

## 12주 걷기운동이 비만과 일반 여중생의 건강관련요소, GH, IGF-1 및 leptin에 미치는 영향

김종원 · 곽이섭<sup>1</sup> · 윤병곤<sup>2</sup> · 김도연<sup>3\*</sup>

부산대학교 체육교육과, <sup>1</sup>동의대학교 체육과, <sup>2</sup>동의대학교 특수체육학과, <sup>3</sup>뉴멕시코대학교

Received September 25, 2009 / Accepted October 14, 2009

**Effects of 12-Week Walking Exercise on Health-related Factors, Growth Hormone, IGF-1 and Leptin in the Obese and the Normal Middle School Girls.** Jong-Won Kim, Yi-Sub Kwak<sup>1</sup>, Byung-Kon Yoon<sup>2</sup> and Do-Yeon Kim<sup>3\*</sup>. Department of Physical Education, Pusan National University, Busan 609-735, Korea, <sup>1</sup>Department of Physical Education, Dong-Eui University, Busan, 614-714 Korea, <sup>2</sup>Department of Special Physical Education, Dong-Eui University, Busan, 614-714 Korea, <sup>3</sup>Department of Physical Education, Sport and Exercise Science, The University of New Mexico, Albuquerque, NM 87131, USA - The purpose of this study was to investigate the effects of 12-week walking exercise on body composition, physical fitness, cardiovascular function, blood lipids, GH, IGF-1 and leptin in obese and normal middle school girls. Participants included 12 pairs of middle school girls who were matched for sex, age and stratified by BMI (Obese Group:  $BMI \geq 25.0$ ; Normal Group:  $BMI < 23.0$ ). The variables of all factors were measured in all the subjects before and after the 12-week walking exercise program. The test data were analyzed by paired t-test, and t-test using the SPSS 14.0 statistics package and the alpha level of  $p < 0.05$  was set for all tests of significance. Body composition showed a significant difference in both groups, but the variables of physical fitness, cardiovascular function, blood lipids, growth hormone, and leptin did not show a significant difference in the two groups. We conclude that regular and continuous walking exercise improved body composition, physical fitness, cardiovascular function, blood lipids, and insulin factors in both groups. Consequently, these findings suggest that walking exercise will be effective for preventing obesity and improving health-related factors in the middle school girls.

**Key words :** GH, IGF-1, leptin, obese, walking exercise

### 서 론

우리나라 청소년의 경우 과다한 영양섭취, 입시 스트레스로 인한 폭식, 잦은 간식 등의 식습관 문제와 운동부족으로 인하여 과체중이나 비만청소년이 점차 증가하고 있는 추세에 있다. 초, 중, 고등학생들의 키와 몸무게는 꾸준히 성장하고 있지만 체력과 시력이 떨어지고, 알레르기가 많아지는 등 체질과 체력이 전반적으로 약화된 것으로 나타나고 있다. 식습관 문제에서도 남학생들의 빠른 식사 속도와 여학생들의 불규칙한 식사 및 잦은 간식이 원인이 되고 있으며, 이러한 식습관이 비만과 영양결핍이라는 어떻게 보면 상충되는 결과를 동시에 가져올 수도 있고, 총 섭취열량은 높아져서 체지방은 늘어나는 반면, 일부 영양소는 결핍되어 빈혈, 근육 소실 등의 건강상의 문제를 동시에 초래 할 수 있다.

이들은 무모한 체중조절을 시도하는 경우를 어렵지 않게 볼 수 있어 체중조절로 인한 스트레스는 다시금 비만을 부르는 반복 순환적인 결과를 낳고 있고, 자신이 비만하다고 인식한 경우 강박증, 대인 기피증, 우울증이 높게 나타난 것으로

보고되고 있다[7]. 따라서 이러한 건강상의 문제를 해결하기 위하여 학교교육에서 체육교육이 차지하는 비중이 매우 크다고 할 수 있다. 특히, 여학생의 경우에는 체육수업중의 신체활동을 제외하면 활동이 거의 전무한 실정인데 이 시기에는 신체적, 생리적 변화가 많이 일어나므로 적당한 신체활동은 신신의 발달과 운동기능 향상 등에 직접적인 영향을 미치므로, 학교교육에서의 체육교육은 참으로 중요하다고 할 수 있다. 이러한 신체활동은 구체적인 운동 양상을 개인차나 기호에 맞게 선택하여 실시되어야 하는데 최근 다양한 연령층이나 성별에 관계없이 각광을 받고 있는 걷기운동이 대안이 될 수 있다. 걷기운동은 운동포기율도 다른 타 운동보다 낮으며, 걷기방법에 따라 에너지 소비의 차이를 나타내기도 한다. 또한, 운동으로 인해 발생하는 통증과 상해 및 안전관리 측면에서 실용 가치가 입증되고 있으며, 재활과정에서 무릎에 가해지는 저충격 운동방법으로 처방되고 있어. 비만인과 노인 등에 권장 되는 운동이다[9].

중정도 강도의 규칙적인 걷기운동은 혈압감소, 혈중지질 개선, 정신건강증진, 관상동맥 질환 발병위험을 감소시키며 간, 골격근, 지방조직의 인슐린작용에 대한 감수성을 증진시켜 공복시 인슐린농도와 혈당에 대한 인슐린반응을 개선시키고 혈당의 활용능력을 증가시키는 것으로 알려져 있다[31]. Kanaley

\*Corresponding author

Tel : +82-51-663-4956, Fax : +82-51-663-4959

E-mail : kdy4955@unm.edu

등[17]은 비만인과 정상 체중 대상자에게 70% VO<sub>2max</sub>의 강도로 16주 동안 트레드밀 운동을 실시하였을 때 두집단 모두에서 성장호르몬 생성이 증가되었다고 하였다.

