

## 12주 복합운동이 비만 여중생의 렙틴과 인슐린에 미치는 영향

이선익<sup>1</sup> · 조영석<sup>2</sup> · 양정옥<sup>3</sup>

<sup>1</sup>대도중학교 · <sup>2</sup>부산대학교 통계학과 · <sup>3</sup>신라대학교 체육학부

접수 2012년 6월 5일, 수정 2012년 6월 28일, 게재확정 2012년 7월 27일

### 요약

본 연구는 체지방률이 30%이상인 비만 여중생을 대상으로 복합운동집단 (n=20)과 통제집단 (n=20)으로 비교분석하여 12주 복합운동 (유산소운동+저항운동)이 비만 여중생의 운동 전과 후의 렙틴과 인슐린에 미치는 영향을 구명하는데 그 목적이 있다. 본 연구의 자료처리는 SPSS 19.0 통계프로그램을 이용하여 각 변인 간에 평균과 표준편차를 산출하여 사피로-윌크 검정 값을 이용해 정규성을 검정한 후 독립표본 t-검정을 실시하였다. 12주간 복합운동에 따른 전·후 전변인의 차이를 비교하기 위하여 대응표본 t-검정을 이용하였다. 모든 통계적 분석을 위한 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다. 본 연구 결과에서 렙틴과 인슐린은 복합운동집단에서 모두 유의하게 감소하였다. 규칙적인 12주 복합운동이 비만 여중생의 렙틴과 인슐린에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

주요용어: 대응표본 t-검정, 렙틴, 복합운동, 비만 여중생, 인슐린.

### 1. 머리말

고지방 음식 섭취량의 증가에 따른 영양부조화, 불규칙한 식생활 습관 등의 변화로 비만은 이제 단순히 성인들에게만 국한되어 있지 않고, 성장기 아동 및 청소년들의 비만으로 이어지는 각종 현대병 질환에 노출될 비율이 급증하고 (Hill과 Peters, 1998), 이러한 현상은 일반사회에서 뿐만 아니라 학교현장에서도 나타나고 있다 (Kim과 Kim, 2004). 비만이란 서태평양지역회의에서는 BMI (Body mass index)가  $25\text{kg}/\text{m}^2$  이상 또는 체지방률 (% Body Fat)이 30% 이상을 '비만'으로 정의하고 있다. 아동 및 청소년 비만 또한 크게 증가하고 있는 추세에 있으며 1996년 세계보건기구 (WHO)에 의해 비만이 질병으로 정의되고 이에 따라 관리의 중요성이 커지고 있다 (Han 등, 2009). 이와 같은 비만을 개선하기 위해서는 적절한 식이요법, 운동요법, 행동수정 요법을 지속적으로 시행하여 생활방식을 변화시켜야 한다 (Rossner, 2001). 일반적인 비만치료 및 예방을 위한 운동으로 유산소성 운동형태가 널리 권장되어 왔으나 (Buyze 등, 1986), 저항운동이 기초대사량을 증가시키고 인슐린 반응을 개선시키며 골밀도의 증가나 손실을 막아주는 효과 때문에 최근에는 유산소성 운동뿐만 아니라 저항운동의 중요성 또한 강조되어 유산소성 운동과 저항성 운동을 복합하여 실시할 것을 권장하고 있다 (ACSM, 1998). 복합운동이란 체지방 감소에 효과적인 유산소운동과 체지방 증가에 효과가 있는 저항운동을 일정 비율 병행 한 운동이며, 저항운동은 근력이나 파워 향상을 위해 근육에 기계적 부하를 가하는 방법으로 중량과 기계적 장비를 이용한 근력운동으로 웨이트트레이닝 또는 저항운동이라 한다.

<sup>1</sup> (791-280) 포항시 북구 삼호로 509번길 12 (환호동 493번지), 대도중학교, 체육교사.

<sup>2</sup> (609-735) 부산광역시 금정구 장전동 산30번지, 부산대학교 통계학과, 부교수.

