



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](#)

박사학위논문

제주지역 비만 초등학생의 인슐린저항성 및  
대사증후군 유병률과 건강증진 프로그램의 효과

제주대학교 대학원

체육학과

노 동 진

2012年 8月

박사학위논문

제주지역 비만 초등학생의 인슐린저항성 및  
대사증후군 유병률과 건강증진 프로그램의 효과

제주대학교 대학원

체육학과

노 동 진

2012年 8月

# 제주지역 비만 초등학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률과 건강증진 프로그램의 효과

指導教授 李 昌 俊

盧 東 珍

이 論文을 體育學 博士學位 論文으로 提出함

2012年 6月

盧東珍의 體育學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 \_\_\_\_\_ (인)

委 員 \_\_\_\_\_ (인)

委 員 \_\_\_\_\_ (인)

委 員 \_\_\_\_\_ (인)

委 員 \_\_\_\_\_ (인)

濟州大學校 大學院

2012年 8月

# Prevalence of Insulin Resistance and Metabolic Syndrome and Effects of Health Promotion Program among Obese Children in Jeju

Dong-Jin, Roh

(Supervised by professor Chang-Joon, Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of Doctor of Physical Education

2012. 6.

This thesis has been examined and approved.

.....  
Thesis director, Yoonsuk, Jekal, Prof. of Physical Education  
.....  
.....  
.....  
.....

.....  
Date

Department of Physical Education  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

# 목 차

## ABSTRACT

<b>I. 서 론</b> .....	<b>1</b>
1. 연구의 필요성 .....	1
1) 비만인구의 증가 .....	1
2) 소아비만의 문제점 .....	3
3) 소아비만과 신체활동 .....	4
4) 연구의 필요성 .....	5
2. 연구의 목적 .....	6
3. 연구의 가설 .....	7
4. 연구의 제한점 .....	8
5. 용어의 정의 .....	9
<b>II. 이론적 배경</b> .....	<b>12</b>
1. 소아비만(Childhood Obesity) .....	12
1) 소아비만 .....	12
2) 소아비만의 진단 .....	13
2. 인슐린저항성(Insulin Resistance) .....	19
1) 인슐린저항성 .....	19
2) 신체활동과 인슐린저항성 .....	21
3. 대사증후군(Metabolic Syndrome) .....	22
1) 대사증후군 .....	22
2) 소아청소년 대사증후군 .....	24
3) 소아청소년 대사증후군 진단기준 .....	26
4. 선행연구 고찰 .....	31

III. 연구 설계 .....	47
연구 1. 실태조사 연구 .....	48
IV. 연구 방법 .....	49
1. 연구 대상 .....	49
2. 연구 과정 .....	51
3. 측정항목 및 방법 .....	52
1) 신체구성 .....	52
2) 혈압검사 .....	52
3) 혈액분석 .....	52
4) 인슐린저항성 .....	53
5) 대사증후군 .....	53
6) 성성속도 .....	54
7) 부모 인구통계학적 특성 .....	54
4. 자료 처리 .....	55
V. 연구 결과 .....	56
1. 연구대상자의 신체구성 측정결과 .....	56
2. 연구대상자의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 측정결과 .....	57
3. 소아비만 유병률 .....	58
4. 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 상관관계 .....	59
5. 비만도에 따른 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 .....	62
6. 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률 .....	68
7. 성성속도에 따른 비만도, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 .....	70
8. 성성속도를 통제 한 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 기준 비만학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도 .....	73

연구 2. 중재연구 .....	79
<b>VI. 연구 방법 .....</b>	<b>80</b>
1. 연구 대상 .....	80
2. 연구 과정 .....	80
3. 중재프로그램 .....	83
1) 운동프로그램 .....	83
2) 교육프로그램 .....	83
4. 부모교육 .....	85
5. 측정항목 및 방법 .....	85
1) 체력검사 .....	85
2) 신체구성 .....	87
3) 혈압검사 .....	87
4) 혈액분석 .....	87
5) 인슐린저항성 .....	87
6) 대사증후군 .....	87
6. 자료 처리 .....	88
<b>VII. 연구 결과 .....</b>	<b>89</b>
1. 중재군과 정상체중군의 신체구성 비교 .....	89
2. 중재군과 정상체중군의 체력 비교 .....	90
3. 중재군과 정상체중군의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 비교 .....	91
4. 중재프로그램 참여 전·후 신체구성의 변화 .....	92
5. 중재프로그램 참여 전·후 체력의 변화 .....	93
6. 중재프로그램 참여 전·후 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 변화 .....	94
7. 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률 분석 .....	95

VIII. 논 의 .....	98
1. 제주지역 소아비만 실태 .....	98
1) 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군의 관계 .....	98
2) 소아비만 유병률 .....	102
2. 건강증진 프로그램의 참여 효과 .....	104
IX. 결 론 .....	108
참고문헌 .....	111

## List of Tables

Table 1. A range of the published obesity definitions .....	9
Table 2. Body mass index percentile in male children .....	15
Table 3. Body mass index percentile in female children .....	15
Table 4. Waist circumference percentile in male children .....	17
Table 5. Waist circumference percentile in female children .....	17
Table 6. Classification of percent body fat (%) .....	18
Table 7. A range of the published metabolic syndrome definitions .....	25
Table 8. A range of the published metabolic syndrome definitions in pediatrics .....	29
Table 9. The IDF definition of the at risk group and metabolic syndrome in children and adolescents .....	30
Table 10. Observational studies in childhood obesity .....	32
Table 11. Intervention studies in childhood obesity .....	39
Table 12. Participants characteristics in the study 1 .....	49
Table 13. Demographic characteristics of parents in the study 1 .....	50
Table 14. Criteria for metabolic risk factors by Ford .....	54
Table 15. Results of body composition .....	56
Table 16. Results of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors .....	57
Table 17. Correlation between BMI, WC, PBF and insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in male children .....	60
Table 18. Correlation between BMI, WC, PBF and insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in female children .....	61
Table 19. Comparison between BMI of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in male children .....	62
Table 20. Comparison between WC of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in male children .....	63

