는 신호를 전달해(Ahima & Flier, 2000) 섭취를 감소시키고 열 발생을 증가시키는 점을 보았을 때(Banks, 2004) 혈중 Leptin 농도의 증가가 음식 섭취 억제를 유도하며 체중조절 메카니즘에 관여한다고 볼 수 있다(Friedman & Halaas, 1998).

지방세포에 의해 생산되는 혈중 Leptin의 농도는 체지방에 비례하고(Fredmann, 2014), 총 체지방량과 혈중 Leptin사이에 강한 상관관계가 존재한다고 보고되고 있는 것을 보았을 때(Thomas et al., 2000), 인간에게서 지방조직의 질량이 혈중 Leptin 농도의 주요한 결정 요인이 된다고 볼 수 있다(Maffei et al., 1995).

Leptin은 마른 사람보다 과체중이거나 비만한 사람에게서 더 높은 순환수준을 가지며 비만과 관련이 있다(Irwin et al., 2005). 또한 비만한 정도와 혈중 Leptin 농도 사이에 높은 정적상관을 가지고 있다고 보고되고 있고 이는 체지방 증가에 따라 Leptin수용체의 저항이 증가하기 때문인 것으로 보고 있다(Caro et al., 1996). 증가된 Leptin저항은 유산소성 운동을 포함한 다른 형태의 운동에 의해 개선될 수 있으며(Essig et al., 2000), 장기적인 운동훈련의 효과로 인한 체지방량의 감소로 인해 혈중 Leptin 농도를 감소시킬수 있다고 보고되고 있다(Kohrt et al., 1996). 또한 Gondim등(2015)은 규칙적인 운동은 과체중과 비만한 사람의 혈중 Leptin 농도를 감소시킬 수 있다고 보고하였으며, 유산소 운동과 저항 운동 훈련에 의해 혈중 Leptin 수준을 감소시킬 수 있다(Ko& Choi, 2013).

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 G 광역시에 거주하는 45~55세 중년여성으로서 규칙적인 운동을 하지 않고, 약물을 복용하지 않은 체지방율 30%이상 비만 중년 여성 30명을 선정한 후 운동유형과 방법에 대하여 설명하고, 운동그룹과 통제그룹으로 각 15명씩 무선배정 하였다.

구체적인 연구대상자의 일반적 특성은 <표 1>과 같다.

<표 1> 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자	연령(세)	신장(cm)	체중(kg)	체지방율(%)
운동군(n=15)	49.53±2.94	159.70±2.37	64.48±2.76	33.19±1.23
통제군(n=15)	50.40±2.19	160.02±2.55	65.42±1.93	34.62±1.83

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 측정항목 및 방법

1) 혈중지질 검사

채혈은 12시간 공복 후, 안정 된 상태에서 수중운동프로그램 시작 전과 12주 후에 채혈하였다. 총콜레스테롤(Total cholesterol: TC)검사 방법은 효소법으로 측정기기는 ADVIA1650으로 실시하였으며, 시약은 Pureauto S CHO-N을 이용하였다. HDL-C(High Density Lipoprotein; HDL-C)은 선택저해법(Selective inhibition)으로 분석하였으며, 시약은 Cholestest N-HDL을 사용하였다. LDL-C(Low Density Lipoprotein; LDL-C)은 직접법으로 분석하였으며, 시약은 Cholestest LDL을 사용하였다. 중성지방(Triglyceride: TG)은 효소법으로 분석하였으며, 시약은 Pureauto S TG-N을 사용하였다.

2) Irisin 검사

Irisin은 EDTA Tube를 이용하여 Plasma 1.0㎖의 검체를 채혈한 후 충훈히 Miixing한 뒤 원심분리기(Microspin, Hanil, Korea)를 이용하여 3000rpm으로 10분 동안 원심분리한 뒤 분리된 상층액을 Microtube에 옮겼으며, Microplate Reader(VERSA Max, Molecular device, USA)장비를 이용하여 Irisin, Recombinant(Human, Mouse, Rat) EIA Kit로 ELISA(Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) 방법을 이용해 분석하였다.

3 Leptin 검사

Leptin은 SST Tube를 이용하여 Serum 1.0㎖의 검체를 채혈한 후 상온에서 30분 잇강 Clotting 후 원심분리기(Microspin, Hanil, Korea)를 이용하여 3000rpm으로 10분 동안 원심분리한 뒤 분리된 상층액을 Microtube에 옮겼으며, *r*-Counter(COBRA 5010 Quantum, PACKARD, USA)장비를 사용하여 Human Leptin RIA kit로 RIA(Radioimmunoassay)방법을 이용해 분석하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 운동프로그램

본 연구에서 적용한 유산소 운동에 참여하는 피험자들은 최대하운동부하검사를 실시하여 산출된 목표심박수 수치를 토대로 4주 단위로 40%~65%에서 점진적으로 운동 강도를 증가시켜 나갔으며, 운동기간은 12주로 하였다. 운동빈도는 주 3회(월, 수, 금) 실시했으며, 운동 실시 전, 후 스트레칭과 체조 등 약 10분간 준비운동과 정리운동을 실시하였다. 걷기운동시간은 약 60분 정도로 오후 3-5시 사이에 운동을 실시하였으며, ACSM(2013)의 규정에 의거 유산소운동 수행 시 Polar Heart Rate Analyzer(Polar Electro OY, Filand)를 착용하여 목표심박수 범위 내에서 실시하였다. 운동 프로그램은 <표 3>과 같다.