<sup>3</sup> 교신저자: (101-712) 부산광역시 사상구 백양대로 700번지140, 신라대학교 체육학부, 교수.  
E-mail: joyang@silla.ac.kr

복합운동의 효과를 살펴보면 체중감소 못지않게 중요한 효과인 근육을 중심으로 한 제지방 체중의 유지 및 기초대사량 감소방지를 도와줌으로써, 제한식이에서 흔히 나타나는 기초대사량 감소를 완화시켜 줄 수 있다 (Donnelly 등, 1991). 선행연구에서는 비만의 특징적인 소견으로서 대표되는 인슐린은 골격근, 심근 및 지방 조직 등 말초 조직에서의 포도당 사용을 촉진시키며, 인슐린이 부족하게 되면 조직에서 포도당을 흡수하지 못하는 시점에서부터 혈장 내 글루코스의 축적이 야기되며, 지방 조직에서는 지질분해를 통한 유리지방산의 동원을 자극하는 반면, 인슐린은 당원분해를 억제하고 유리지방산의 동원을 억제한다 (Choi와 Lee, 2004). 또한 췌장 베타세포에서 렙틴 수용체가 발견되면서 렙틴이 인슐린 저항성뿐만 아니라 인슐린 분비에 직접적인 영향을 줄 수 있다고 제기되었다 (Kieffer 등, 1996). 고인슐린혈증이 보여주는 인슐린 저항성을 근간으로, 지질대사에 영향을 미치는 호르몬에 관한 연구들이 활발하게 진행되어 왔는데 그 중에서도 비교적 최근에 밝혀진 렙틴은 지방 조직에서 생성되는 비만 유전자 단백질로 체지방량에 의해서 분비량이 영향을 받는 것으로 알려져 있다 (Hickey 등, 1997). 렙틴은 에너지 항상성 조절 기전의 중요한 인자로 작용하여 인체 내 지방의 저장량에 대한 정보를 중추신경계에 전달함으로써 에너지 섭취와 소비를 직접적으로 조절·통제하는 기능을 한다 (Kim과 Ko, 2007). 이와 같은 이유로 렙틴은 대체로 지방조직의 양과 비례하며 비만한 사람에게 있어 혈중 렙틴 농도가 체중이 정상인 사람에 비하여 높게 나타나며, 지방량의 증가와도 높은 상관관계가 있다 (Considine 등, 1996). 또한 순환하고 있는 혈중 렙틴과 렙틴 수용체와의 결합 비율은 인체 내 지방 비율이 높을수록 감소한다 (Sinha 등, 1996). 비만유전자에서 생산된 렙틴의 혈중치는 체지방량에 비례하며 같은 체지방량이라도 남성보다 여성에서 2-3배가 높으며, 운동에 의한 에너지 소비의 증가는 직접적으로 렙틴의 합성 및 분비를 감소시키는 역할을 하는 것으로 나타난다 (Hickey 등, 1996). 또한 렙틴은 음식섭취를 포함한 체내 에너지 대사에 중추적 역할을 수행하는 것으로 체지방량과 밀접한 상관관계가 있으며, 식욕조절과 지방대사를 총체적으로 조절하므로 체지방 및 렙틴 개선 효과가 유산소운동보다 복합운동이 더 효과적일 것으로 생각된다 (Kwon 등, 2002). 그런데 복합운동 프로그램을 이용한 비만 연구의 대부분은 성인들을 대상으로 다양하게 실시되고 있는 반면, 청소년을 대상으로 한 운동프로그램이나 방법은 매우 부족한 실정에 있으며, 특히 성장기에 있는 비만 여중생의 생리적 특성을 고려한 운동 유형 및 방법에 대한 자료 제시는 매우 시급하다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구는 비만 여중생을 대상으로 12주간의 유산소 운동과 저항운동을 병행하여 복합운동 프로그램을 실시하였을 때, 신체조성과 비만 유전자 단백질인 렙틴 및 인체 내 에너지 항상성 조절에 관여하는 인슐린의 분비에 미치는 영향에 대하여 알아보려고 한다. 이와 유사한 연구로 Baek (2009), Lee 등 (2009)을 참조하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 연구대상

본 연구의 대상은 K도 P시에 소재하는 Y중학교 체지방률 (% Body Fat)이 30%이상이고 평소에 규칙적인 운동을 실시하지 않는 비만 여중생 40명을 연구대상으로 하였다.

연구대상자들의 신체적 특성은 Table 2.1과 같다.

Table 2.1 Physical characteristics of subjects (n=40)

Group	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	% Body Fat (%)
CEG (n=20)	14.90±0.79	157.97±5.50	66.86±4.99	36.10±2.44
CG (n=20)	14.90±0.72	157.32±5.84	66.74±4.45	35.55±2.48

Value are M±SD. CEG : Combined Exercise Group, CG : Control Group.