Table 21. Comparison between PBF of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in male children .....	64
Table 22. Comparison between BMI of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in female children .....	65
Table 23. Comparison between WC of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in female children .....	66
Table 24. Comparison between PBF of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in female children .....	67
Table 25. Prevalence of insulin resistance and metabolic syndrome abnormalities (%) .....	69
Table 26. Comparison between sexual maturity of age, BMI, WC, PBF and insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in male children .....	71
Table 27. Comparison between sexual maturity of age, BMI, WC, PBF and insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in female children .....	72
Table 28. Participants characteristics in the study 2 .....	81
Table 29. Intervention Program .....	84
Table 30. Comparison between groups of body composition before Intervention program .....	89
Table 31. Comparison between groups of physical fitness before Intervention program .....	90
Table 32. Comparison between groups of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors before Intervention program .....	91
Table 33. Comparison of body composition after Intervention program .....	92
Table 34. Comparison of physical fitness after Intervention program .....	93
Table 35. Comparison of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors after Intervention program .....	94
Table 36. Prevalence of metabolic syndrome abnormalities (%) .....	97

## List of Figure

Figure 1. Prevalence of overweight and obesity among children and adolescents .....	2
Figure 2. The study design .....	47
Figure 3. The study process of study 1 .....	51
Figure 4. Prevalence of childhood obesity (%) .....	58
Figure 5. Prevalence of insulin resistance and metabolic syndrome (%) .....	68
Figure 6. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a BMI with sexual maturity control in male children .....	73
Figure 7. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a WC with sexual maturity control in male children .....	74
Figure 8. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a PBF with sexual maturity control in male children .....	75
Figure 9. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a BMI with sexual maturity control in female children .....	76
Figure 10. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a WC with sexual maturity control in female children .....	77
Figure 11. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a PBF with sexual maturity control in female children .....	78
Figure 12. The study process of study 2 .....	82
Figure 13. Prevalence of insulin resistance abnormalities (%) .....	96

Figure 14. Prevalence of metabolic syndrome risk factors  
abnormalities (%) ..... 96

Figure 15. Prevalence of metabolic syndrome abnormalities (%) ..... 97

## ABSTRACT

# Prevalence of Insulin Resistance and Metabolic Syndrome and Effects of Health Promotion Program among Obese Children in Jeju

Dong-Jin, Roh

*Department of Physical Education, Graduate School,  
Jeju National University, Korea*

Supervised by professor Chang-Joon, Lee

### **Purpose**

The purpose of the current study was to investigate 1) the prevalence of insulin resistance and metabolic syndrome in obese children, and 2) the effects of health promotion program on the level of obesity, physical fitness, insulin resistance and metabolic syndrome among overweight and obese elementary school student in Jeju Island. The current investigation consisted of two studies including cross-sectional study and intervention study.

### **Study 1. cross-sectional study**

Two hundred twenty eight overweight or obese children(151 males, 77 females, 4-6th grade) were recruited in Jeju. The level of obesity (body weight, body mass index, waist circumference, percent body fat), insulin resistance(homeostasis model assessment of insulin resistance), metabolic syndrome risk factors(blood pressure, fasting glucose, triglyceride, high density lipoprotein cholesterol), sexual maturity and parental demographic characteristics were assessed. The prevalence of childhood obesity were

different depending on the measurement of obesity level including body mass index, waist circumference and percent body fat. Participants who were obese were more likely to have significantly higher level of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors as compared to those who were overweight. Sixty one percent participants had insulin resistance, and 15.6% had metabolic syndrome.

## **Study 2. intervention study**

Thirty overweight or obese children as intervention group and 15 healthy body weight children as healthy control group were recruited in Jeju. The health promotion program consisted of two exercise sessions and one education session 3 times/week in 4-week. Obesity level(body weight, body mass index, waist circumference, percent body fat), physical fitness(muscle strength, muscle endurance, flexibility, cardiopulmonary fitness), insulin resistance(homeostasis model assessment of insulin resistance) and metabolic syndrome risk factors(blood pressure, fasting glucose, triglyceride, high density lipoprotein cholesterol) were assessed. There were significant differences in obesity, physical fitness, insulin resistance and metabolic syndrome risk factors between overweight or obesity children and normal weight children before the health promotion program. After health promotion program, there were significant improvements in waist circumference, physical fitness, insulin resistance and metabolic syndrome risk factors. However there were no significant changes in body mass index and percent body fat.

## **Conclusion**

Our findings concluded the severity of childhood obesity in Jeju. There were significant improvements in waist circumference, physical fitness, insulin resistance and metabolic syndrome in overweight and obesity children after health promotion program participation. Therefore, it is recommended for children to participate in regular physical activity to improve the level of physical fitness and obesity as well as to prevent metabolic syndrome and insulin resistance.

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

### 1) 비만인구의 증가

전 세계적으로 비만 인구는 급격하게 증가하고 있다. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에 의하면 2008년 전 세계인구 중 15억 명이 과체중 또는 비만이고, 2015년에는 약 23억 명까지 증가할 것으로 예상하고 있다(WHO, 2011).

2007-2010년 National Health and Nutrition Examination Survey(NHANES) 결과, 미국 20세 이상 성인의 68.5%가 체질량지수(Body Mass Index, BMI) 25 kg/m<sup>2</sup> 이상인 과체중 또는 비만으로, 이는 1960-1962년 20세 이상 성인의 44.9%가 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상인 것과 비교하여 약 50% 이상 증가하였다(Centers for Disease Control and Prevention, 2010, 2011).

비만인구의 급격한 증가는 우리나라의 경우도 예외가 아니다. 2010년 Korean National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES)에 의하면 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상인 우리나라 성인(만 19세 이상) 비만인구는 1998년 25.8%이었던데 비해, 2010년 31.4%로 20% 이상 증가하였고, 매년 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다(보건복지부, 2011).

소아청소년 비만인구의 증가 역시 성인과 유사한 경향을 보여주고 있다. 세계보건기구에서는 2010년 현재 전 세계 5세 미만의 아동 중 4천 2백만 명이 과체중 또는 비만인 것으로 보고하면서 소아비만을 21세기 가장 심각한 보건 문제 중 하나로 규정하였다(WHO, 2011). 국제 비만 전문위원회(International Obesity Taskforce, IOTF)에서는 2010년 학교에 재학 중인 소아청소년 중 2억 명이 과체중 또는 비만으로 보고하였다(IOTF, 2011).