많은 여중생대상의 연구에서 운동에 대한 신체의 긍정적 생리적 변화를 나타내지만 그러한 운동 프로그램(에어로빅스, 수영, 음악줄넘기, 웨이트 트레이닝, 태껸체조 등)에 적응하는 기간이 필요하다. 즉, 다른 유산소운동들의 경우 반드시 적응 기간이 필요하지만, 걷기운동은 이러한 적응기간이 필요 없다는 장점이 있다. 운동 실천율을 높이기 위해서는 누구나 쉽게 접근할 수 있는 운동방법을 권하는 것이 무엇보다 우선되어야 한다[33].

특히 중학교부터는 방과 후에도 각종 학원들을 다니다보면 잠잘 시간조차 부족한 실정에서 자신의 체형을 바꾼다고 운동 시간을 내기는 어렵다. 그렇다면 특별히 운동시간을 만들지 않더라도 운동이 될 수 있는 걷기운동이 가장 효율적인 방법이라고 생각되며, 생활형태만 조금만 바꾸면 걷기운동은 언제 어느 곳이든 가능하고, 다른 운동에 비해 체력적인 부담이 적어, 시간이 부족한 재학생들에게는 최적의 운동이 되는 것이다[18].

본 연구는 이러한 연구의 필요성에 기초하여 비만 여중생과 일반 여중생에게 걷기운동을 12주 동안 실시하여, 체구성, 체력, 심혈관 기능, 혈청지질, 성장호르몬, 인슐린 양성인자 및 렙틴에 어떠한 영향을 미치는가를 구명하고, 비만 치료의 효과적인 운동유형을 제시하고 비만학생과 일반학생 스스로 비만과 체력을 조절하고 완치할 수 있는 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 연구 대상

본 연구는 B광역시 H중학교에 재학 중인 3학년 여학생 중 연령과 성별에 따른 체질량지수(BMI) 25.0 이상인 비만 여학생과 일반 여학생(BMI 23.0 미만) 중 본 연구의 목적과 취지를 이해하고 본인과 학부모의 동의를 얻은 자 중 비만집단 12명과 일반집단 12명 총 24명을 연구대상으로 하였다. 대상자는 특별한 운동경험이 없고, 심혈관질환이나 내분비장애에 이상이 없으며, 비만관련 합병증으로 치료를 받은 적이 없는 학생으로 대상자들의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

### 측정항목 및 방법

#### 체구성 및 체력 측정

체구성 측정은 신장, 허리둘레, 엉덩이둘레, 체중, 체지방량, 체지방률, 체지방률, 허리·엉덩이 둘레비, 복부지방률 등을 체성분 분석기 InBody 720 (Biospace, Korea)로 측정하였으며, 체력은 학교보건법 제2조 및 제7조와 학교 신체검사 규칙(교육부령 제676호) 제2조, 제3조, 제7조에 근거하여 측정하였다.

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

|                                | OG(n=12)  | NG(n=12)  | t value | p value |
|--------------------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| Age (yr)                       | 14.5±0.5  | 14.8±0.5  | -1.25   | 0.223   |
| Height (cm)                    | 162.3±6.0 | 162.0±6.2 | 0.13    | 0.898   |
| Weight (kg)                    | 74.3±12.6 | 52.5±6.6  | 5.33    | 0.000   |
| BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) | 28.3±3.9  | 20.0±1.8  | 3.49    | 0.002   |

OG: Obese group, NG: Normal group, BMI: body mass index

### 혈압측정 및 혈액검사

혈액검사는 12시간이상 공복상태를 유지하여 전완 주정맥으로부터 정맥혈 5 ml를 채혈하여 자동혈액분석기(Toshiba 120-FR, Japan)를 이용하여 TG와 HDL-C 농도는 효소비색법, 혈당은 glucose oxidase method법, 인슐린은 방사선면역측정법을 이용하여 분석하였으며, 이러한 분석은 S 입상병리센터에 의뢰하였다. 인슐린 저항성 평가의 간접 지표인 인슐린저항성지수(HOMA index)는 아래의 산출 공식을 이용하여 구했다.

HOMA-IR=[공복인슐린 농도(uU/ml)×공복 혈당농도( $\text{mmol/l}$ )÷22.5] (타당도(R=0.83, p<0.001). 인슐린은 방사선면역측정법을 이용하여 분석하였으며, 성장호르몬은 "Daiich", kit (INCSTRA CO., USA)를 사용하여 IRMA (Immunoradiometric assay) 방법으로, IGF- I는 125 I RIA (INCSTRA CO., USA)를 이용하였고, Leptin은 Human Leptin RIA kit (Linco, Research, Inc. USA)를 이용하여 분석기기(Y-Counter, Cobra 5010 Quantum, USA)로 분석하였다.