## 2.2. 연구방법

본 연구에 적용한 운동프로그램은 유산소운동과 저항운동을 복합하여 구성하였으며, 유산소운동은 유산소 운동 강도 검사를 실시하여 산출된 목표심박수 수치를 6주단위로 최대심박수 (HRmax)를 단계적으로증가시켜 40분간 실시하였으며, 저항운동의 강도에서 1RM은 운동 강도 및 운동부하량 산정의 기준이 되며, 최초에는 1RM 60% 운동 강도로 반복하고, 참여자들이 이 무게에 익숙해지면 1RM의 70% 운동 강도로 반복하도록 운동 강도를 재설정하여 강도를 점차적으로 높이는 웨이트 트레이닝 형식으로 20분간 실시하였다.

본 연구의 12주 복합운동프로그램은 Table 2.2와 같다.

**Table 2.2** The 12-week combined exercise progra

Contents	Intensity	Frequency	Time	Type
Warm up	10Min		10Min	Stretching, Slow walking
Aerobic exercise	1~6Week 60% HRmax		40Min	Treadmill jogging
	7~12Week 70% HRmax			Bicycle ergometer
Main exercise	1~6Week 60% 1RM, 12Time, 2Set	5times a week	10Min	Barbell squat
	7~12Week 70% 1RM 10Time, 2Set			Leg extension Lying leg curl Leg press Leg raise Sit up Front press Pulldown exercise Bench press Dead lift
Cool down	10Min		10Min	Stretching, Slow walking

### 2.2.1. 실험방법

모든 검사항목은 사전 검사와 동일한 방법과 조건으로 운동 전·후 총 2회 검사를 실시하였다. 본 연구에 사용된 측정기구는 Table 2.3과 같다.

**Table 2.3** The list of experimental equipments

Experimental apparatus	Model & manufactory	Measurement items
Biochemistry analyzer	COBRA 5010 Quantum (PACKARD, USA)	Leptin, Insulin
Body composition	Inbody 720, Biospace (Korea)	Height, Weight, % Body Fat

### 2.2.2. 측정방법

모든 연구 참여자의 신체조성은 측정 전 12시간 동안 심한 운동을 삼가 하도록 지시하며, 측정 4시간 전 음식물과 카페인을 금지시키고, 복장은 간편한 운동복 차림으로 생체전기임피던스법 (Bio-electrical Impedance Analysis)을 이용한 체성분 분석기 (Inbody 720)를 이용하여 신장 (Standing Height, cm), 체중 (Body Weight), 체지방률 (% Body Fat)을 측정하였다. 렙틴의 분석은 r-counter (COBRA 5010 Quantum, PACKARD, USA)를 사용하여 Human Leptin (RIA Kit; LINCO Res.

Cor., USA) Reagent로 방사선역측정법 (Radioimmunoassy)을 이용하여 분석하였다. 그리고 인슐린의 분석은 r-counter (COBRA 5010 Quantum, PACKARD, USA)를 사용하여 Coat-A-Count Insulin D.P.C (USA) Reagent로 방사선역측정법을 이용하여 분석하였다.

### 2.2.3. 실험절차

본 연구는 체지방률 (% Body Fat)이 30% 이상인 비만 여중생을 대상으로 복합운동프로그램 실시 2주전 의학적 검사, 트레이닝 적응 여부 등과 관련한 개인 면담과 더불어 실험에 부합되는 대상자의 선정을 통하여 운동부하 테스트를 실시하여 최종 20명을 선정하였다. 본 연구 설계에 따라 참여자들은 2011년 7월 10월, 오후 4시~5시20분, 1회 80분의 운동 시간, 주 5회 (월, 화, 수, 목, 금)의 운동 빈도로 총 12주간의 운동을 통하여 렙틴 및 인슐린 분비의 변화를 측정하였으며, 통제집단은 운동에 참여하지 않았다. 복합운동집단과 통제집단 모두 식이습관과 수면 등의 일상생활을 통제하지 못하였다.

### 2.3. 자료분석

본 연구의 자료분석을 위한 통계프로그램은 SPSS 19.0 통계프로그램을 이용하여 각 변인 간에 평균 (M)과 표준편차 (SD)를 산출하였다. 그리고 샤피로-윌크 검정 (Shapiro-Wilk test) 값을 이용하여 정규성 검정을 실시한 결과 Table 2.4와 같다. 또한 복합운동의 효과 검증을 위해 분석을 실시하기 전 복합운동집단과 통제집단간의 차이 검증을 위해 각 측정항목을 종속변인으로 하는 독립표본 t-검정 (two-sample t-test)을 실시하였으며 (Table 2.5), 그 결과 모든 변인들에서 집단 간에 평균의 차이가 없었다. 3절에서는 12주간 복합운동에 따른 전·후 변인의 차이를 비교하기 위하여 대응표본 t-검정 (paired t-test)을 이용하였다. 모든 통계적 분석을 위한 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