2007-2008년 NHANES 결과 미국 소아청소년(2-19세)의 48.6%가 체질량지수 85<sup>th</sup> 백분위수 이상으로(Ogden & Flegal, 2010), 이는 1999-2000년 28.2%가 체질량지수 85<sup>th</sup> 백분위수 이상(Ogden et al., 2006)인 것과 비교하여 약 70% 이상 증가하였다<Figure 1>.

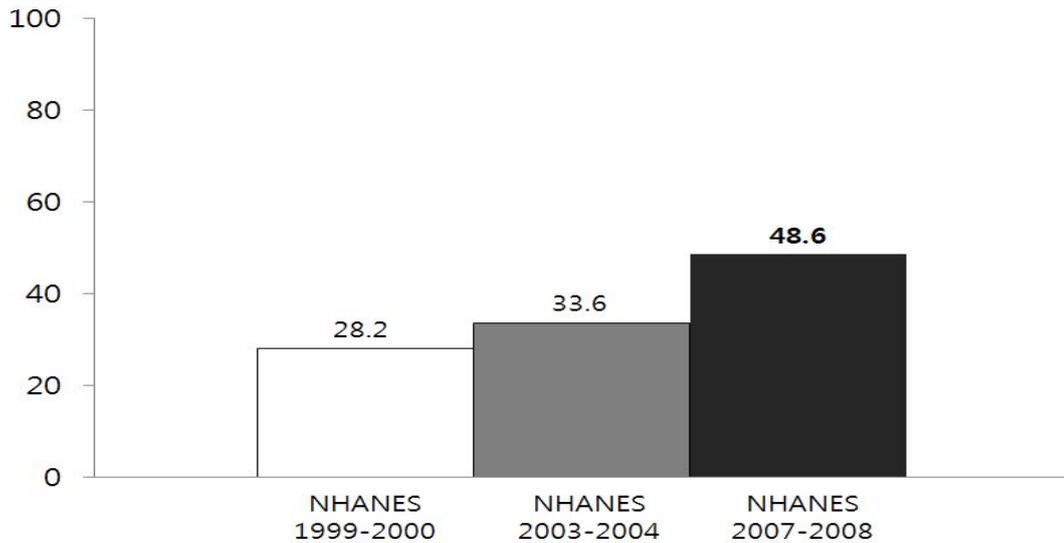


Figure 1. Prevalence of overweight and obesity among children and adolescents

소아청소년 비만인구의 증가 현상은 우리나라에서도 심각하게 나타나고 있다. 1997년 소아청소년 발육표준치 측정조사에 의하면 체질량지수 85<sup>th</sup> 백분위수 이상인 과체중 또는 비만 소아청소년(만 2-18세)은 13.0%이고, 이 중 5.8%가 체질량지수 95<sup>th</sup> 백분위수 이상인 비만으로 조사되었으나(오경원 등, 2008), 2010년 KNHANES에 의하면 2010년 18.8%가 체질량지수 85<sup>th</sup> 백분위수 이상인 과체중 또는 비만이고, 이 중 10.8%가 체질량지수 95<sup>th</sup> 백분위수 이상인 비만으로 조사되었다(보건복지부, 2011).

특히, 제주도 과체중 또는 비만 소아청소년 유병률은 2010년 15.5%로 우리나라에서 소아비만 유병률이 높은 지역 중 하나이고(전국 15개 시·도 소아청소년 과체중 또는 비만 유병률 10.0-14.1%, 전국평균 11.8%), 2007년부터 2010년까지 전국에서 과체중 또는 비만 유병률이 15%를 초과하는 유일한 지역이다(질병관리본부, 2011). 또한 초등학교 과체중 또는 비만 유병률 역시 2009년 우리나라 16개 시·도 중 가장 높은 18.9%로 나타났고, 비만 유병률도 15.9%로 전국평균 13.2%보다 높은 수준인 것으로 조사되었다. 특히 5, 6학년 고학년의 비만 유병률은 이미 20%를 초과하였다(제주특별자치도교육청, 2010).

## 2) 소아비만의 문제점

비만아동의 약 75%는 성인이 되어서도 비만해지고(Whitaker, Wright, Pepe, Seidel & Dietz, 1997), 결과적으로 성인기의 제2형 당뇨병, 관상동맥질환(Baker, Olsen & Sorensen, 2007) 등의 대사성질환 발병 위험률을 증가시킨다(Dietz & Robinson, 2005; Li et al., 2003). Baker et al.(2007)은 276,835명(남자 139,857명, 여자 136,698명)을 대상으로 7세부터 13세까지의 비만 수준과 25세 이후 성인기 심혈관질환 발병률의 관계를 조사한 연구에서 7세부터 13세까지의 비만수준이 높을수록 성인기 심혈관질환 발병률과 이로 인한 사망률에 직접적인 영향을 미친다고 보고하였고, 소아청소년기 비만도가 높은 사람은 건강한 체중인 사람에 비해 성인기 비만 이환률이 19배, 고혈당, 고혈압, 고지혈증 발병 위험률은 1.4-2.3배(Jekal, Yun, Park, Jee & Jeon, 2010), 대사증후군 발병 위험률은 56배 증가하는 것으로 보고되었다(Vanhala, Vanhala, Kumpusalo, Halonen & Takala, 1998).

또한, 소아비만은 성인기 비만도 및 대사성질환 발병 위험의 증가뿐만 아니라 동시기의 고혈압, 고지혈증, 심혈관질환(Csabi, Torok, Jeges & Molnar, 2000), 제2형 당뇨병(Sinha et al., 2002) 및 인슐린저항성(Jekal et al., 2009) 등의 위험요인에 직접적으로 영향을 주어 소아청소년기 대사성질환 발병률을 증가시키고(Coran, Ball & Cruz, 2003; Must & Strauss, 1999), 고혈압, 고혈당, 고지혈증 등 각각의 위험인자들이 군집으로 나타나는 대사증후군(Timar, Sestier & Levy, 2000)의 발병률을 증가시키는 것으로 보고되었다(Torok, Szelenyi, Porszasz & Molnar, 2001). Bogalusa Heart Study 자료를 이용하여 8-17세 미국 소아청소년의 대사증후군 유병률을 분석한 결과 전체 소아청소년 대사증후군 유병률은 3.6%로 나타난 반면, 과체중 또는 비만 소아청소년은 35.5%가 대사증후군으로 진단되었고(Chen, Srinivasan, Elkasabany & Berenson, 1999), 우리나라에서도 2008년 KNHANES 자료를 이용하여 10-19세의 소아청소년 대사증후군 유병률을 분석한 결과, 전체 소아청소년의 대사증후군 유병률은 3.8%로 나타났으나, 과체중 소아청소년은 8.1%, 비만 소아청소년은 19.8%가 대사증후군으로 진단되었다(이기화, 정종운, 2010). 이와 같이 소아비만은 인슐린저항성 및 대사증후군을 일으키는 주요 원인으로 대두되고 있다.