### 운동 프로그램

걷기운동 프로그램은 Table 2와 같다. 주 3회(월, 수, 금요일)에는 아침 10분 걷기와 오후에는 구조화된 걷기운동 프로그램을 3주기로 나누어 점증적 과부하의 원리를 적용하여 준비운동과 정리운동은 정적스트레칭과 동적스트레칭운동을 각각 5분 내외로 실시하였고, 본 운동은 1주기(1-4주)는 HRmax의 55-64%(113-132회/분)로 35분간, 2주기(5-8주)는 HRmax의 65-75%(134-155회/분)로 40분간, 3주기(9-12주)는

Table 2. Walking program

|                      | Week<br>(time)        | Content                                  | Intensity    |
|----------------------|-----------------------|--|--------------|
| warm-up<br>(5 min)   |                       | static stretching,<br>dynamic stretching |              |
| main<br>exercise     | 1-4 week<br>(35 min)  | Normal walking                           | 55-64% HRmax |
|                      | 5-8 week<br>(40 min)  | Brisk walking                            | 65-75% HRmax |
|                      | 9-12 week<br>(40 min) | Brisk walking                            | 65-75% HRmax |
| cool-down<br>(5 min) |                       | static stretching                        |              |

HRmax 65-75%(134-155회/분)로 40분간 걷기운동을 실시하였다. 1주일간의 적응과정을 통해 걷기의 바른 자세 및 동작을 익히게 하였고, 운동중에 만보계(pedometer)를 착용하여 보수를 확인하게 하였으며, 무선 심박수 측정기인 X-trainer (Polar, Finland)를 이용하여 목표 심박수 범위에서 걷기운동이 될 수 있도록 하였다.

### 자료 처리

통계적 방법으로서, SPSS Ver 14.0 통계 프로그램을 이용하여 모든 변인에 대한 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였고, 집단 내의 사전·사후 평균치 변화에 대한 차이 검증은 종속 *t*-test를, 집단 간 차이 검증은 차이 값(사후-사전)에 대한 독립 *t*-test를 이용하였다. 모든 통계치에 대한 검정의 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

## 결 과

### 체구성 및 체력의 변화

체구성 및 체력의 변화는 Table 3과 같다. 체구성의 집단내 변화에서 비만집단은 상완둘레(AC)와 체수분량(TBW)은 유의하게 증가하였고, 체지방률(%fat), 체질량지수(BMI), 허리·엉덩이비율(WHR)은 유의하게 감소하였으나, 체중, 체지방량(LBM), 신체발달지수(FS)에서는 유의한 변화가 없었다. 일반집단은 상완둘레, 체지방량, 체질량지수에서 유의하게 증가하였으나, 체중, 체지방률, 허리·엉덩이비율, 체수분량, 신체발달지수는 유의한 변화가 없었다. 집단간 변화량 차이검정에서는 체중, 체지방률, 체질량지수, 허리·엉덩이비율에서 유의한 차이를 나타내었다.

체력의 집단내 변화에서 비만집단과 일반집단에서 동일하게 50 m 달리기에서는 유의하게 감소하였고, 팔굽혀매달리기, 윗몸일으키기, 제자리멀리뛰기, 윗몸앞으로굽히기는 유의하게 증가하였다. 집단간 변화량 차이검정에서는 50 m 달리기에서 유의한 차이를 나타냈다.

### 심혈관 기능의 변화

심혈관 기능의 변화는 Table 4와 같다. 심혈관 기능의 경우 집단 내 변화에서 비만집단은 안정시심박수(HRrest)가 유의하게 감소하였으나, 수축기혈압(SBP)과 이완기혈압(DBP)에서는 유의한 변화가 없었다. 일반걷기운동집단은 이완기혈압에서 유의한 증가와 안정시심박수의 유의한 감소를 나타냈으나, 수축기혈압에서는 유의한 변화가 없었다. 집단 간 변화량 차이 검정에서는 모든 항목에서 유의한 차이가 없었다.

### 혈청지질의 변화

혈청지질의 변화는 Table 5와 같다. 혈청지질의 집단내 변화에서 비만집단은 HDL-C이 유의하게 증가하였고, 공복혈당(FBG)은 유의하게 감소하였으나, 중성지방(TG), 공복인슐린(FGI), HOMA지수는 유의한 변화가 없었다. 일반집단은 HDL-C에서 유의하게 증가 하였으나, 중성지방, 공복혈당, 공복인슐린, HOMA지수는 유의한 변화가 없었다. 집단 간 변화량 차이 검정에서는 공복혈당과 HOMA지수에서 유의한 차이를 나타냈다.

### 성장호르몬, IGF-1 및 leptin의 변화

성장호르몬(GH), IGF-1 및 Leptin의 변화는 Table 6과 같다. 비만집단은 IGF-1이 유의하게 증가하였고, Leptin은 유의하게

Table 3. Change of body composition and physical fitness between before and after walking exercise (Mean $\pm$ SD)