**Table 2.4** Results of Shapiro-Wilk's normality test

Item	Group		Statistic	df	p
Weight(kg)	CEG	before	0.956	20	0.461
		after	0.946	20	0.310
	CG	before	0.935	20	0.193
		after	0.953	20	0.421
Body fat(%)	CEG	before	0.918	20	0.093
		after	0.970	20	0.754
	CG	before	0.925	20	0.125
		after	0.957	20	0.479
Leptin(ng/ml)	CEG	before	0.959	20	0.529
		after	0.948	20	0.334
	CG	before	0.954	20	0.438
		after	0.945	20	0.293
Insulin( $\mu$ IU/ml)	CEG	before	0.909	20	0.060
		after	0.925	20	0.125
	CG	before	0.905	20	0.052
		after	0.915	20	0.079

CEG : Combined Exercise Group, CG : Control Group.

**Table 2.5** Results of two-sample t-test

Item	Levene's test		Two-sample t-test			
	F	p	CEG (M±SD)	CG (M±SD)	t	p
Weight (kg)	0.193	0.663	66.86±4.99	66.73±4.45	0.080	0.936
Body Fat (%)	0.106	0.746	36.10±2.44	35.55±2.48	0.715	0.479
Leptin (ng/ml)	2.145	0.151	12.55±2.33	12.80±1.82	-0.378	0.707
Insulin (μIU/ml)	1.481	0.231	25.30±8.18	25.30±6.28	0.000	1.000

CEG : Combined Exercise Group, CG : Control Group.

### 3. 연구결과

#### 3.1. 렙틴의 변화

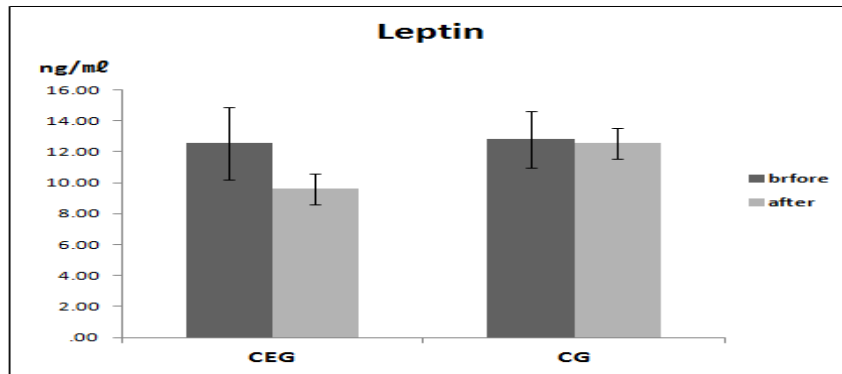
본 연구의 12주 복합운동프로그램 전·후 렙틴의 변화는 다음 Table 3.1과 Figure 3.1과 같다.

**Table 3.1** Table 3.1 Changes of leptin after 12-week combined exercise

Item	Group	Before (M±SD)	After (M±SD)	t	p
Leptin (ng/ml)	CEG	12.55±2.33	9.60±2.09	5.847	0.000
	CG	12.80±1.82	12.55±1.50	1.000	0.330

Value are M±SD. CEG : Combined Exercise Group, CG : Control Group.

본 연구에서 렙틴의 경우 복합운동집단은 운동 전 12.50±2.33ng/ml에서 운동 후 9.60±2.09ng/ml로 유의하게 감소하였다 ( $t_{19}=5.847, p<.001$ ). 통제집단은 실험 전 12.80±1.82ng/ml에서 실험 후 12.55±1.50ng/ml로 감소는 하였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다 ( $t_{19}=1.000, p>.05$ ).



**Figure 3.1** Changes of leptin after 12-week combined exercise

#### 3.2. 인슐린의 변화

본 연구의 12주 복합운동프로그램 전·후 인슐린의 변화는 다음 Table 3.2와 Figure 3.2와 같다.