### 3) 소아비만과 신체활동

소아비만은 규칙적인 신체활동 참여를 통해 예방하고 개선할 수 있다. 미국심장협회(American Heart Association, AHA)에서는 소아비만 예방을 위하여 신체활동을 증진시켜 건강한 대사를 유지하도록 권장하고 있다(Daniels et al., 2005). 미국 보건복지부에서도 소아청소년(만 6-17세)의 비만예방 및 건강증진을 위한 신체활동 가이드라인을 제시하여 하루 60분 이상, 중강도 이상의 신체활동(운동)에 참여할 것을 권장하고 있다(U. S. Department of Health and Human Services, 2008).

최근 청소년 또는 고등학생을 대상으로 6주(Kim et al., 2007)와 12주(Jekal et al., 2009) 동안 방과 후 운동프로그램에 참여시킨 결과 체질량지수와 체지방률이 모두 감소하였다. 뿐만 아니라, 6주 운동프로그램 참여 후에는 중성지방, 인슐린, 인슐린저항성, 아디포넥틴이 유의하게 개선되었고, 12주 운동프로그램 참여 후에는 혈압, 콜레스테롤, 인슐린, 인슐린저항성이 유의하게 개선되었다. 규칙적인 신체활동의 참여는 비만도 뿐만 아니라 체력증진에도 중요한 역할을 하고(Daniels et al., 2005), 체력수준은 각종 대사성질환 위험도와 유의한 상관성이 있다(DuBose, Eisenmann & Donnelly, 2007). 1999-2002년 NHANES 결과 체력수준이 낮은 소아청소년은 체력수준이 높은 소아청소년에 비해 고혈압, 고지혈증, 공복혈당 장애 및 대사증후군 발병 위험이 유의하게 증가하였다(Carnethon, Gulati & Greenland, 2005). 9-15세 소아청소년을 대상으로 비만도와 체력수준에 따라 비만하고 체력이 좋은 아동, 비만하고 체력이 좋지 않은 아동, 비만하지 않고 체력이 좋은 아동, 비만하지 않고 체력이 좋지 않은 아동으로 나누어 비교 분석한 결과 비만하면서 체력이 좋은 아동이 비만하고 체력이 좋지 않은 아동에 비해 혈압, 콜레스테롤, 중성지방 및 심혈관질환 위험지수 등 대사성질환 위험요인이 낮은 것으로 보고되었다(Eisenmann, Welk, Ihmels & Dollman, 2007). 이와 같이, 규칙적인 신체활동은 소아청소년기 비만 감소와 더불어 체력을 증진시켜 고혈압, 고지혈증, 인슐린저항성(Roberts & Barnard, 2005) 등 각종 대사성질환의 발병 위험을 감소시키고 건강을 증진시키는 중요한 역할(Bassuk & Manson, 2005)을 하기 때문에 반드시 필요하다.

#### 4) 연구의 필요성

소아비만은 성인비만처럼 체지방이 과도하게 축적된 상태를 의미하는 것으로 일반적으로 체지방을 추정하여 비만을 판단한다. 따라서 비만도의 적절한 측정방법과 기준점을 결정하는 것은 매우 중요하다. 그러나 소아청소년 시기는 연령이 증가하면서 신체적으로 급성장이 이루어지기 때문에 임상적으로 유용성을 가지는 측정방법과 적절한 기준을 정의하는 것은 어려운 일이다(Kopelman, 2010). 현재 KNHANES에서 소아청소년 비만은 체질량지수를 사용하여 진단하고 있으나, 소아청소년에게 있어 체질량지수가 체지방을 추정하는데 좋은 지표가 될 수 있는가에 대해 이론이 분분하고(Guo, Roche, Chumlea, Gardner & Siervogel, 1994), 최근까지도 소아청소년 비만수준을 판정할 수 있는 측정방법과 기준의 제시가 미흡하다.

비만인의 94%는 신체활동 참여가 부족한 상태로(Williams, Krauss, Vranizan & Wood, 1985), 비만한 사람은 정상체중인 사람보다 비활동적인 성향으로 인해 신체활동량이 부족하여 지속적인 비만이 된다(백일영, 2006). 우리나라 초등학교의 경우 방학기간 중에는 본인의 의지나 가족 환경적 영향에 의해 생활습관, 특히 운동실천 습관이 감소할 가능성이 높아지고, 이로 인해 비만해질 위험성이 증가할 것으로 예상된다. 그러나, 방학기간 동안 학교중심으로 생활습관 및 신체활동 교육이 제공되는 경우는 미비하다.

선행연구를 살펴보면, 소아비만의 실태 파악 및 비만도와 대사성질환 위험요인의 관계를 보고한 연구는 다소 이루어지고 있으나, 비만 초등학생을 대상으로 코호트(cohort)를 구축하여 이루어진 국내 연구는 부족하다. 또한, 방학기간 동안 규칙적인 중재프로그램의 참여가 체력과 인슐린저항성 및 대사증후군에 미치는 영향을 규명한 중재연구도 제한적이다.

본 연구는 국내에서 소아비만 유병률이 높은 지역 중 하나인 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생을 대상으로 실태조사 연구와 중재연구로 설계하여 이루어졌다. <연구 1>은 실태조사 연구로 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생을 대상으로 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군의 관계를 분석하고, 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도 측정방법을 사용하여 소아비만 유병률 조사하였다. <연구 2>는 중재연구로 과체중 또는 비만 초등학생에게 방학기간 동안 건강증진을 위한

운동, 교육, 상담 및 부모교육을 포함하는 중재프로그램의 참여가 체력과 인슐린저항성 및 대사증후군의 변화에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하여 제시하였다.