<표 2> 운동 프로그램

구성	운동내용	시간	운동 빈도	운동강도
준비 운동	스트레칭	10min	3days/week	40-65% THR
본 운동	걷기운동	40min		
정리 운동	스트레칭	10min		

4. 자료처리

본 연구의 측정 자료는 통계프로그램인 SPSS Version 21.0을 이용하여 각 집단과 시점별 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였으며, 집단내 사전 사후검사의 차이를 알아보기 위해 대응표본 t 검증을 이용하였다. 집단과 측정 시기별 차이검증을 위하여 two-way ANOVA with repeated measure를 실시하였으며, 유의수준은 α=.05로 하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅳ. 연구결과

A. 혈중지질의 변화

1. 총 콜레스테롤(Total cholesterol: TC)의 변화

<표 4>에서 보는 바와 같이 TC의 변화는 운동군에서 운동 전 214.90±22.39mg/dL에서 운동 후 204.50±19.82mg/dL로 감소하여, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.01). 통제군에서는 사전 209.70±19.02mg/dL에서 사후 208.20±17.67mg/dL으로 감소하였지만 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

<표 3> TC 변화에 대한 결과 단위 : ㎎/㎗

군	사전검사	사후검사	t	p
운동군	205.84±12.24	195.70±8.50	5.762	.000
통제군	199.22±9.71	199.32±9.81	-2.694	.017

평균±표준편차(Mean±SD) * p<.05 ** p<.01 *** p<.001

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 중성지방(Triglyceride: TG)에 대한 변화

<표 5>에서 보는 바와 같이 TG의 변화는 운동군에서 운동 전 143.50±14.87mg/dL에서 운동 후 120.50±10.74mg/dL로 감소하여, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.001). 통제군에서는 사전 150.90±15.66mg/dL에서 사후 146.10±14.35mg/dL로 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 4> TG 변화에 대한 결과 단위 : ㎎/㎗

군	사전검사	사후검사	t	p
운동군	159.42±8.25	154.51±6.31	4.941	.000
통제군	174.98±6.99	175.26±7.33	-1.949	.072

평균±표준편차(Mean±SD) * p<.05 ** p<.01 *** p<.001

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 고밀도 지단백 콜레스테롤(High density lipoprotein cholesterol: HDL-C)의 변화의 변화

<표 31>에서 보는 바와 같이 HDL-C의 변화는 운동군에서 운동 전 44.60±2.79g/dL에서 운동 후 50.40±4.14mg/dL로 증가하여, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.001). 통제군에서는 사전 44.80±5.14mg/dL에서 사후 45.00±4.24mg/dL로 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 5> HDL-C 변화에 대한 결과 단위 : ㎎/㎗

군	사전검사	사후검사	t	p
운동군	49.54±2.83	54.46±3.62	-6.719	.000
통제군	51.16±2.98	51.02±3.11	2.585	.022

평균±표준편차(Mean±SD) * p<.05 ** p<.01 *** p<.001

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

4. 저밀도 지단백 콜레스테롤(Low density lipoprotein cholesterol: LDL-C)에 대한 변화

<표 34>에서 보는 바와 같이 LDL-C의 변화는 운동군에서 운동 전 127.20±9.65g/dL에서 운동 후 103.00±11.75mg/dL로 감소하여, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 (p<.001). 통제군에서는 사전 131.30±9.66mg/dL에서 사후 130.90±10.14mg/dL로 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 6> LDL-C 변화에 대한 결과 단위 : ㎎/㎗

군	사전검사	사후검사	t	p
운동군	136.10±5.12	128.39±7.66	6.135	.000
통제군	147.88±7.98	148.06±7.99	-2.685	.018

평균±표준편차(Mean±SD) * p<.05 ** p<.01 *** p<.001

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. Irisin의 변화

<표 12>에서 보는 바와 같이 스파이크 스피드의 변화는 운동군에서 운동 전 69.33±2.02km/s에서 운동 후 69.77±2.05km/s으로 증가하여, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.001). 통제군에서는 사전 67.17±2.26km/s에서 사후 66.73±2.69km/s으로 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 7> Irisin의 변화에 대한 결과 단위 : ㎎/㎗

군	사전검사	사후검사	t	p
운동군	8.46±.84	10.02±.77	-8.967	.000
통제군	8.49±.82	8.28±.84	2.597	.021

평균±표준편차(Mean±SD)

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

C. Leptin의 변화

<표 12>에서 보는 바와 같이 스파이크 스피드의 변화는 운동군에서 운동 전 69.33±2.02km/s에서 운동 후 69.77±2.05km/s으로 증가하여, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.001). 통제군에서는 사전 67.17±2.26km/s에서 사후 66.73±2.69km/s으로 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 8> Leptin의 변화에 대한 결과 단위 : ng/mL

군	사전검사	사후검사	t	p
운동군	9.54±.96	8.04±.79	7.887	.000
통제군	9.53±1.25	9.59±1.28	-2.806	.014

평균±표준편차(Mean±SD)

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

V. 논 의

본 연구는 유산소운동이 비만 중년여성들의 혈중지질, Irisin 및 Leptin에 미치는 영향을 분석함으로서 유산소 운동의 혈중지질, Irisin 및 Leptin의 개선 효과에 대한 기초자료를 제공하기 위하여 12주간 실시한 연구결과에 대해 다음과 같이 논의해 보고자 한다.

A. 유산소 운동 전후 혈중지질의 변화

비만으로 인한 체내에 과도한 지방조직의 축적은 지방대사와 매우 밀접한 연관성이 있으며, 혈중지질에도 영향을 미쳐 비만과 관련된 질환의 발병률을 증가시킨다(Lemura & Maziekas, 2002). American College of Sports Medicine(2014)에서는 과체중과 비만인 사람을 위한 운동처방으로 중강도의(HRR 40~60%)의 유산소 운동을 주당 150분에서 300분을 권장하고 있다. 마찬가지로 미국 보건복지부의 Health People(2010)에서도 중강도의 운동을 매일 30분씩, 주 5회 실시할 것을 권장하고 있으며, 다양한 유산소 운동 중에서도 걷기는 가장 쉽게 접할 수 있는 운동 방법으로 특별한 기구나 기술을 필요로 하지 않아 일반적인 건강을 위한 운동으로 널리 권장된다고 하였다(Kosmadakis et al., 2012). 유산소운동은 혈중지질 개선과 심혈관질환의 예방에 효과적이며, 지방대사를 활성시켜 중성지방과 콜레스테롤 수치를 낮추고 HDL-C를 증가시키는 것으로 보고하고 있다(유재희, 조현숙, 2009).