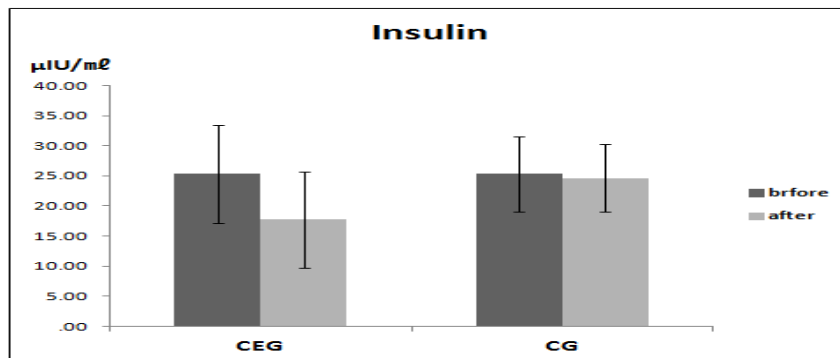
본 연구에서 인슐린의 경우 복합운동집단은 운동 전 25.30±8.18μIU/ml에서 운동 후 17.75±7.97μIU/ml로 유의하게 감소하였다 ( $t_{19}=30.722, p<.001$ ).

**Table 3.2** Table 3.2 Changes of insulin after 12-week combined exercise

Item	Group	Before (M±SD)	After (M±SD)	t	p
Insulin ( $\mu$ IU/ml)	CEG	25.30±8.18	17.75±7.97	30.722	0.000
	CG	25.30±6.28	24.70±5.75	1.928	0.069

Value are M±SD. CEG : Combined Exercise Group, CG : Control Group.

통제집단은 실험 전  $25.30\pm 6.28\mu$ IU/ml에서 실험 후  $24.70\pm 5.75\mu$ IU/ml로 감소하였으나 유의한 차이는 보이지 않았다 ( $t_{19}=1.928$ ,  $p>.05$ ).

**Figure 3.2** Changes of insulin after 12-week combined exercise

## 4. 고찰

### 4.1. 렙틴의 변화

렙틴은 운동이라고 하는 에너지 소비적 활동이 직접적으로 렙틴의 합성 및 분비를 감소시키는 역할을 한다고 보고되고 있다 (Hickey 등, 1996). 좌업생활자 남·여 9명씩 18명을 대상으로 주 4회씩 최대산소섭취량의 50~60%강도에서 1회에 30~45분씩 12주 동안 수영운동을 실시한 후 남녀 모두에게서 각각 16.5%, 9.7%씩 유의하게 감소하였고 (Hickey 등, 1997), 7~11세 아동을 대상으로 주 4회 HRmax 60% 강도로 4개월간 운동을 실시하여 렙틴 농도가 유의하게 감소하였다 (Gutin 등, 1999). 이것은 본 연구의 결과와 일치하는 것으로 나타났다. 하지만 단기간의 운동 (12주 미만)과 렙틴의 변화를 살펴보면 Houmard 등 (2000)은 건강한 젊은 사람과 노인 남성을 대상으로 75% VO<sub>2</sub>max로 하루 1시간씩 유산소운동을 실시한 결과 인슐린 민감성은 개선되었지만 렙틴 농도는 개선되지 않았다고 보고하면서 단기간의 운동으로는 렙틴 농도 개선을 위한 운동 효과를 볼 수 없고, 그 이유는 렙틴 감소가 지방량의 감소와 관계되기 때문에 장기간의 운동이 필요하다고 주장하였다 (Weltman 등, 2000). 반면에 제 2형 당뇨병을 가진 비만 남자에게 저열량 식이와 유산소운동을 1개월 동안 실시한 결과 체중과 렙틴이 감소하였다고 보고하였고 (Halle 등, 1999), 제 2형 당뇨병을 가진 50명의 좌업생활자에게 저항도 걷기 및 자전거타기와 식이제한을 6주 동안 실시한 결과 신체구성, 인슐린, 그리고 렙틴이 개선되었다고 보고하여 (Ishii 등, 2001), 상반된 결과를 보이고 있다. 이는 단기간의 효과에 대한 지속적인 연구가 필요함을 시사한다.

본 연구에서는 비만아동을 대상으로 12주간의 복합운동 후 렙틴 농도가 유의하게 감소 ( $p<.001$ )

된 보고와 일치하였고 (Kwon 등, 2002), 비만과 관련된 렙틴 농도의 감소는 대체적으로 유산소운동, 저항운동을 포함함 다양한 형태의 운동을 통해 개선된다는 선행 연구처럼 (Kwon 등, 2002; Lee와 Kim, 2002) 본 연구에서도 유산소 운동과 저항운동을 병행하여 실시한 복합운동에서도 렙틴 농도가 개선되어 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