## 2. 연구 목적

본 연구는 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률과 건강증진 프로그램의 효과를 규명한 연구로써, 다음과 같은 연구 목적을 가지고 있다.

### 1) 연구 1. 실태조사 연구

제주지역 과체중 또는 비만 초등학생을 대상으로 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군의 관계를 분석하고, 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도 측정방법을 사용하여 소아비만 유병률을 조사하는데 그 목적이 있다.

- (1) 연구대상자의 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 관계를 분석한다.
- (2) 연구대상자의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률에 따른 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 차이를 분석한다.
- (3) 연구대상자의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률을 분석한다.
- (4) 연구대상자의 성성속도를 통제한 후, 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 기준 비만학생의 고인슐린혈증, 인슐린저항성, 대사증후군 위험도를 분석한다.
- (5) 연구대상자의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 등, 비만도 측정방법에 따른 소아비만 유병률을 조사한다.

## 2) 연구 2. 중재연구

제주지역 과체중 또는 비만 초등학생의 방학기간 동안 건강증진을 위한 운동, 건강·영양 교육, 상담 및 부모교육을 포함한 중재프로그램의 참여가 체력과 인슐린저항성 및 대사증후군에 미치는 영향을 규명하는데 그 목적이 있다.

- (1) 과체중 또는 비만 초등학생의 중재프로그램 참여 전·후의 신체구성, 체력, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 변화를 분석한다.
- (2) 과체중 또는 비만 초등학생의 중재프로그램 참여 전·후의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률의 변화를 분석한다.
- (3) 과체중 또는 비만 초등학생과 정상체중 초등학생의 신체구성, 체력, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 차이를 분석한다.
- (4) 과체중 또는 비만 초등학생의 중재프로그램 참여 후 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률과 정상체중 초등학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률의 차이를 분석한다.

## 3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 규명하기 위하여 다음과 같은 가설을 설정하였다.

### 1) 연구 1. 실태조사 연구

- (1) 연구대상자의 비만도는 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인과 관계가 있을 것이다.
- (2) 연구대상자의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 기준 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인은 차이가 있을 것이다.
- (3) 연구대상자의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률은 나타날 것이다.
- (4) 연구대상자의 성성속도를 통제한 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 기준 비만학생은 과체중학생보다 고인슐린혈증, 인슐린저항성, 대사증후군 위험도가 높을 것이다.
- (5) 연구대상자의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도 측정방법에 따라 소아비만 유병률은 차이가 있을 것이다.

## 2) 연구 2. 중재연구

- (1) 과체중 또는 비만 초등학생의 중재프로그램 참여 전·후의 신체구성, 체력, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인은 변화가 있을 것이다.
- (2) 과체중 또는 비만 초등학생의 중재프로그램 참여 전·후의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률은 변화가 있을 것이다.
- (3) 과체중 또는 비만 초등학생과 정상체중 초등학생의 신체구성, 체력, 인슐린 저항성 및 대사증후군 위험요인은 차이가 있을 것이다.
- (4) 과체중 또는 비만 초등학생의 중재프로그램 참여 후 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률은 정상체중 초등학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률과 유사할 것이다.

## 4. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다.

- 1) 본 연구의 대상은 제주지역 초등학생으로 한정하였다.
- 2) 본 연구의 대상은 연구의 참여를 원하는 과체중 또는 비만 초등학생으로 한정하였다.
- 3) 연구대상자들이 중재프로그램에 참여하는 동안 생활 패턴을 동일하게 통제하지 못하였다.
- 4) 연구대상자들의 인구통계학적, 심리적, 문화적, 환경적 요인들과 발육발달 정도를 동일하게 통제하지 못하였다.

## 5. 용어의 정의

### 1) 비만

비만(obesity)은 단순히 체중이 많이 나가는 것이라고 생각하기 쉬우나, 신체에 지방조직이 과다하게 축적되어 체지방이 정상 이상으로 증가한 상태를 의미한다 (대한비만학회, 2001). 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만 진단 기준은 <Table 1>과 같다.

**Table 1. A range of the published obesity definitions**

Classification	Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )		Waist circumference (cm)				Percent body fat (%)	
	Westerner	Asian	Westerner		Asian		Male	Female
			Male	Female	Male	Female		
Underweight	< 18.5						< 14.0	< 17.0
Normalweight	18.5-24.9	< 22.0	< 102	< 88	< 94	< 80	14-19.9	17-24.9
Overweight	25-29.9	22-24.9					20-24.9	25-29.9
Mild obesity	30-34.9							
Moderate obesity	35-39.9	≥ 25.0	≥ 102	≥ 88	≥ 94	≥ 80	≥ 25.0	≥ 30.0
Severe obesity	≥ 40.0							

### 2) 소아비만

소아비만(childhood obesity)은 일반적으로 유아기에서 사춘기까지의 비만을 의미한다.

### 3) 체질량지수

체질량지수는 비만도를 측정하는 방법 중 하나로 자신의 체중(kg)을 신장(m)<sup>2</sup>으로 나누어 나타낸 값이고, 공식은 [체질량지수 = 체중(kg) ÷ 신장(m)<sup>2</sup>]과 같다. 소아청소년 비만의 진단은 성별, 연령별 체질량지수 기준 85-94.9<sup>th</sup> 백분위수를 초과체중, 95<sup>th</sup> 백분위수 또는 25 kg/m<sup>2</sup> 이상을 비만으로 진단한다.

#### 4) 허리둘레

허리둘레는 복부비만을 측정하는 방법 중 하나로 비용과 간편성을 고려할 때 가장 일반적으로 사용되고 있다. 소아청소년 복부비만의 진단은 WC 기준 남학생 80 cm 이상, 여학생 75 cm 이상을 비만으로 진단한다.

#### 5) 체지방률

체지방률은 체중에 대한 체지방의 비율을 의미하고, 체지방량은 체내에 있는 지방의 양을 의미한다. 우리나라 학생건강체력평가제도(Physical Activity Promotion System, PAPS)에서는 남학생은 체지방률이 15-24.9% 과체중, 25-32.9% 경도비만, 33% 이상을 고도비만으로 진단하고, 여학생은 체지방률이 27-31.9% 과체중, 32-39.9% 경도비만, 40% 이상을 고도비만으로 진단한다.