혈중지질 변화에 의해 이상지질혈증을 판단할 수 있는데 이상지질혈증이란 고밀도 지단백(HDL-C)의 감소와 총 콜레스테롤(TC), 중성지방(TG), 저밀도 지단백(LDL-C)이 증가한 상태를 말하며(Real, 2009), 비만으로 인하 합병증 중 하나이다(Romero et al., 2013). 또한 만성적인 높은 혈중 콜레스테롤 수치는 관상동맥 질환과 관련이 있으며(Lloyd-Jones et al., 2014), 높은 TC와 LDL-C 그리고 낮은 HDL-C의 수치는 죽상경화증의 위험을 높인다고 보고되고 있다(Koro et al., 2006). 국내의 경우 이상지질혈증 중 하나인 고콜레스테롤협증의 유병률은 여자가 남자에

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

비해 더 높다고 보고되고 있으며, 30~40대에는 남자의 유병률이 높았으나, 50세 이후에는 여자가 더 높은 것으로 보고되었다(국민건강통계, 2014).

본 연구에서는 12주간 유산소운동 후 운동군에서 TC(p<.001), HDL-C(p<.001), LDL-C(p<.001), TG(p<.001)에서 통계적으로 긍정적인 변화가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 일반적으로 유산소 운동시 체중감량과 함께 혈중지질의 긍정적인 개선을 가져온다는 선행연구들과 일치한다(Kellet et al., 2012; Zorba et al., 2011; Ben Qunis et al., 2008; Park et al., 2003).

Harangi et al(2009)은 HDL-C는 심혈관질환을 증가시키는 콜레스테롤을 제거하는 방어기능의 역할을 수행하며 유산소운동을 통해 향상시킨다고 주장하였고, Koutroumpi et al(2008)은 유산소운동을 실시한 결과, TG, LDL-C의 감소와 HDL-C이 증가하였고, 권세정과 양승원(2015)은 16주간 요가와 걷기 운동을 실시한 결과 LDL-C, HDL-C, TC에 유의하게 차이를 나타냈으며, 김상훈(2009)은 고령여성을 간헐적인 걷기 운동을 실시한 결과 TG, LDL-C, 그리고 혈당에서 유의하게 감소하였다고 보고하였다. 또한 김수남 등(2008)은 중년여성을 대상으로 유산소 운동 트레이닝을 실시한 결과 중성지방의 농도가 감소한다고 보고하였으며, Clapp & Kiess(2000)는 유산소 운동을 실시한 결과 TG의 농도 감소에 긍정적인영향을 미친다고 보고하였다.

그러나 Huttunen(1982)dms 운동을 통한 혈중지질의 개선이 몇몇에게 나타나지만 그 변화가 체중감소만의 단독적인 이유가 되지 않기 때문에 운동에 의한 혈중지질 변화의 메커니즘이 명확하지 않다고 하였다. 또한 Wood 등(1984)의 연구에서 12주 미만의 트레이닝 기간을 설정한 대부분의 연구에서 트레이닝에 의한 HDL-C변화가 나타나지 않았고 12주 이상의 연구에서는 대부분 유의한 개선이 나타났다고 보고한 것을 보았을 때, 본 연구의 유산소 운동이 12주간 진행된 점을 비추어 볼 때 본 연구의 운동프로그램이 운동프로그램이 혈중지질의 변화에 긍정적인 영향을 미추었다고 생각된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. 유산소 운동 전후 Irisin의 변화

운동에 의해 유발되는 Irisin은 비만 및 당뇨병과 같은 대사성 질병의 조절에 관련된 역할 뿐만 아니라 골대사 및 뇌 신경병성질환과도 관련이 있다(Chen, Li, Liu & Jia, 2016). 골격근이나 심장근에서 PGC-1*a*의 발현 하에 생성이 촉진되는 FNDC5의 불녕ㄹ 결과로 Irisin은 생성되며(Castillo-Quan, 2012). 일반적으로 근육조직에서 주로 합성되고 분자량은 12kDa이다(Tsuchiya et al., 2014). 운동은 FNDC5 유전자의 발현을 유도하여 Irisin 발현 수준을 향상시킬 수 있으며, 해마에서FNDC5 유전자의 발현을 유도한다(Wrann et al., 2013). Irisin과 같은 근육 내 운동 유발성 마이오카인의 분비와 방출은 해마 조직의 치아이랑에서 BDNF의 합성을 조절할 수 있다(Wrann et al., 2013).

Irisin의 전구체인 PGC-1*a*는 미토콘드리아 생합성의 기능을 가지고 있기 때문에 뉴론에 방어적 기능을 하고, DNA와 결합능력이 없으므로 에스트로겐 결합 수용체(estrigen receptor related receptor, ERR*a*)와 관련이 있다. 운동은 뇌에서 ERR*a*의 발현을 상향 조절할 수 있으며(ende, Huss, Schaeffer, Giguere, & Kelley, 2005), PGC-1*a*의 발현은 ERR*a* 발현의 증가를 유도한다. ERR*a*와 PGC-1*a*의 이상은 FNDC5의 발현 감소로 이어지며, 이로 인한 ERR*a*의 감소는 PGC-1*a*에의해 유도된 FNDC5 유전자 발현을 차단할 수 있다(Chen et al., 2016). PGC-1*a*의 발현은 해마의 수상돌기를 증가시키고 시냅스의 분화를 증가시키지만, 감소는 가시돌기형성과 시냅스 형성을 억제하며(Cheng et al., 2012), PGC-1*a*의 결핍은 뇌의 신경퇴행성 변화를 유발시켜 파키슨병 및 헌팅턴병과 유사한 증상을 나타낸다(Tsunemi & La Spada, 2012).

FNDC5 mRNA는 중간뇌, 뇌교, 소뇌 및 후각신경구 뿐만 아니라 해마 조직을 포함한 뇌 조직에 광범위하게 분포되어 있으며(Ferrer-Martinez et al., 2002), 수상돌기 형성에 관여한다,(Cheng et al., 2012). FNDC5 유전자의 발현은 해마에서 BDNFmRNA 수준의 증가를 가져오며(Wrann et al., 2013), 해마는 알츠하이머 질환의 주요 부위라는 점에서 볼 때 운동유발을 통한 신경재생은 알츠하이머, 파킨슨 병

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

및 또 다른 신경 퇴행성 질환으로 인한 뇌 손상을 줄일 수 있다(Chen et al., 2016).