#### 4.2. 인슐린의 변화

운동은 췌장의  $\beta$ -세포를 자극해 인슐린 분비에 영향을 미치게 되는데, 신체 훈련이 안정시 인슐린 농도를 저하시키고 (King 등, 1990), 중정도 강도로 에어로빅 운동을 12주간 트레이닝을 실시한 결과 8.2% 유의하게 감소되었으며 (Erikson 등, 1998), 지구성 운동으로 단련된 사람들이 비 단련자에 비해 60% 낮은 수치를 보인다고 하였다 (Engdahl 등, 1995). 인슐린 농도에 있어서도 연구자들 간에 다소 상반된 견해를 보이고 있는데 장시간 훈련으로 적응된 사람이 안정시의 인슐린 농도가 비훈련자보다 낮으며 절대운동강도에서 훈련자가 비훈련자에 비해 인슐린 농도가 안정적인 변화를 보인다고 하였다 (Terjung, 1981; Bjortorp, 1981; Galbo, 1981). 비만 남자중학생을 대상으로 8주간, 주 4회, 1일 60분간 복합운동 (60% 1RM, 60% HRR)을 실시한 결과 통제군에 비해 혈중 인슐린 수치와 HOMA-IR 수치가 유의하게 감소하여 본 연구와 유사하였다 (Kim 등, 2007). 또한 과체중 및 비만 여중생을 대상으로 9개월간, 2주 5회, 1일 42분간 걷기를 포함한 학교기초운동프로그램을 실시한 결과 공복 시 인슐린 감수성이 유의하게 향상되었다고 하였는데 (Aaron 등, 2005), 이는 운동이 인슐린 감수성을 향상시키고 그에 따라 저항성이 감소된다는 사실을 반영한 결과라 하겠다. 즉, 이와 같이 많은 선행 연구들에서 다양한 운동 실시에 따른 인슐린 저항성의 감소를 보고한 바 있다. 본 연구에서도 12주간의 복합운동을 실시한 후 유의하게 감소 ( $p < .001$ )하여 12주간의 복합운동으로도 인슐린 농도를 감소시킬 수 있을 것으로 생각되며, 이러한 결과는 앞의 선행연구와 일치하는 것으로 나타났다. 이와 같이 운동에 의해 인슐린농도가 개선되는 이유는 운동으로 인한 교감신경계의 자극이 췌장으로부터 인슐린 분비를 억제, 운동이 세포막의 인슐린 수용체의 증가에 의한 콜레스테롤 합성 억제, 골격근의 인슐린 민감도 향상, 골격근내 혈관의 밀도를 증가시키며 체지방이 감소, 골격근의 글루코스 섭취능력이 증가, 운동과 관련 있는 표적 장기에만 인슐린 작용을 선택적으로 향상시켜 인슐린 감수성을 증진시키기 때문이다 (Ebeling 등, 1993). 즉, 비만예방을 위한 유산소 운동과 저항운동의 병행은 비만 여중생의 인슐린 농도 감소에 효과적인 것으로 판단된다.

### 5. 결론

본 연구는 체지방률이 30% 이상인 비만 여중생 40명을 대상으로 렙틴과 인슐린에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 주 5회, 1회 80분, 14~6주는 60%, 7~12주는 70%의 유산소 운동과 저항운동을 12주간 실시하였다. 본 연구의 자료 분석을 위한 통계프로그램은 SPSS 19.0 통계프로그램을 이용하여 각 변인 간에 평균 (M)과 표준편차 (SD)를 산출하였다. 그리고 샤피로-윌크 검정 (Shapiro-Wilk test) 값을 이용하여 정규성을 검정한 후 독립표본 t-검정 (two-sample t-test)을 실시하였다. 12주간 복합운동에 따른 전·후 변인의 차이를 비교하기 위하여 대응표본 t-검정 (paired t-test)을 이용하였다. 통계적 분석을 위한 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

본 연구의 결과에서 렙틴과 인슐린은 복합운동 전보다 12주간의 복합운동을 실시 후 그 농도가 감소하였으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 12주간의 복합운동이 비만 여중생의 렙틴 및 에너지 대사 관련 호르몬인 인슐린의 감소에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 향후 비만 청소년들의 비만예방 및 치료를 위하여 복합운동프로그램을 적용한다면 청소년의 체중관리에 많은 도움을 줄

수 있을 것으로 사료된다. 다만 후속연구에서는 인슐린 및 렙틴에 영향을 미치는 식이습관과 수면을 통제하여 보다 더 분명한 운동효과를 볼 수 있을 것이라 기대된다.