| Factor                         | OG (n=12)        |                  | <i>p</i> * | NG (n=12)        |                  | <i>p</i> * | <i>p</i> # |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------|------------------|------------------|------------|------------|
|                                | pre              | post             |            | pre              | post             |            |            |
| Weight (kg)                    | 74.3 $\pm$ 12.6  | 73.8 $\pm$ 13.1  | 0.159      | 52.5 $\pm$ 6.6   | 53.0 $\pm$ 6.1   | 0.086      | 0.028      |
| AC (cm)                        | 31.8 $\pm$ 3.1   | 32.1 $\pm$ 3.3   | 0.038      | 25.9 $\pm$ 1.7   | 26.4 $\pm$ 1.6   | 0.001      | 0.574      |
| LBM (kg)                       | 45.2 $\pm$ 5.6   | 45.8 $\pm$ 6.3   | 0.204      | 38.1 $\pm$ 4.4   | 38.8 $\pm$ 4.5   | 0.001      | 0.753      |
| %fat (%)                       | 39.4 $\pm$ 3.7   | 37.7 $\pm$ 3.4   | 0.001      | 27.8 $\pm$ 4.5   | 28.4 $\pm$ 3.8   | 0.380      | 0.004      |
| BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) | 28.3 $\pm$ 3.9   | 27.7 $\pm$ 4.1   | 0.006      | 20.0 $\pm$ 1.8   | 20.6 $\pm$ 1.9   | 0.001      | 0.001      |
| WHR                            | 0.91 $\pm$ 0.05  | 0.90 $\pm$ 0.05  | 0.026      | 0.81 $\pm$ 0.03  | 0.82 $\pm$ 0.02  | 0.223      | 0.014      |
| TBW (l)                        | 33.1 $\pm$ 4.1   | 34.0 $\pm$ 4.2   | 0.009      | 27.9 $\pm$ 3.2   | 28.2 $\pm$ 3.3   | 0.122      | 0.078      |
| FS                             | 66.3 $\pm$ 4.8   | 67.1 $\pm$ 4.6   | 0.231      | 70.7 $\pm$ 2.4   | 71.2 $\pm$ 2.5   | 0.111      | 0.708      |
| 50 m Run (sec)                 | 10.2 $\pm$ 0.45  | 9.4 $\pm$ 0.32   | 0.001      | 9.9 $\pm$ 0.72   | 9.4 $\pm$ 0.39   | 0.001      | 0.031      |
| arm flex hang (sec)            | 3.2 $\pm$ 6.0    | 6.0 $\pm$ 6.3    | 0.001      | 15.3 $\pm$ 5.8   | 18.5 $\pm$ 6.2   | 0.001      | 0.605      |
| Sit-ups (beats/min)            | 28.3 $\pm$ 4.9   | 31.2 $\pm$ 4.9   | 0.001      | 31.7 $\pm$ 7.7   | 34.9 $\pm$ 6.0   | 0.001      | 0.602      |
| Standing long jump (cm)        | 164.2 $\pm$ 16.4 | 169.7 $\pm$ 13.2 | 0.002      | 178.5 $\pm$ 16.3 | 182.0 $\pm$ 15.6 | 0.001      | 0.181      |
| Trunk flexion (cm)             | 17.3 $\pm$ 6.5   | 18.2 $\pm$ 6.2   | 0.001      | 17.3 $\pm$ 8.1   | 18.1 $\pm$ 7.8   | 0.047      | 0.584      |

OG: Obese group, NG: Normal group, AC: arm circumference, LBM: lean body mass, BMI: body mass index, WHR: waist-hip ratio, TBW: total body water, FS: fitness score. \* Significant difference within groups in paired *t*-test.

# Significant difference between groups in independent *t*-test (post value-pre value).

Table 4. Change of cardiovascular functions between before and after walking exercise (Mean±SD)

| Factor      | OG (n=12) |           | <i>p</i> * | NG (n=12)  |           | <i>p</i> * | <i>p</i> # |
|-------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|
|             | pre       | post      |            | pre        | post      |            |            |
| SBP (mm Hg) | 128.7±8.5 | 122.1±9.4 | 0.091      | 117.1±11.4 | 117.3±8.5 | 0.958      | 0.168      |
| DBP (mm Hg) | 67.6±7.6  | 71.8±7.3  | 0.112      | 68.0±3.98  | 72.8±4.2  | 0.002      | 0.829      |
| HRrest      | 79.7±6.8  | 76.5±6.4  | 0.009      | 83.8±7.7   | 79.2±6.5  | 0.002      | 0.363      |

OG: Obese group, NG: Normal group, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HRrest: Heart Rate at rest

\* Significant difference within groups in paired *t*-test.

# Significant difference between groups in independent *t*-test (post value-pre value).

Table 5. Change of blood lipid between before and after walking exercise (Mean±SD)

| Factor        | OG (n=12)   |             | <i>p</i> * | NG (n=12) |           | <i>p</i> * | <i>p</i> # |
|---------------|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
|               | pre         | post        |            | pre       | post      |            |            |
| TG (mg/dl)    | 128.8±151.7 | 115.0±139.4 | 0.129      | 54.9±19.6 | 58.8±14.2 | 0.194      | 0.059      |
| HDL-C (mg/dl) | 51.7±12.2   | 55.8±12.8   | 0.006      | 61.2±8.8  | 65.3±9.4  | 0.033      | 0.984      |
| FBG (mg/dl)   | 79.9±7.4    | 75.1±4.9    | 0.002      | 76.1±5.8  | 80.0±4.2  | 0.062      | 0.001      |
| FGI (mg/dl)   | 20.9±17.0   | 17.5±9.8    | 0.212      | 10.2±1.8  | 11.4±2.6  | 0.125      | 0.097      |
| HOMA-IR index | 4.2±3.7     | 3.3±2.0     | 0.129      | 1.92±0.5  | 2.26±0.6  | 0.097      | 0.043      |

OG: Obese group, NG: Normal group, TG: triglyceride, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, FBG: fasting blood glucose,

FGI: fasting blood insulin. \* Significant difference within groups in paired *t*-test.

# Significant difference between groups in independent *t*-test (post value-pre value).

Table 6. Change of GH, IGF-1, and leptin between before and after walking exercise (Mean±SD)

| Factor         | OG (n=12)  |             | <i>p</i> * | NG (n=12)  |            | <i>p</i> * | <i>p</i> # |
|----------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                | pre        | post        |            | pre        | post       |            |            |
| GH (ng/ml)     | 4.48±5.6   | 8.21±5.7    | 0.058      | 3.54±2.5   | 6.92±4.5   | 0.007      | 0.861      |
| IGF- I (ng/ml) | 548.0±86.2 | 636.2±109.9 | 0.001      | 529.3±58.8 | 554.3±66.1 | 0.001      | 0.001      |
| Leptin (ng/ml) | 16.2±3.1   | 13.5±3.1    | 0.001      | 11.2±3.7   | 9.5±3.0    | 0.001      | 0.135      |

OG: Obese group, NG: General group, GH: growth hormone, IGF-1: insulin like growth factor-1

\* Significant difference within groups in paired *t*-test.