Irisin은 에너지 필요 상태에서만 증가하고(Novelle et al., 2013), 운동프로그램이 대상자의 일상생활에 필요한 에너지보다 더 많은 에너지를 필요로 할 때 높게 발현된다(Kuster et al., 2017). Irisin은 초기 발견 당시 쥐와 인간에게서 혈중에 존재하며, 지구력 운동 트레이닝을 통한 발현의 증가를 보고하였다(Bostom et al., 2012). 그 후 유산소운동에 의한 발현의 증가를 보고한 연구(Aydin et al., 2013; Kraemer et al., 2013; Norheim et al., 213)들이 보고되었지만 운동의 효과가 없다는 연구들(Hormann et al., 2014; Besse-Patin et al., 2013; Hecksteden et al., 2013)이 보고되면서 Irisin의 운동효과에 대해 아직 확실하게 규명되지 않은 상태이다.

본 연구에서는 12주간 유산소운동 후 Irisin이 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.001).

이성수와 소용석(2014)은 12주간 여성 노인을 대상으로 트레드밀 걷기운동을 40~60%HRR로 실시한 결과 Irisin 수준이 유의하게 증가하였다고 보고하였으며, 여성 노인을 대상으로 고무밴드 저항운동과 자가 운동을 12주간 실시한 결과 저항운동을 Irisin 수준을 증가시키는데 효율적인 방법으로 보고되었다(Kim et al., 2015).

이러한 연구 결과는 본 연구의 결과와 일치하였으며, Irisin이 운동유발성 마이오카인이라는 사실을 확인할 수 있었다.

Irisin 수준은 급격한 신체활동 후에 상승하지만 운동프로그램에 따라 지속적으로 상승하지 않고, 운동 후 에 일시적으로 증가한 뒤 24시간 이내에 초기 수준으로 돌아온다(Huh et al., 2014). 성인남녀를 대상으로 특별한 운동중재 없이 12시간 관찰 결과 Irisin수준은 변화가 없고, 운동 후 60분에 지구성운동과 저항성 운동 모두 최고 수준을 나타냈으며, 지구성운동과 저항성 운동은 안정시에 비하여 6시간 동안 높은 Irisin 수준을 유지하였다(Tsuchiya et al., 2015). 운동 중에 Irisin 수준의 변화는 50분에 가장 높고, 중강도의 지구성 운동 후 120분까지 안정시 수준 이상으로 나타났으며, 고강도 인터벌 운동은 운동 후 15분에 안정시 수준으로 회복 되었다(,Winn et al., 2017). 그러나 일회성 운동과 장기간의 운동간에 Irisin 수준의 차이는 없다는

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

결과가 있다(Loffler et al., 2015). 이러한 결과들을 볼 때, 본 연구에서 실시한 유산소 운동이 중강도의 60분간 실시하여 Irisin 수준에 긍정적인 영향을 준 것으로 생각되며, 혈액 채취 시점에 따라 Irisin 발현의 양상이 다르게 나타날 수 있다는점을 고려해볼 때 추후 연구에서는 운동후 혈액을 채취하면 연구결과게 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

C. 유산소 운동 전후 Leptin의 변화

Leptin은 시상하부에 작용하여 식욕을 저하시키고 열량 소모를 증가시켜 에너지 조절에 중요한 역할을 하며, 비만의 원인과 개선에 있어 중요한 지표로 인식되고 있다(Tritos & Mantzoros, 1997). Leptin의 생성과 분비의 증가는 지방세포수와 크기에 비례하고, BMI와 체지방량과 같은 비만 지표들이 혈중 Leptin 농도에 중요한 영향을 주는 것으로 보고되고 있다(Ruige et al., 1999). Leptin을 정상마우스나 ob/ob 마우스에 투여하면 산소소비량, 체온, 활동성, 교감신경 활성 등이 증가하는 반면(Pelleymounter, 1995; Collins, 1996), 지방조직의 중량감소와 간에서의 글리코겐 감소에 의해 간 중량이 감소된다(Levin, 1996). 이와 같은 사실을 통하여 Leptin이 에너지 대사에 직접적으로 작용됨을 알 수 있으며. 여러 선행연구들의 결과에 따르면 혈중 Leptin의 농도는 정상인에 비해 비만인에게서 높게 나타나는데, 체지방의 증가에 따라 Leptin 수용체의 저항이 증가하기 때문에 비만의 정도와 혈중 Leptin 농도가 높은 정적상관을 가지고 있는 것으로 보고되고 있다(Reinehr et al., 2005).

본 연구에서는 12주간 유산소운동 후 Leptin이 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.001$).

이러한 결과는 비만인에게 유산소 운동을 통해 혈중 Leptin 의 감소를 보고한 여러 연구 결과와 일치하며(Salvadori et al., 2015; Hopkins et al., 2014), Leptin이 주로 지방세포에서 분비되고(Considine & Caro, 1997) BMI, 체지방량, 체지방률와 강한 정적 상관관계를 가지고 있는 것을 보았을 때(Choi, 2008; Thomas et al., 2000) 유산소 운동을 통한 체지방량 감소에 따라 혈중Leptin 농도가 긍정적으로 변한 것이라 사료된다. 또한 비만 여중생을 대상으로 10주간의 덤벨체조를 실시하여 Leptin의 농도가 감소했다는 연구결과(김선호, 2001)와 폐경 비만 여성 15명에게 저항성 운동프로그램을 실시하여 Leptin이 36% 감소했다는 Ryan등(2000)의 연구 결과와 일치하였다. 그러나 단기간 운동을 통해 Leptin 농도 변화에 유의한 차이가 없다는 Racette 등(1997), 신창호(2002), Hermardez 등(1999)의 연구 결과와는 상반된 결과를 가져왔다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

성봉주 등(2000)은 비만 남자 청소년 12명을 대상으로 식단일지 작성으로 통한 식이제한을 병행하여 수영을 최대심박수의 60~80%강도로 주 4회 씩 8주간 실시한 결과 운동 전에 비해 감소하였지만 통계적으로 유의하지는 않았다고 보고하였으며, 김상원(1999)은 비만 초등학생 16명을 대상으로 최대 산소섭취량의 50~75% 강도로 12주간 실시한 결과 유의하게 감소하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 12주간의 운동 후 운동군에서 Leptin이 통계적으로 유의하게 변화되었는데 Leptin농도의 긍정적인 변화를 가져오기 위해서는 10주 이상의 장기간의 운동기간이 필요하며 일회성이나 단기간의 운동으로는 Leptin의 변화를 가져 올수 없는 것으로 판단된다.