### 참고문헌

- Aaron, L., Carrel, M. D., Randall, R., Clark, M. S., Susan E., Peterson, M. S., Blaise A., Nemeth, M. D., Jude Sullivan, M. S., David B. and Allen, M. D. (2005). Improvement of fitness, body composition, and insulin sensitivity in overweight children in a school-based exercise program. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, **159**, 963-968.
- ACSM (1998). Exercise and physical for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **30**, 992-1008.
- Baek, U. H. (2009). An analysis of physique growth of menarche of athletes and non athletes. *Journal of the Korean Date & Information Science Society*, **20**, 139-148.
- Bjortop, R. (1981). The effect of exercise on plasma insulin. *International Journal of Sports Medicine*, **2**, 125-129.
- Buyze, M. T., Foster, C., Pollock, M. L., Sennett, S. M., Hare, J. and Sol, N. (1986). Comparative training response to rope skipping and jogging. *Journal of Sports Medicine*, **14**, 65-69.
- Choi, C. K. and Lee, Y. S. (2004). The effects of aerobic and aerobic combined with resistance exercise on the changes of blood lipid profiles, serum leptin and insulin in obese middle-school students boys. *The Korean Journal of Physical Education*, **43**, 579-588.
- Considine, R. V., Sinha, M. K., Kriauciunas, A., Nyce, M. R., Ohannesian, J. P., Marco, C. C., Mckee, L. J., Bauer, T. L. and Caro, J. F. (1996). Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal weight and obese humans. *The New England Journal of Medicine*, **334**, 292-395.
- Donnelly, J. E., Pronk, N. P., Jacobsen, D. J., Pronk, S. J. and Jakicic, J. M. (1991). Effects of a very-low-calorie diet and physical - Training regimens on body composition and resting metabolic rate in obese females. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **54**, 56-61.
- Ebeling, P., Bourey, R. and Koranyi, L. (1993). Mechanism of enhanced insulin sensitivity in athletes : Increased blood flow. muscle glucose transport protein concentrations and glycogen synthase activity. *Journal of Clinical Investigation*, **92**, 1623-1631.
- Engdahl, J. H., Veldhuis, J. D. and Farrell, P. A. (1995). Altered pulsatile insulin secretion associated with endurance training. *Journal of Applied Physiology*, **79**, 1977-1985.
- Erikson, J., Tuoninen, J., Valle, T., Sundberg, S., Sovijarvi, A., Lindholm, H., Tuomilehto, J. and Koivisto, V. (1998). Aerobic endurance exercise of circuit type resistance training for individual with impaired glucose tolerance. *Hormone and Metabolic Research*, **30**, 37-41.
- Galbo, H. (1981). Glucose induced decrease in glucagon and epinephrine responses to exercise in man. *Journal of Applied Physiology*, 42-44.
- Gutin, B., Ramsey, L., Barbeau, P., Cannady, W., Ferguson, M., Litaker, M., and Owens, S. (1999). Plasma leptin concentration in obese children : Changes during 4-mo periods with and without physical training. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **69**, 388-394.
- Halle, M., Berg, A., Garwers, U., Grathwohl, D., Knisel, W. and Keul, J. (1999). Concurrent reductions of serum leptin and lipids during weight loss in obese men with type II diabetes. *American Journal of Physiology*, **277**, 277-282.
- Han, Y. O., Oh, J. W. and Kang, J. H. (2009). The effect of physical activity promotion system on high school students. *The Korean Journal of Physical Education*, **48**, 111-122.
- Hickey, M. S., Considine, R. V., Isarael, R. G., Mahar, T. L., McCammon, M. R., Tyndall, G. L., Houmard, J. A. and Caro, J. F. (1996). Leptin is related to body fat content in male distance runners. *American Journal of Physiology*, **271**, 938.
- Hickey, M. S., Houmard, J. A., Considine, R. V., Tyndural, G. V. and Midgette, J. B. (1997). Gender-dependant effects of exercise training on serum leptin levels in humans. *American Journal of Physiology*, **272**, E562-566.
- Hill, J. O. and Peters, J. C. (1998). Environmental contributions to the obesity epidemic. *Science*, **280**, 1371-1374.
- Houmard, J. A., Cox, J. H., MacLean, P. S. and Barakat, H. A. (2000). Effect of short-term exercise training on leptin and insulin action. *Metabolism*, **49**, 858-861.
- Ishii, T., Yamakita, T., Yamagami, K., Yamamoto, T., Miyamoto, M. and Kawasaki, K. (2001). Effect of exercise training on serum leptin levels in type 2 diabetic patients. *Metabolism*, **50**, 1136-1140.