# Significant difference between groups in independent *t*-test (post value-pre value).

감소하였으나, 성장호르몬은 유의한 변화가 없었다. 일반집단은 성장호르몬, IGF-1에서 유의하게 증가하였고, Leptin은 유의하게 감소하였다. 집단 간 변화량 차이 검정에서는 IGF-1에서 유의한 차이를 나타냈다.

## 고 찰

체구성 변인의 긍정적인 변화는 유산소성 운동인 걷기운동에 따른 에너지소비량의 증가, 지방조직의 지질분해율의 증가 및 지방산의 활동근육으로의 유입증가에 의한 β산화과정을 통한 지방기질의 이용이 증가한 것으로 여겨진다[16]. 본 연구에서 비만집단과 일반집단에서 AC, 체지방량의 증가는 여자 청소년의 사춘기 시기인 중 2, 3학년에서 신장과 체중의 증가도 하나의 원인으로 사료된다.

비만 여자청소년은 정상 여자청소년보다 복부의 피하지방

량과 내장지방량이 2-3배 높고 이들의 복부내장지방량이 심혈관질환 위험인자와 상관관계를 나타내 심혈관질환의 발생위험성이 높은 것으로 알려져 있으며[4], 본 연구의 대상자들 또한 비만여중생과 일반여중생의 %fat는 실험 전 10% 이상의 차이를 보였다.

본 연구에서 두 집단 모두 AC가 유의하게 증가하였고, %fat, BMI, WHR는 비만집단에서 감소하였으며, 일반집단에서는 AC, LBM, BMI가 증가하였다. 비만집단은 체지방 감소가 두드러진 반면, 일반집단은 근육량의 증가로 나타나, 비만여중생과 정상여중생의 긍정적 효과를 나타내면서도 다른 양상을 보였다.

본 연구에서 비만집단과 일반집단 모두에서 체력 변인의 50 m 달리기, 팔굽혀펴달리기, 윗몸일으키기, 제자리멀리뛰기, 윗몸앞으로굽히기가 걷기운동 실시 후 향상되었고, 50 m 달리기는 집단간에 차이가 나타났다. 낮은 수준의 체력상태인

비만집단이 더 큰 향상도를 나타낸 결과이다. 유산소 운동은 체지방량을 감소시키면서 제지방 체중이나 기초 대사량 및 체력을 증대시키고 비만과 관련된 대사성 질환을 정상화시키므로 가장 유용한 비만치료요법으로 권장되고 있다[20]. 이는 걷기운동을 통한 상·하지 근육군의 역동적인 움직임에 의한 운동효과[28]와 관련되어 나타난 결과로 사료된다.

본 연구에서 고혈압 위험인자인 수축기 및 이완기혈압에서 일반집단이 이완기혈압에서 유의하게 높게 나타났다. 윤영숙 등[34]과 박태곤[27]의 비만군과 관련한 운동과 체중조절 프로그램을 실시한 연구에서는 수축기혈압이 유의하게 감소하였다는 보고와는 상반되었다. 이 같은 결과에 대해 정확한 원인을 밝힐 수는 없으나, 대부분의 연구들에서 유산소운동이 혈압을 유의하게 감소시킨다는 결과를 나타내었다. 추후에 혈압이 높은 학생들 대상의 유산소운동과 혈압과의 관계에 대한 연구가 필요하다고 사료된다. HRrest는 비만집단과 일반집단 모두에서 유의한 차이가 나타나 심혈관기능의 향상이 나타났다.

본 연구의 비만집단과 일반집단에서의 TG 농도는 걷기운동실시 후 유의성은 없었으나, 비만집단에서는 감소하는 경향을 보였다. 중성지방농도가 높으면 지방분해가 항진되고 유리지방산이 증가되어 인슐린저항성이 발생되어, 중성지방의 농도는 인슐린저항성의 정도와 인슐린의 지방분해 억제 작용과 연관관계를 가지고 있으며[19], 간에서 인슐린저항성은 초저밀도 지단백(VLDL)생산에 의하여 특징 지위진다[22].

%fat량과 TG농도와는 정비례 관계를 나타냄으로서 %fat량의 감소를 나타낸 비만집단에서는 TG농도가 감소하는 경향을 나타냈고, %fat량의 증가를 보인 일반집단에서는 TG농도가 약간 증가하는 양상을 보였다. 그러나 두 집단의 10% 정도의 %fat 차이가 TG농도에서는 2배의 차이로 나타나 %fat의 적절한 관리가 매우 중요하다고 할 수 있다.

HDL-C 농도는 비만집단에서 유의한 증가를 보였고, 일반집단에서도 증가를 나타냈다. 두 그룹에서의 유의한 변화는 여성에게 걷기운동이 HDL-C 증가에 긍정적 영향을 미친다고 볼 수 있다. Baker는 최대산소섭취량의 70% 이상의 운동이 HDL-C 수준의 증가에 영향을 미치며 이를 통하여 HDL-C의 농도가 5-10% 정도 증가하였다고 보고하였고[3], 본 연구의 결과에서도 비만집단과 일반집단은 운동전에 비해 운동후에 5% 이상의 유의하게 증가하여 비슷한 경향을 보였다. 서성모[30]는 야쿠르트 판매업에 종사하는 중년여성을 대상으로 한 연구에서 걷기 운동이 혈액성분과 BMI에 미치는 영향을 일반 여성과 비교 분석한 결과 TC, HDL-C에서 긍정적인 결과를 보였다고 하였다.