이상의 결과를 볼 때 본 연구에서 실시한 12주간의 중강도 유산소 운동이 비만 중년여서으이 혈중지질, Irisin, Leptin을 긍정적인 변화를 나타내는데 효과가 있었으며 이러한 운동프로그램을 지속적으로 이용한다면 비만 중년 여성들이 스스로 바람직한 건강행위를 습득하여 지속적인 비만 조절 프로그램을 통해 성인병을 예방하는데 기여할 것으로 사료된다. 또한 추후 연구에서는 운동과 함께 적절한 식이요법이 함께 적용된다면 더 효과적인 비만 관리 프로그램을 적용할 있을 것으로 판단된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅵ. 결 론

본 연구에서는 체지방율 30% 이상의 45~55세 비만 중년 여성을 대상으로 12주간 유산소 운동을 실시하여 혈중 지질, Irisin 및 Leptin에 미치는 영향을 규명하는 연구로 연구결과에 따라 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 유산소운동 전후 혈중지질의 변화에서 운동군은 TC(p<.01), TG(p<.001), HDL-C(p<.001), LDL-C(p<.01)이 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

둘째, 유산소운동 전후 Irisin는 운동군에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.001).

셋째, 유산소운동 전후 Leptin는 운동군에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.001).

이상의 결과를 종합해 볼 때, 무릎 손상 병력을 보유한 운동선수들에게 재활 운동이 슬관절의 근기능 및 기능지수를 향상 시키는 것으로 나타났다.

부상은 운동 선수들에게 큰 부담을 주는 요인이나 본 연구의 재활 운동을 적용한 결과 슬관절 근기능과 슬관절 기능지수의 향상은 근육과 건 단위의 잠재력을 극대화 시켜준 결과로 사료되며 이러한 결과는 스포츠 현장에 빠른 복귀를 도와줄 수 있을 것으로 생각된다. 하지만, 본 연구의 통제군에서도 통계적으로 유의한 향상은 없었으나 변인별 향상은 보였는데 이는 연구의 대상이 운동선수라는 점에서 본 연구의 운동 프로그램외 신체활동에 결과로 인한 것으로 사료된다.

본 연구결과를 바탕으로 후속 연구에서는 대상자의 표본 수를 늘리고, 단기간의 운동효과를 검증하기 위하여 기간을 세분화 하며 다양한 운동 종목과 운동 특성에 따른 운동 효과에 관하여 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참 고 문 헌

국민건강보험공단(2014). 건강검진통계: 연령별 체질량 분포 현황.

국민건강통계(2014). 건강형태 및 만성질환 통계: 비만.

권세정, 양승원(2015). 요가와 걷기운동이 노인 비만 남성의 심혈관질환 위험인자, 노화지표, 스프레스 호르몬에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 61, 531-538.

김상원(1999). 운동프로그램이 비만아동의 렙틴, 혈중지질, 유산소 능력 및 신체조성에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 단국대학교 대학원.

김상훈(2009). 간헐적인 걷기가 고령여성의 건강관련체력과 대사증후군 위험요인에 미치는 영향. 한국노년학, 29(4), 1397-1411.

김선호(2001). 유산소성 운동과 저항성 운동이 비만 여중생의 신체조성, 혈중지질, 렙틴 및 Anabolic hormone 에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 전남대학교 대학원.

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

김시화, 유옥경, 변문선, 차연수, 박태선(2014). 대사증후군의 위험요소를 가진 중년여성의 체중관리 프로그램의 효과. 대한비만학회, 23(2), 106-115.

김영복, 김혜경, 김명(2003). 성인 여성의 체질량지수(BMI)에 따른 건강증진행위 및 건강신념 비교. 한국발육발달학회지, 11(3), 45-55.

백일영(2013). 건강과 운동. 청송.

백일영(2013). 건강과운동. 서울: 연세대학교 대학출문화원.

보건복지부(2013). 보건복지백서.

성봉주, 김창규, 이성윤, 김상우, 배윤정(2000). Detraining과 Retraining이 비만청소년의 신체구성에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지 18(1), 126-138.

신창호(2001). β_3-아드레날린 수용체 유전자 다형성이 대사조절 호르몬과 신체구성

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.

유재희, 조현숙(2009). 복합운동과 걷기운동 프로그램이 여대생의 체구성, 건강상태 지각 및 스트레스에 미치는 효과 비교 -마른 비만 대상자를 중심으로-. 보건교육건강증진학회지, 26(4), 93-105.

이성수, 소용석(2014). 지구성 운동이 노인 여성의 인지기능 Irisin 및 BDNF에 미치는 영향. 한국체육학회지, 23(6), 1149-1160.

조완주(2012). 트레드밀 걷기운동과 수중운동 병행이 비만중년여성의 체력과 혈중지질에 미치는 영향. 한국스포츠학회지, 10(1), 361-372.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ahima R. S., Flier, J. S.(2000). Adipose tissue as an endocrine organ. Trends Endocrinol Metab. 2000 Oct: 11(8); 327-332.

Albrecht, E., Norheim, F., Thiede, B., Holen, T., Ohashi, T., Schering, L., Lee, S., Brenmoehl, J., Thomas, S., Drevon, C. A., Erickson, H. P., Maak, S.(2015). Irisin-a myth rather than an exercise-inducible myokine. Sci Rep. Mar 9;5:8889.

American College of Sports Medicine.(2014). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription(9th ed). Lippincott Williams & Wikins. Philadelphia.

Arbuthnott E.(1989). Brown adipose tissue; structure and function. Proc Nutr Soc. Jul; 48(2); 177-182.

Attie, A. D., Scherer, P. E.(2009). Adipocyte metabolism and obesity. J Lipid. 50(suppl):S395-399.

Aydin S., Aydin S., Kulogu, T., Yilmaz, M., Kalayci, M., Sahin, I., Cicek, D.(2013). Alteration of irisin concentrations in saliva and serum of obese and normal-weight subjects, before and after 45 min of a Turkish bath or runnins. Peptides. Dec: 50: 13-18.