- Kieffer, T. J., Heller, R. S. and Habener, J. F. (1996). Leptin receptors expressed on pancreatic  $\beta$ -cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **224**, 522-527.
- Kim, D. Y. and Kim, T. Y. (2004). The study on change in body composition, physical fitness according to type of exercise in obese boys middle school students. *The Korean Society of Growth & Development*, **12**, 101-113.
- Kim, H. J. and Ko, K. J. (2007). The effects of short-term or long-term combined exercise on body composition, blood leptin concentration in overweight children. *The Korean Journal of Physical Education*, **46**, 669-679.
- Kim, J. K., Shin, Y. O. and Moon, H. W. (2007). Effects of combined aerobic and resistance exercise on plasma c-reactive protein, interleukin-6, lipids, and insulin resistance in obese adolescent. *Korean Journal of Sport Science*, **18**, 1-9.
- King, D. S., Staten, M. A., Koht, W. M., Dalsky, G. P., Elahi, D. and Holloszy, J. (1990). Insulin secretory capacity in endurance trained and untrained youngmen. *American Journal of Physiology*, **259**, 155-161.
- Kwon, I. C., Oh, J. K., Shin, Y. O., Yoon, S. M., Lee, J. P., Kim, Y. J. and Kwon, K. W. (2002). The effects of aerobics and aerobics combined with circuit weight training on body composition, blood lipids, serum leptin and heart rate recovery in obese children. *The Korean Journal of Physical Education*, **41**, 383-391.
- Lee, K. S. and Kim, M. H. (2002). The analysis of relationships on plasma leptin and insulin, glucose levels and body composition in obese women with non-insulin-dependent diabetes mellitus during band training. *Exercise Science : Official Journal of the Korea Exercise Science Academy*, **11**, 131-143.
- Lee, S. Y., Ma, S. Y. and Ch, G. Y. (2009). The effects of mat and field exercise on the balance and gait in older adults. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **20**, 661-672.
- Rossner, S. (2001). Obesity through the ages of man. *International Journal of Obesity*, **25**, 529-533.
- Sinha, M. K., Ohannesian, J. P., Heiman, M. L., Kriauciunas, A. and Stephens, T. W. (1996). Nocturnal rise of leptin in lean, obese and non-insulin dependent diabetes mellitus subjects. *Journal of Clinical Investigation*, **97**, 1344-1347.
- Terjung, R. (1981). Endocrine response to exercise. *Sports, Science Review*, **7**, 153-180.
- Weltman, A., Pritzlaff, C. J., Wideman, L., Considine, R. V. and Fritsburg, D. A. (2000). Intensity of acute exercise does not affect serum leptin concentrations in young men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **32**, 1556-1561.

## A study on the effects of a 12-week compound exercise program on obese middle school girls' leptin and insulin levels

Seon Ik Lee<sup>1</sup> · Young Seuk Cho<sup>2</sup> · Jeong Ok Yang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Daedo Middle School

<sup>2</sup>Department of Statistics, Pusan National University

<sup>3</sup>Division of Physical Education, Silla University

Received 5 June 2012, revised 28 June 2012, accepted 27 July 2012

### Abstract

This study aims to examine the effects of a 12-week compound exercise program (aerobic exercise+weight training) on obese middle school girls' leptin and insulin before and after the exercise. This is achieved by dividing obese middle school girls whose body fat percentage is over 30% into a compound exercise group (n=20) and a control group (n=20) and conducting comparative analysis on them. After the Shapiro-Wilk normality test of the variables, a two-sample t-test was performed to see if the variables have the same mean between the compound exercise and control groups. A paired t-test was also performed to see if the changes in the variables before and after the compound exercise program were statistically significant. For all the statistical analysis, the significance level was set at  $\alpha=0.05$ . The results of this study showed the leptin and insulin levels in the combined exercise group had been significantly decreased. The regular 12 weeks of combined exercise is considered to have a positive impact on leptin and insulin levels in obese schoolgirls.

*Keywords:* Compound exercise program, insulin, leptin, obese middle school girls, paired t-test.

---

<sup>1</sup> Physical education teacher, Daedo Middle School, Pohang 791-280, Korea.

<sup>2</sup> Associate professor, Department of Statistics, Pusan National University, Busan 609-735, Korea.

<sup>3</sup> Corresponding author: Professor, Department of Division of Physical Education, Silla University, Busan 101-712, Korea. E-mail: joyang@silla.ac.kr