본 연구의 비만집단에서의 공복혈당이 운동 실시 후에 유의하게 감소하였고, 집단 간의 차이도 나타났다. 이러한 결과는 Tokmakidis 등[32]은 비만여성을 대상으로 복합운동을 실시한 결과 공복혈당이 감소하였다는 보고와 유사하였다. 이러한

결과는 실험과정에서 방학기간이 아닌 재학 중에 실험을 진행한 것이 여학생의 신체활동(각종 학교행사)을 증가시키는 원인이 될 수 있었다는 점 등도 고려해야 할 것이다. 공복혈당은 체지방량 감소에 따른 체지방 분포의 변화 즉 피하지방량에 대한 내장지방량 비율의 감소와 인슐린감수성의 증진에 의해 말초조직에서의 당 흡수 및 간의 당 생성 억제능력이 개선되어 감소하는 것으로 알려져 있다. 비만집단에서의 공복혈당 감소는 허리둘레의 감소에 따른 체지방분포의 변화가 개선되어 나타난 것으로 사료된다.

운동을 통한 인슐린의 감소는 인슐린이 지방형성(lipogenesis)을 촉진시키는 물질로서 인슐린이 감소되면 지방형성 과정이 억제되고 지방분해(lipolysis)의 증가가 이루어지기 때문이다[8]. 본 연구에서의 인슐린 농도는 유의성이 없었으나 비만집단에서는 감소를, 일반집단에서는 증가하는 양상을 보였고 두 그룹 모두 안정범위에서 변화가 나타났다.

성장호르몬은 주로 간에서 존재하는 성장호르몬 수용체와 결합하여 IGF-1의 생성을 촉진하여 혈중 인슐린양성인자- I (IGF-1) 농도를 상승시키고, 이 IGF-1이 장골의 성장판 연골세포의 분화 및 증식을 일으켜 성장을 촉진하는 것으로 알려져 있는데, IGF 농도 또한 트레이닝 후 성장호르몬의 증가와 비례하여 증가하며[1], 이러한 증가는 간에서의 IGF-1 합성을 위한 인슐린의 작용증가, 근섬유의 성장 및 비대[2] 때문으로 보고되었다.

성장호르몬 분비 증가를 위한 운동 형태는 고강도의 저항성 운동으로 보는 경향이 있다. 저항성 운동을 실시한 후 거의 대부분의 연구[13]들이 성장호르몬의 유의한 증가를 보인 반면, 유산소성 운동에서 모호한 결과를 보인 연구들은 대부분 운동 강도를 간과한 결과로 사료된다[26]. 이에 반해 운동 강도를 70% 이상 유지한 연구[6]에서는 대부분 유의한 증가를 보였다고 하였지만, 본 연구결과에서는 비만집단에서 성장호르몬의 뚜렷한 증가 양상을 보였지만, 유의한 차이는 없었고, 일반집단에서는 유의한 차이를 보였다.

여자의 경우 중학생시기에 가장 급속한 발육페턴(신장, 체중)을 보이기 때문에 운동을 하지 않더라도 성장호르몬은 증가양상이 보이지만 운동을 통해서 그 양을 증가시킬 수 있다는 것이 중요하다.

이러한 관련성은 IGF-1의 매개 작용이 운동으로 더욱 촉진되어 성장호르몬의 성장촉진 작용과 에너지 소비율이 증가될 수 있음을 암시해 주고 있으며, 관련성 유지는 규칙적인 유산소성 운동으로 증가된 성장호르몬이 세포내에서 IGF-1의 합성을 촉진시키며 다양한 세포와의 상호작용을 통하여 간으로부터 IGF-1의 방출을 증가시키기 때문인 것으로 생각된다[10]. 본 연구의 결과에서도 IGF-1에서 두 집단에서 유의한 차이를 보였고, 두 집단 간에서도 유의한 차이를 보였는데 특히, 비만집단에서 변화량이 컸다.

이경미 등[24]은 성장호르몬이 결핍된 성인에게 성장호르

몬을 투여한 결과 6개월 후 지방량이 감소하고 체지방량이 증가함을 보고하였다. 이들은 전산화단층촬영을 통해 내장지방량이 유의하게 감소하고 대퇴근육량이 증가함을 보여주었고, 본 연구에서의 비만집단에서도 유의성 있는 지방량 감소와 약간의 체지방량의 증가를 나타냈다.

사람에서 비만할수록 혈중 렙틴 농도가 증가하는 것은 체지방의 증가에 따른 렙틴 저항성으로 설명하고 있다. 렙틴과 인슐린이 세포내 동일 신호전달체계를 가진다는 사실은 렙틴과 인슐린 저항성과 관련성이 있음을 암시한다[5]. Leptin은 체지방량에 따라 지방세포에 의해 분비되므로 우리 몸의 에너지 항상성에서 균형을 이루는데 중요한 역할을 하고 있다[23].