#### 6) 인슐린 저항성

인슐린저항성은 혈당을 낮추는 인슐린의 기능이 떨어져 세포가 포도당을 효과적으로 연소하지 못하는 것을 의미한다(Reaven, 1988). 인슐린저항성이 높으면 인체는 인슐린을 과다하게 생성하고 이로 인해 고혈압, 고지혈증, 제2형 당뇨병 및 심혈관질환 등 대사성질환의 발병을 초래한다(Rao, 2001). 인슐린저항성을 나타내는 지표로는 공복혈당과 공복인슐린 수치를 이용하여 계산하는 Homeostasis model assessment of insulin resistance(HOMA-IR)이 가장 널리 사용되고 있고, 공식은  $[HOMA-IR = \text{fasting insulin } (\mu\text{U/mL}) \times \text{fasting glucose } (\text{mg/dL}) \div 22.5 \div 18]$ 과 같다.

#### 7) 대사증후군

대사증후군은 만성적인 대사 장애로 비만 및 내당능장애, 고혈압, 고지혈증, 심혈관질환 등의 위험요인들이 동반되어 군집을 이루어 나타나는 현상을 한 가지 질환군으로 개념화시킨 것을 의미한다(Kylin, 1923). 대사증후군의 발병 원인은 아직 명확하지는 않지만 인슐린저항성을 한 가지 원인으로 추정하고 있다(DeFronzo & Ferrannini, 1991).

## 8) 약어의 정의

본 연구에서 사용된 약어의 정의는 다음과 같다.

- BFM : Body Fat Mass (kg)
- BMI : Body Mass Index ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
- BS : Back Strength (kg)
- DBP : Diastolic Blood Pressure (mmHg)
- FG : Fasting Glucose (mg/dL)
- FI : Fasting Insulin ( $\mu\text{U}/\text{mL}$ )
- HC : Hip Circumference (cm)
- HDL-C : High Density Lipoprotein Cholesterol (mg/dL)
- HOMA-IR : Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance (HOMA)
- LBM : Lean Body Mass (kg)
- LDL-C : Low Density Lipoprotein Cholesterol (mg/dL)
- LGS : Left Grip Strength (kg)
- MS : Metabolic Syndrome
- PACER : Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run (number)
- PBF : Percent Body Fat (%)
- RGS : Right Grip Strength (kg)
- SBP : Systolic Blood Pressure (mmHg)
- SMM : Skeletal Muscle Mass (kg)
- SR : Sit and Reach (cm)
- SU : sit-up (number/minute)
- TC : Total Cholesterol (mg/dL)
- TG : Triglyceride (mg/dL)
- WC : Waist Circumference (cm)
- WHR : Waist Hip Ratio

## II. 이론적 배경

### 1. 소아비만 (Childhood Obesity)

#### 1) 소아비만

비만을 표현하는 단어인 Adiposity는 라틴어 Adeps(그리스어 Aleipha: Oil, Fat)에서 유래되었고, Obesity는 과식을 의미하는 라틴어 Obesus에서 유래되었다(Klein, 1996). 일반적으로 비만을 체중이 많이 나가는 것이라고 단순하게 생각하기 쉬우나, 비만은 신체에 지방조직이 과다하게 축적되어 체지방이 정상 이상으로 증가한 상태(Overfat)로 과체중(Overweight)과는 다른 의미로 볼 수 있고(대한비만학회, 2001), 체지방량(Lean Body Mass, LBM)에 비해 상대적으로 피하조직 및 기타조직에 지방이 과잉 축적된 상태를 의미한다(Barness et al., 1981).

과거에는 비만을 질병이 아닌 단순 증상으로 생각해왔으나, 현대에는 단순한 하나의 증상이 아닌 대사 장애를 동반할 수 있는 질환의 집합체로써(이동환, 1996) 당뇨병이나 고혈압 등의 대사성질환과 같이 완치되는 것이 아니라 평생 조절해야 하는 심각한 병으로(송혜영, 2010), 개인 건강의 의학적 위기를 초래하는 주된 요인으로 간주하고 있다(Allison, Fontaine, Manson, Stevens & Vanltallie, 1999; Manson, Skerrett, Greenland & Vanltallie, 2004). 1996년 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서는 비만은 건강을 위협하는 심각한 질병으로서 대사성질환을 유발시키는 주요 원인으로 규정하였고(WHO, 1998), 국제질병분류(ICD-9codes)에서도 278.0이라는 코드를 부여하여 단순 증상이 아닌 질병으로 정의하고 있다(대한비만학회, 2008).

소아비만은 일반적으로 유아기에서 사춘기까지의 비만을 의미하고, 성인비만과 같이 혈압, 지질대사이상, 호흡기 질환 위험성 및 체력저하 등 신체적 건강문제와 밀접한 관련성을 지니고 있다(Chu, Rimm, Wang, Liou & Shieh, 1998; Dietz, 1995). 소아청소년 시기에는 신체적으로 급성장이 이루어지면서 호르몬 작용으로 인해 체형의 변화가 일어나 비만의 발생률이 높아지고, 이 시기의 비만은 성인

비만으로 이환될 가능성이 높다(Must, Jacques, Dallal, Bajema & Dietz, 1992; Whitaker et al., 1997). 또한, 비만한 소아청소년은 신체적 불편함으로 인해 비활동적이 되어(Shapiro, Baumeister & Kessler, 1991), 학우들과의 소외감, 열등감, 사회성 결여 등으로 가정과 사회생활에 장애를 초래하고(Bell & Morgan, 2000; Epstein, Klein & Wisniewski, 1994), 성인이 되어서도 정상적인 생활을 영위하는데 심각한 장애를 초래한다(Gortmaker, Must, Perrin, Sobol & Dietz, 1993). 이와 같이, 소아비만은 체력저하 및 고혈압, 고지혈증, 당뇨병 등의 건강문제(Chu et al., 1998)와 함께 심리적·사회적(Epstein et al., 1994)으로 건강한 삶에 심각한 문제를 초래할 수 있기 때문에 사전예방과 빠른 치료가 요구된다(Dietz, 1995).