Banks, W. A.(2004). The many lives of leptin. Peptides. Mar;25(3). 331-338.

Ben Ouins O, Elloumi M, Ben Chiekh, Zbidi A, Amri M, Lac G, Tabka Z.(2008). Effects of two-month physical - endurance and diet-restriction programmes on lipid profiles and insulin resistance in obese adolescent boys. Diabetes Metab. Dec; 34(6 pt 1): 595-600.

Besse-Patin A., Montastier, E., Vinel C., Castan-Laurell, I., Louche, K., Dray, C., Daviaud, D., Mir, L., Marques, M. A., Thalamas, C., Valet, P., Langin, C., Moro, C., Viguerie, N.(2013). Effect of endurance training

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

on skeletal muscle myokine expression in obese men: identification of apelin as a novel myokine. Int J Obes(Lond). 2014 May: 38(5): 707-713. Int J Obes(Lond). Epub 2013 Aug 27.

Bjorbaek, C., Elmquist, J. K., Michi, P., Ahima, R. S., Van Bueren, A., McCall, A. L., Flier, J. S.(1998). Expression of leptin receptor isoforms in rat brain microvessels. Endocrinology, 139(8), 3485-3491.

Bostrom, P., Wu, J., Jedrychowski, M. P., Korde, A., Ye, L., Lo, J. C., Rasbach, K. A., Bostrom, E. A., Choi, S, Hojlund, J., Gugi, S. P., Spiegelman, B. M. A PGC1-*a*-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis.(2012). Nature. Jan 11: 481(7382):463-468.

Brennan, A. M., Mantzoros, C. S.(2006). Drug Insight: the role of leptin in human physiology and pathophysiology-emerging clinical applications. Nat Clin Pract Endocrinol Matab. 318-327.

Cannon, B., Nedergaard, J.(2004). Brown adipose tissue: function and physiological significance. Physiol Rev. 84: 277-359.

Caro, J. F., Kolaczynski, J. W., Nyce, M. R., Ohannesian J. P., Opentanova, I., Goldman, W. H., Lynn, R. B., Zhang, P. L., Sinha, M. K., Considine, R. V.(1996). Decreased cerebrospinal0fluid/serum leptin ratio in obesity: a possible mechanism for leptin resistance. Lancer. 20:348(9021): 159-161.

Castillo-'Quan, J. I(2010). From white to brown fat through the PGC-1*a*-dependent myokine irisin: implications for diabetes. Disease models & Mechanisms. 5(3), 293-295.

Chen, N., Li, Q., Liu, J., & Jia, S.(2016). Irisin an exercise-induced myokine as a metabolic regulator: an update narrative review.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Diabetes/matabolism research and reviews. 32(1), 51-59.

Cheng, A., Wan, R., Yang, J. L., Kamimura, N., Son, T. G., Ouyang, X., Luo, Y., Okun, E., & Mattson, M. P.(2012). Involvement of PGC-1*a* in the formation and maintenance of neuronal dendritic spines. NAture communications, 3. 1250.

Clapp, J. F., & Kiess, W.(2000). Effects of pregnancy and exercise on concentration of the metabolic marks tumor necrosis factor alpha and leptin. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 182(2), 30-36.

Collins, S, & Surwit, R.(1996)., Pharmacoloigic manipolation of ob expression in a dietary model of obesity. J. Biol. Chem, 271: 9437～9440.

Condisine, R. V., Caro J. F.(1997). Leptin and the regulation of body weight. Int J Biochem Cell Biol. 29: 1255-1272.

Cypess, A. M., Lehman, S., Williams, G., Tal, I., Rodman, D., Goldfine, A. B., Kuo, F. C., Palmer, E. L., Tseng, Y. H., Doria, A., Kolodnt, G. M., Kahn, C. R.(2009). Identification and importance of brown adipose tissue in adult humans. N Engl J Med. 360(15): 1509-1517.

Essing, D. A., Alderson, N. L., Ferguson, M. A., Bartoli, W. P., Durstin, J. L.(2000). Delayed effects of exercise on the plasma leptin concentration. Metabolism. 49(3): 395-399.

Fei, H., Okano, H. J., Li, C., Lee, G. H., Zhao, C., Darnell, R., Friedman, J. M.(1997). Anatomic localization of alternatively spliced leptin remeptors(Ob-R) in mouse brain and other wissues. Proc Natl Acad Sci USA. Jun, 24: 94(13): 7001-7005.

Fenzl, A., Kiefer. F. W.(2014). Brown adipose tissue and thermogenesis. Horm Mol Biol Clin Inversting. Jul, 19(1), 25-37.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ferrer-Martinez, A., Ruiz-Lozano, P., Chien, K. R.(2002). Mouse Prp: a novel peroxisomal protein linked to myoblast differentiation and development. Dev Dyn, Jun: 224(2), 154-167.

Gao, Q., Horvath, T. L.(2008). Cross-talk between estrogen and leptin signaling in the hypothalamus. Am J Physiol Endocrinol Metab. May: 294(5), E817-826.

Gondim, O. S., Camargo, V. T., Gutierrez, F. A., Martins, P. F., Passos, M. E., Momesso, C. M., Santos, V. C., Gorjao, R., Pithon-Curi, T. C., Cury-Boaventura, M. F.(2015). Benefits of regular Exercise on Inflammatory and Cardiovascular Risk Markers in Normal Weight. Overweight and obese Adults. PLoS One. Oct, 16:10(10); e0140596.

Hamilton B. S., Paglia, D., Kwan A. Y., Deitel, M.(1995). Increased obese mRNA expression in omental fat cells from massively obese humans. Nat Med. 1: 953-956.

Harangi, M., Seres, I., Harangi, J., & Paragh, G.(2009). Benefits and difficults in measuring HDL subfractions and human paraoxonase-1 activity during statin treatment. Cardiovascular Drugs and Therapy.26(6), 1706-1713.

Hecksteden. A., Wegmann, M., Steffen, A., Kraushaar, J., Morsch, A., Ruppenthal, S., Kaestner, L., Meyer, T,(2013). BMC Med. Nov, 5(11), 235.

Hermardez, M. N., & Perlemuter, L.(1999). Leptin: a genetic solution to obesity?. Presse Med, 26(16): 770～773.