Haluzic 등[14]은 비만한 사람을 대상으로 시행한 연구결과 고밀도-콜레스테롤만이 렙틴 농도에 독립적으로 연관되어 있다고 보고하였고, Ostlund 등[25]은 정상체중군과 비만군에서 콜레스테롤과 혈중 렙틴 농도와는 상관관계가 없다고 보고하였다. 본 연구에서도 비만집단과 일반집단에서 렙틴과 콜레스테롤간의 유의한 상관관계가 없었다. Rosenbaum 등[29]은 중성지방은 지방세포에 에너지가 저장되는 주된 형태로 지방량이 많을수록 증가하는 경향이 있어 전체적으로 볼 때 렙틴 농도와 상관관계가 있음을 보고하였다. 혈중 평균 렙틴 농도는 여자가 남자보다 2배 이상 통계적으로 유의하게 높았고(남자  $5.14 \pm 4.66$ , 여자  $11.9 \pm 10.4$  ng/ml), 총 지방량도 여자에서 높은 수치를 보였다(남자  $15.0 \pm 7.20$ , 여자  $20.1 \pm 7.15$  kg)[21].

여자에게서 높은 농도를 보이는 이유로는 상대적으로 많은 체지방량, 피하 및 내장지방의 분포차이, 렙틴의 저항성, 지방세포의 인슐린에 대한 감수성 부족, 여성 호르몬 등이 제시된 바 있다[12].

렙틴 농도의 감소는 운동이라고 하는 그 자체가 렙틴의 분비 비율을 억제하는 간접 작용[15]과 더불어 운동이 에너지 소비를 유도함으로써 free fatty acid를 TG로 합성하는 비율을 억제함과 동시에 지방 분해 과정을 촉진하는 역할[11]에 기인하여 혈중 렙틴 농도가 감소한 것으로 사료된다.

본 연구에서도 Leptin과 관련하여 위 연구들과 같이 실험전 보다 실험 이후에 10%정도의 감소를 나타내었다. 전체적으로 활동량의 증가로 조깅보다 강도가 낮았어도 똑같은 효과를 보이는 것으로 나타났다. 하지만 식습관에 대한 불규칙적 식습관 교육이 영향을 미쳤을 가능성도 배제할 수는 없다.

## 요 약

본 연구는 운동을 하지 않는 여자 중학생을 대상으로 걷기 운동이 체구성, 체력, 심혈관 기능, 혈청지질, GH, IGF-1 및 Leptin에 미치는 효과를 분석하기 위하여 걷기운동을 12주간 수행한 결과 비만집단과 일반집단 모두 체구성, 체력 심혈관 기능, 혈청지질 및 인슐린 인자에서 긍정적인 변화를 보였으며, 특히 비만집단은 체지방의 감소효과가 커고, 일반집단은

근육량의 향상에 효과가 커으며, 두 집단 모두 체력요인의 향상이 있었고 심혈관 기능과 혈청지질 및 인슐린 인자의 변화에도 여러 요인에서 유의한 효과가 있었다. 이러한 결과는 청소년시기에 바쁜 생활패턴에서 걷기운동만으로도 여중생의 체구성과 체력을 정상적으로 유지시킬 수 있는 좋은 운동 프로그램이 될 수 있음을 나타내고 있다. 그러나 이러한 긍정적인 변화를 지속시키기 위해서는 올바른 식습관(diet)과 보다 긴 걷기운동시간이 필요하다. 본 실험의 대상자를 또한 실험기간 중 정해진 운동시간외에 개인적 걷기운동량이 하루 15분 정도 증가하였다. 운동추후의 연구에서는 운동기간의 증가와 운동 강도의 증가에 따른 지속적인 변화의 분석을 위한 연구가 필요하다고 생각된다.

## References

- Adams, G. R. and S. A. McCue. 1998. Localized infusion of IGF-1 results in skeletal muscle hypertrophy in rats. *J. Appl. Physiol.* **84**, 1716-1722.
- Allen, D. L., S. R. Monke, R. J. Talmadge, R. R., Roy, and V. R. Edgerton. 1995. Plasticity of myonuclear number in hypertrophied and atrophied mammalian skeletal muscle fibers. *J. Appl. Physiol.* **78**, 1969-1976.
- Baker, A. 1986. Alteration in lipid and protein profile of lipoprotein in middle aged men consequent to an aerobic exercise program. *Metabolism* **35**, 1037-1043.
- Caprio, S., M. Bronson, R. S. Sherwin, F. Rife, and W. V. Tamborlane. 1996. Co-existence of severe insulin resistance and hyperinsulinaemia in pre-adolescent obese children. *Diabet.* **39**, 1489-1497.
- Caro, J. F. J. W. Kolaczynski, M. R. Nyce, J. P. Ohannesian, I. Opentanova, W. H. Goldman, R. B. Lynn, P. L. Zhang, M. K. Sinha, and R. V. Considine. 1996. Decreased cerebrospinal fluid/serum leptin ratio in obesity levels: a possible mechanism for leptin resistance. *Lancet.* **348**, 159-161.
- Cathy, J., R. Pritchaff, W. Laurie, Y. Judy, R. Weltman, A. Rob, and et al. 2002. Gender governs the relationship between exercise intensity and growth hormone release in young adults. *J. Appl. Physiol.* **92**, 2053-2060.
- Cho, S. J. 1996. The effect of female students' obese level and weight control behavior and attitudes on stress. *MS Thesis*, Graduate School of Education, Ewha Womans University, Seoul, Korea.
- Choi, C. K. and Y. S. Lee. 2004. The effects of aerobic and resistance exercise on the changes of body fat, blood lipid profiles and hormones in obese middle-school students. *Korean J. Phys. Edu.* **43**, 579-588.
- Chung, J. W. and H. Kim. 2004. The effect of walking type energy on expenditure and cardiorespiratory function. *Korean J. Phys. Edu.* **43**, 321-330.
- Fan, T. D., E. Molina, M. C. Gdato, and C. H. Lang. 1994. Differential tissue regulation of insulin-like growth factor-I content and binding protein after endotoxin. *Endocrin.* **134**, 1685-1692.