## 2) 소아비만의 진단

소아비만의 진단을 위한 적절한 측정방법과 기준의 제시를 위한 연구는 다양한 방법으로 수행되고 있고, 보다 정확하고 간편하게 체지방을 추정하려는 노력이 계속되고 있다(Heymsfield, Pietrobelli, Wang & Saris, 2005). 소아비만의 정확한 진단을 위해 체지방을 직접 측정해야 하지만 최근 국내에서는 보다 간편한 방법으로 제시되고 있는 체질량지수, 허리둘레, 생체전기저항분석에 의한 방법 등이 주로 활용되고 있다.

### (1) 체질량지수에 의한 진단

체질량지수(Body Mass Index, BMI)는 비만도를 검사하는 방법 중 하나로 체중을 kilogram 단위로 측정하고 신장을 meter 단위로 측정한 후 체중을 신장의 제곱으로 나누어( $\text{kg/m}^2$ ) 산출할 수 있다. 체질량지수는 신체구성 비율을 반영하기 어려워(Bray & Bourchard, 2004) 근육량이 많은 사람은 실제로 건강하고 잘 단련되어 있지만 과체중으로 진단될 수 있고, 근육량이 많이 소실된 사람은 실제로는 영양적 예비량이 감소되어 있지만 정상으로 진단될 수 있다는 제한점을 지니고 있다(Wilson, Tripp & Boland, 2005). 체지방 상태와 높은 상관관계를 가지며 간편하고 손쉽게 측정할 수 있다는 장점을 지니고 있어 대규모의 연구에서 널리 사용되고 있다(Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight in Adults, 1998).

성인의 경우 일반적으로 체질량지수  $18.5 \text{ kg/m}^2$  미만일 때 저체중,  $18.5\text{-}24.9 \text{ kg/m}^2$  정상체중,  $25\text{-}29.9 \text{ kg/m}^2$  과체중,  $30\text{-}34.9 \text{ kg/m}^2$  경도비만,  $35\text{-}39.9 \text{ kg/m}^2$  중등도비만,  $40 \text{ kg/m}^2$  이상을 고도비만의 6가지 범주로 분류하고 있고 (Strawbridge, Wallhagen & Shema, 2000), 우리나라를 포함하여 동양인은 비만이 되는 역치가 낮아져야 한다는 연구결과에 따라 체질량지수  $22\text{-}24.9 \text{ kg/m}^2$  과체중,  $25 \text{ kg/m}^2$  이상을 비만으로 정의하고 있다(WHO, 2000).

소아청소년의 체질량지수에 의한 비만의 진단은 성인과 다르게 제시되어야 한다. 소아청소년은 연령이 증가하면서 신장이 증가하고 이로 인해 체질량지수도 변하므로 일반적으로 성인과 같이 정상 기준값을 적용하기 보다는 백분위수를 이용하여 진단한다(대한비만학회, 2006). American Academy of Pediatric(AAP)에서는 체질량지수 95<sup>th</sup> 백분위수 이상을 비만으로 정의하였고, National Health and Nutrition Examination Survey(NHANES)에서는 95<sup>th</sup> 백분위수 이상은 비만, 85-94.9<sup>th</sup> 백분위수는 과체중으로 분류하였다(Sawa et al., 2002). 우리나라 질병관리본부(2007)에서는 2007년 소아·청소년 신체발육 표준치를 제정하여 성별, 연령별 체질량지수 성장도표 백분위수를 제시하고 있다<Table 2, 3>. 비만 판정기준은 연령별 체질량지수 5 백분위수 미만은 저체중, 5-85<sup>th</sup> 백분위수 미만 정상체중, 85-95<sup>th</sup> 백분위수 미만 과체중, 95<sup>th</sup> 백분위수 이상 또는 체질량지수  $25 \text{ kg/m}^2$  이상인 경우 비만으로 분류하고 있다(한국교육개발원, 2008).

**Table 2. Body mass index percentile in male children**

Age (yrs)	3rd	5th	10th	25th	50th	75th	85th	90th	95th	97th
7-8	13.65	13.93	14.38	15.24	16.41	17.89	18.86	19.62	20.93	21.93
8-9	13.74	14.06	14.59	15.60	16.97	18.68	19.80	20.66	22.13	23.24
9-10	13.91	14.27	14.88	16.04	17.58	19.51	20.76	21.72	23.34	24.54
10-11	14.16	14.57	15.24	16.52	18.22	20.34	21.71	22.74	24.48	25.77
11-12	14.49	14.93	15.65	17.02	18.86	21.12	22.57	23.67	25.50	26.85
12-13	14.89	15.35	16.10	17.54	19.45	21.81	23.32	24.46	26.35	27.75
13-14	15.35	15.82	16.59	18.05	20.00	22.40	23.93	25.09	27.02	28.43
14-15	15.85	16.32	17.08	18.55	20.49	22.88	24.40	25.56	27.48	28.90
15-16	16.38	16.83	17.58	19.01	20.90	23.24	24.74	25.87	27.77	29.16
16-17	16.90	17.33	18.06	19.43	21.26	23.51	24.95	26.05	27.89	29.24
17-18	17.38	17.80	18.49	19.81	21.55	23.70	25.08	26.13	27.89	29.19

Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2007.

**Table 3. Body mass index percentile in female children**

Age (yrs)	3rd	5th	10th	25th	50th	75th	85th	90th	95th	97th
7-8	13.36	13.63	14.08	14.92	16.04	17.40	18.27	18.94	20.05	20.87
8-9	13.47	13.77	14.28	15.24	16.51	18.06	19.05	19.80	21.05	21.98
9-10	13.66	14.01	14.57	15.65	17.06	18.78	19.88	20.71	22.09	23.10
10-11	13.95	14.33	14.95	16.12	17.65	19.53	20.71	21.61	23.08	24.16
11-12	14.33	14.73	15.39	16.64	18.27	20.25	21.51	22.45	23.99	25.11
12-13	14.78	15.20	15.89	17.18	18.88	20.93	22.22	23.18	24.77	25.91
13-14	15.29	15.71	16.41	17.73	19.45	21.53	22.83	23.80	25.38	26.53
14-15	15.83	16.25	16.95	18.26	19.97	22.03	23.31	24.27	25.83	26.96
15-16	16.36	16.78	17.47	18.75	20.42	22.42	23.67	24.60	26.11	27.21
16-17	16.87	17.27	17.93	19.17	20.77	22.69	23.89	24.78	26.24	27.29
17-18	17.30	17.68	18.31	19.49	21.01	22.84	23.99	24.84	26.24	27.25

Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2007.