Hileman S. M., Pierroa, D. D., Masuzaki, H., Bjorbaek, C., El-Haschimi, K., Banks, W. A., Flier, J. S.(2002). Characterization of short isoforms of the leptin receptor in rat cerebral microvwssels and of brain

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

uptake of leptin in mouse models of obesity. Endocrinology. Mar, 143(3), 775-783.

Hofmann, T., Elbelt, U., Ahnis, A., Kobelt, P., Rose, M., Stengel, A.(2014). Irisin Levels are Not Affected by Physical Activity in Patients with Anorexia Nervosa. Front Endocrinol(Lausanne). Jan 6(4), 202..

Hopkins, M., Gibbons, C.,

Hopkins, M., Gibbons, C., Caudwell, P., Webb, D. L., Hellstrum, P. M., Nuslund, E., Blundell, J. E., Finlayson, G.(2014). Fasting leptin is a metabolic Determinant of Food Reward in Overweight and Obese Individuals during Chronic Aerobic Exercise Training and Obese Individuals during Chronic Aerobid Exercise Training. Int J Endorcrinol. 323-328.

Huh, J. Y., Panagiotou, G., Mougios, V., Brinkoetter, M., Vamvini, M. T., Schneider, B. E., Mantzoros, C. S.(2012). FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and Ⅱ. Metabolism. Dec, 61(12), 1725-1738.

Irwin, M. L., McTiernan, A., Bernstein, L.(2005). Relationship of obesity and physical activity with C-peptide, leptin, and insulin-like growth factors in breast cancer survivors. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 14, 2881-2888.

Jedrychowski, M. P. , Wrann, C. D. , Paulo, J. A. , Gerber, K. K. , Szpyt, J. , Robinson, M. M. , Nair, K. S. , Gygi, S. P. , Spiegelman, B. M.(2015). Detection and Quantitation of Circulating Human Irisin by Tandem Mass Spectrometry. Elsevier Scuence B., V. Amsterdam. 22(2),, 734-740.

Ko, I. G., Choi, P. B.(2013). Regular exercise modulates obesity factors and body

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

somposition in sturdy men. J Exerc Rehabil. Apr, 9(2), 256-262.

Kohrt, W. M., Landt, M., Birge, Jr, S. J.(1996). Serum leptin levels are reduced in response to exercise training, but not hormone replacement therapy, in older women. J Clin Endocrinol Metab. Nov, 81(11), 3980-3985.

Koro, C. E., Bowlin, S. J., Stump, T. E., Sprecher, D. L., Tierney, W. M.(2006). The independent correlation between high-density lipoprotein cholesterol and subsequent major adverse soronary events. Am Heart J. Mar, 151(3), 775. e1-755. e6.

Kosmadakis, G. C., John, S. G., Clapp, E. L., Viana, J. L., Smith, A. C., Bishop, N. C., Bevington, A., Owen, P. J., McIntyre, C. W., Feehally, J.(2012). Benefits of regular walking exercise in advanced pre-dialysis chronic kidney disease. Nephrol Dial Transplant. Mar: 274(3), 997-1004.

Koutroumpi, M., Pitsavos, C., & Strfanadis, C.(2008)., The role of exercise in cardiovascular rehabilitation; a review. Acta Caediologica, 63(1), 73-79.

Kraemer, R. R., Shockett, P., Webb, N. D., Shah, U & Castrcane, V. D.(2013). A transient elevated irisin blood concentration in response to prolonged, moderate aerobic exercise in young men and women. Horm Metab Res. 46(2), 150-154.

Kuster, O. C., Laptinskaya, D., Fissler, P{., Schnack, C., Zugel, M., Nold, V., Thrum, F., Pleiner, S., Karabatsiakis, A., Von Einem, B., Weydy, P., Liesener, A., Borta, A., Woll, A., Hengerer, B., Kolassa, I. T., & Von Arnim, C. A. F(2017). Novel blood-based biomarkers of cognition, stress and physical or cognitive training in older adults at risk of

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

dementia: Preliminary evidence for a role of BDNF, Irisin, and the kunurenine pathway. Journal of Alzheimer's Disease, 59(3), 1097-1111.

Lee, J. Y., Takahashi, N., Yasubuchi, M., Kim, Y. I., Hashizaki, H., Kim, M. J.(2012). Triiodothyronine induces UCP1 expression and mitochondrial biogenesis in human adiposytes. Am J Physiol Cell Physiol. 302(2), C463-472.

Lemura, L. M., & Maziekas, M. T.(2002). Factors that alter body fat, body mass, and fat-free mass in pediatric obesity. Medicine and Science in Sports and Exercise, 34(3), 487-496.

Levin(1997). Proc. Natl. Acad. Sci. USA 93: 1726～1730.

LIoyd-Jones, D. M., Wilson, P. W., Larson, M. G., Beiser, A., Leip, E. P., D'Agostino, R. B., Levy, D.(2004). Framingham risk score and prediction of lifetime risk for coronary heart disease. Am J Cardiol. Jul 1; 94(1), 20-24.

Maffei, M., Halaas, J., Ravussin, E.(1995). Leptin levels in human and rodent: measurement of plasma leptin and ob RNA in obese and weight-reduced subjects. Nat Med. 1: 1155-1161.

Menshikova, E. V., Ritov, V. B., Fairfull, L., Ferrell, R. E., Kelley, D. E., Foodpaster, B. H.(2006). Effects of exercise on mitochondrial content and function in aging human skeletal muscle. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, Jun, 61(6), 534-540.

Morrison S. F., Madden C. J., Tupone, D.(2012). Central control of brown adipose tissue thermogenesis. Frontiers in endocrinology. 3, 1-37.

Norheim, F., Langleite, T. M., Hjorth, M., Holen, T., Kielland, A., Stadheim, H. K., Gulseth, H. L., Birkeland, K. I., Jensen, J., Drevon, C. A.(2013).

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

The effects of acute and chronic exercise on PGC-1a, Irisin and Browning of suvcutaneous adipose tissue in humans. Federation European Biochemical Societies. 281(3), 739-749.