11. Flier, J. S. 1997. Leptin expression and action : new experimental paradigms. *Proc Natl Acad. Sci. USA* **94**, 4242-4245.
12. Goodman-Gruen, D. and E. Barrett-Connor. 1997. Sex differences in measures of body fat and body fat distribution in the elderly. *Am. J. Epidemiol.* **143**, 898-906.
13. Hakkinen, K. and A. Pakarinen. 2000. Acute hormonal response to heavy resistance exercise in men and women at different ages. *Intern. J. Sports Med.* **16**, 507-512.
14. Haluzic, M., J. Fiedler, and J. Nedvidkova. 2000. Serum leptin levels in patients with hyperlipidemias. *Nutrition* **16**, 429-433.
15. Hickey, M. S., R. V. Considine, R. G. Israel, T. L. Mahar, M. R. Mc-Cammon, G. L. Tyndall, J. A. Houmard, and J. F. Caro. 1996. Leptin is related to body fat content in male distance runners. *Am. J. Physiol.* **271**, 938-948.
16. Horowitz, J. F. 2003. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *Trends. Endocrinol. Metab.* **24**, 321-336.
17. Kanaley, J. A., J. Y. Weltman, J. D. Veldhuis, A. D. Rogol, M. L. Hartman, and A. Weltman. 1999. Human growth hormone, response to repeated bouts of aerobic exercise. *J. Appl. Physi.* **83**, 1756-1761.
18. Kim, H. J. and T. U. Kim. 2008. Effects of walking and band exercise on C-reactive protein and cardiovascular disease risk factor in overweight and obese children. *Journal of Life Science* **18**, 193-199.
19. Kim, J. W., J. J. Young, and T. U. Kim. 2007. Effects of walking and behavior modification program on body composition, physical fitness and metabolic syndrome related factors in obese girls. *Journal of Life Science* **17**, 1744-1753.
20. Kim, K. B., J. H. Shin, and J. A. Lee. 2003. The effects of aerobic exercise on abdominal obesity, cardiopulmonary function and serum insulin in obese middle school girls. *J. Korea Sport Res.* **14**, 1675-1684.
21. Kim, D. L., N. H. Kim, D. H. Shin, S. G. Kim, K. M. Choi, J. K. Kim, C. Shin, S. G. Lee, S. H. Baik, and D. S. Choi. 2002. Plasma leptin concentration, obesity, and insulin resistance in healthy Korean population. *J. Korean Diabetes Asso.* **26**, 100-111.
22. Kim, S. M., K. M. Kim, and D. J. Lee. 1997. Relationship of uric acid concentration to free fat acid, cardiovascular risk factors and intraperitoneal fat. *J. Korean Soc. Study Obes.* **6**, 51-58.
23. Lee, I. G. 2001. Genetic variants and adipose tissue functions : role of adipocyte & leptin receptor polymorphism. *J. Korean Soc. Study Obes.* **10**, 187-203.
24. Lee, K. M., H. S. Kim, J. H. Lee, H. K. Cho, H. M. Kim, K. B. Heo, H. C. Lee, E. J. Lee, U. S. Jeon, J. H. Jeon, S. W. Park, and U. K. Park. 1994. Growth hormone secretory capacity of Korean adults. *Korean Assoc. Intern. Med.* **47**, 305-312.
25. Ostlund, E., J. W. Yang, and S. Klein. 1996. Relation between plasma leptin level and body fat, gender, diet, age, and metabolic covariates. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **81**, 3909-3913.
26. Park, I. R. 2004. The Effects of Complex exercise program on Body composition, Growth hormone and IGF-I of obese girls in middle school. *Korean J. Phys. Edu.* **43**, 419-427.
27. Park, T. G. 2005. Effects of 12 weeks walking exercise on metabolic syndrome makers in obese middle school girls. *Korean J. Phys. Edu.* **44**, 507-516.
28. Pollock, M. L., B. A. Franklin, G. J. Balady, B. L. Chaitman, J. L. Fleg, B. Fletcher, and et al. 2000. SHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety and prescription. *Circulation* **101**, 828-883.
29. Rosenbaum, M. and R. L. Leibel. 1988. Pathophysiology of childhood obesity. *Adv. Pediatr.* **35**, 73-137.
30. Seo, S. M. 1997. Effect of long-term walking on blood variables, BMI and blood pressure in middle-aged women. *J. Korea Sport Res.* **15**, 1431-1442.
31. So, W. Y. and D. H. Choi. 2007. Effects of walking and resistance training on the body composition, cardiorespiratory function, physical fitness, and blood profiles of middle-aged obese women. *Exer. Sci.* **16**, 85-94.
32. Tokmakidis, S. P., C. E. Zois, K. A. Volaklis, K. Kotsa, and A. M. Touvra. 2004. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *Eur. J. Appl. Physiol.* **92**, 437-442.
33. Wennberg, P., B. Lindahl, G. Hallmans, T. Messner, L. Weinell, L. Johansson, K. Boman, and J. H. Jansson. 2006. The effects of commuting activity and occupational and leisure time physical activity on risk of myocardial infarction. *Eur. J. Cardiovascular Prev. Rehabil.* **13**, 924-930.
34. Yoon, Y. S., K. J. Kim, and H. S. Park. 2001. Effect of multidisciplinary weight control program on weight and comorbidity in obese adolescents. *J. Korean Soc. Study Obes.* **10**, 325-335.