Novelle, M. G., Contreras, C., Romero-Pico, A., Lopea, M., Dieguez, C.(2013). Irisin, two years later. Int J Endocrinol. 2013: 746281.

Park, S. K., Park, J. H., Kwon, Y. C., Kim, H. S., Yoon, M. S., Park, H. T.(2003). The effect of combined aerobic and resisitance exercise training on abdominal fat in obese middle-aged women. J Physiol Anthropol Appl Human Sci. May, 22(2), 129-135.

Pedersen, B. K.(2011). Exercise-induced myokines and their role in chronic diseases. Brain Behav Immun. Jul: 25(5), 811-816.

Pekkala, S., Wiklund, P. K., Hulmi, J. J., Ahtiainen, J. P., Horttanainen, M., Pollonen, E., Makela, K. A., Kainulainen, H., Hakkinen, K., Nymann, K., Alen, M., Herzig, K. H., Cheng, S.(2013). Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health? J Physiol. Nov, 1:591(Pt 21): 5393-5400.

Pelleymounter, M. A.(1995). Science. 269: 540～543.

Racette, S. B., Coppack, S. W., Landt, M., & Klein, S.(1997). Leptin production during moderate intensity aerobic exercise. Jpurnal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 82(7): 2275～2277.

Rasmussen, J. M., Entringer, S., Nguyen, A., Van Erp T. G., Guijarro, A., Oveisi, F., Swanson, J. M., Piomelli, D., Wadhwa, P. D., Buss, C., Potkin, S. G.(2013). Brown adipose tissue quantification in human neonates using water-fat separated MRI. PLoS One. 8:e77907.

Reinehr, T., Kratzsch, J., Kiess, W., Andler, W.(2005). Circulating soluble leptin receptor, leptin and insulin resistance before and after weight loss in

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

obese chilfren. Int J Obes(Lond). Oct, 29(12), 1230-1235.

Romero Moraleda, B., Morensoc, E., Peinado, A. B., Bermejo, L., Gomez Candela, C., Benito, P. J.(2013). Can the exercise mode determine lipid profile improvements in obese patients? Nutr Hosp. May-Hun, 28(3), 607-617.

Rosen, E. D., Spoegelman, B. M.(2006). Adiposytes as regulators of energy balance and glucose homeostasis, Nature, 444: 847-853.

Ruige, J. B., Dekker, J. M., Blum, W. F., Wtehouwer, C. D., Nijpels, G., Mooy, J., Kostense, P. J., Bouter, L. M., Heine, R. J.(1999). Leptin and variables of body adiposity, energy balance, and insulin resistance ina population-based study. The Hoorn study. Diabletes Care. Jul. 22(7), 1097-1104.

Ryan, A. S., Prately, R. E., & Elahi, D.(2000). Changes in plasma leptin and insulin actin with resistance training in postmenopausal women. Int. J. Obese Metab, 24(1).:27～32.

Sinha, M. K., Opentanova, I., Ohannesian J. P., Kolaczynski, J. W., Heiman, M. L., Hale, J., Becker, G. W., Bowsher, R. R., Stephens, T. W., Caro, J. F.(1996). Evidence of free and bound leptin in human circulation. Studies in lean and obese subjects and during short-term fasting. J Clin Invest. Srp 15; 98(6) 1277-1282.

Symonds, M. E.(2013). Brown adipose tissue growth and development. Scientifica. 305763, 1-14.

Tchernof, A., Poehlman, E. T.(1998). Effects of the menopause transition on body fatness and body fat distribution. Obes Res. 6(3), 246-254.

Thomas, T., Burguera, B., Melton, L. J.(2000). Relationship of serum leptin levels with body composition and sex steroid and insulin levels in men and

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

women. Metabolism, 49, 1278-1284.

Timmons, J. A., Baar, K., Davidsen, P. K., Atherton, P. J.(2012). Nature. Aug, 30, 488(7413): E9-10.

Trayhurn, P.(2007). Adipocyte biology. Obes Rev. Mar; 8 Suppl 1: 41-44.

Tritos, N. A & Mantzoros, C. S.(1997). Leptin: its role in obesity and beyond. Diabetologia. 40, 1371-1379.

Tsiloulis, T., Watt, M. J.(2015). Exercise and the Regulation of Adipose Tissue Metabolism. Prog Mol Biol Transl Sci: 135: 175-201.

Tsuchiya, Y., Ando, D., Takamatsu, K., Goto, K.(2015). Resistance exercise induces a greater irisin response than endurance execise. Metabolism. Sep:64(9), 1042-1050.

Tsunemi, T., & La Spada, A. R.(2012). PGC-1*α* at the intersection of bioenergetics regilation and neuron functrion: from Huntington's disease to Parkinson's diserase and beyond. Progress in ceurobiology, 987(2), 142-151.

Wang, J., Liu, R., Hawkins, M., Barzilai, N., Rossetti, L.(1998). A nutrient-sensing pathway regulates leptin gene expression in muscle and fat. Nature. 393, 684-688.

Westerterp-Plantenga M. S., Lejeune, M. P., Nijs, I., Ooijen, M., Kovacs, E. M.(2004). High protein intake sustains weight maintenance after body weight loss in humans. Int J Obes Relat Metab Disord. 28: 57-64.

World Health Organisation.(2000). Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic, Report of WHO Consultation on obesity. World Organization. Geneva.

World Health Organization.(2013). Obesity and overweight. fact sheet N. 311.

Wrann, C. D., White, J. P., Salogiannnis, J., Laznik-Bogoslavski, D., Wu, J., Ma,

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

D., Lin, J. D., Greenberg, M. E., & Spiegelman, B. M.(2013). Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1*α*/FNDC5 pathway. Cell metabolism, 18(5), 649-659.

Zafrir, B. (2013). Brown adipose tissue: research milestiones of a potential player in human energy balance and obesity. *Horm Metab Res*. 45, 774-785.

Zhang Y., Li, Li, R., Meng, Y., Li, S., Donelan, W., Zhao, Y., Qi, L., Zhang, M., Wang, X., Cui, T.(2014). Irisin Stimulates Browning of White Adiposytes through Mitogen-Activated Protein Kinase p38 MAP Kinase and ERK MAP Kinase Signaling. Diabetes. Fes, 63(2), 514-525.

Collection @ chosun