## (2) 허리둘레 측정에 의한 진단

허리둘레(Waist Circumference, WC)는 복부비만을 진단하는 방법 중 하나이다. 복부비만은 대사증후군과 높은 상관관계를 지니고 있고(Nicklas et al., 2003), 그 중 허리둘레가 대사증후군을 판단하는데 가장 적절한 방법으로 알려져 있다(Ascaso et al., 2003). 허리둘레 측정만으로는 복부의 내장지방과 피하지방을 구분할 수 없다는 제한점으로 인해 복부의 내장지방과 피하지방을 진단할 수 있는 CT(computed tomography)나 MRI(magnetic resonance imagine) 측정법이 사용되고 있으나, 비용과 간편성을 고려할 때 허리둘레가 복부비만을 가장 잘 반영하는 지표로 제시되어(Molarius & Seidell, 1998) 현재 가장 널리 사용되고 있다.

허리둘레는 측정위치에 따라 다소 차이가 나타난다. 세계보건기구에서는 허리둘레에서 가장 좁은 부위(10번 늑골 하부를 지나는 선)와 허리둘레에서 가장 큰 부위(장골능 상부를 지나는 선)의 중간부위를 측정하는 것을 권장하고 있다(WHO, 1998). 허리둘레는 성별, 연령별, 인종별 차이가 크게 나타나기 때문에 서양에서는 남성의 경우 102 cm, 여성의 경우 88 cm 이상을 복부비만의 기준으로 정의하고 있고, 우리나라를 포함한 동양인은 아시아-태평양 비만 기준에 따라 남성은 94 cm, 여성은 80 cm 이상을 복부비만으로 진단하고 있다(WHO, 2000).

소아청소년은 아동이 성장하면서 허리둘레가 계속 증가하기 때문에 성인과 같이 기준 값을 복부비만의 기준으로 제시하기 보다는 백분위수를 이용하여 진단하는 것이 바람직하다(대한비만학회, 2006). 질병관리본부(2007)에서 제시한 2005년 소아·청소년 표준 성장도표의 성별, 연령별 허리둘레 백분위수는 <Table 4, 5>와 같다.

**Table 4. Waist circumference percentile in male children**

Age (yrs)	Mean	3rd	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	97th
7-8	57.7	49.0	49.6	51.0	53.0	56.1	61.0	67.1	70.9	73.7
8-9	60.4	50.2	51.1	52.4	55.0	58.8	64.4	71.0	75.0	77.6
9-10	63.3	51.9	52.8	54.2	57.0	61.5	68.3	75.5	79.5	81.9
10-11	66.1	53.1	54.0	55.6	59.1	64.4	72.2	79.3	83.0	85.5
11-12	68.7	54.6	55.8	57.6	61.3	66.9	75.2	82.2	86.0	88.8
12-13	70.8	56.5	57.8	59.6	63.4	68.7	77.2	85.2	88.8	92.2
13-14	72.4	58.4	59.7	61.5	64.8	70.0	78.5	87.1	92.0	94.5
14-15	73.9	60.0	61.4	63.0	66.5	71.4	79.9	89.5	93.7	97.0
15-16	75.0	62.0	63.0	64.6	68.0	72.7	80.6	89.7	93.9	98.3
16-17	75.9	63.8	65.0	66.5	69.6	74.1	80.7	88.4	93.4	96.0
17-18	77.0	64.6	65.4	67.0	70.2	75.1	82.3	90.0	94.5	97.0

Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2007.

**Table 5. Waist circumference percentile in female children**

Age (yrs)	Mean	3rd	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	97th
7-8	55.9	47.3	48.3	49.3	51.5	54.7	59.0	64.0	67.8	70.3
8-9	58.5	49.2	49.9	51.0	53.4	57.1	62.4	68.0	71.8	74.0
9-10	60.6	50.2	51.2	52.5	55.4	59.4	65.0	70.5	74.0	76.0
10-11	63.0	51.5	52.6	54.2	57.4	62.0	67.8	73.5	76.9	79.6
11-12	65.4	53.0	54.3	56.1	59.5	64.2	70.3	76.8	80.0	82.8
12-13	66.9	54.8	56.0	58.0	61.3	65.7	71.4	77.3	81.7	84.4
13-14	67.4	56.2	57.2	59.0	62.1	66.2	71.5	77.8	81.5	83.9
14-15	68.2	56.7	58.0	59.6	63.4	67.2	72.4	78.5	82.1	84.6
15-16	69.2	58.0	59.0	61.0	64.0	68.2	73.3	78.8	82.5	85.3
16-17	70.0	59.1	60.5	62.1	65.3	69.2	74.0	79.0	82.4	84.7
17-18	70.2	59.2	60.7	62.2	65.0	69.4	74.2	79.9	83.0	85.4

Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2007.

### (3) 생체전기저항분석에 의한 진단

생체전기저항분석법(Bioelectric Impedance Analysis, BIA)은 체지방을 측정하기 위해 널리 사용되는 방법 중 하나로 손과 발에 미세한 전류를 통과시켜 전기저항으로 신체 내 수분량을 측정하여 체지방을 측정하는 방법이다. 지방조직은 전류가 잘 전달되지 않는 반면 지방을 제외한 조직은 전류가 잘 전달되므로 전기저항과 체지방량 사이의 상관관계를 이용한 측정법으로 신체계측 공식에 의한 방법보다는 체수분량, 체지방량, 체지방률, 체지방량 등을 보다 안전하고 간편하게 측정할 수 있다는 장점을 지니고 있다. 그러나 음식이나 수분 섭취, 발한이나 배뇨상태, 생리 주기, 신체 내 1일 수분량의 변화 등의 요인들이 생체전기저항분석법의 정확성에 영향을 미친다는 제한점이 있다. 또한, 따뜻한 외부 환경에서는 체지방량이 낮게 측정되므로, 검사의 정확성을 높이기 위해서는 측정 환경에 영향을 미칠 수 있는 여러 요인들에 대한 표준화가 필요하다.

비만 판정기준으로 Garrow(1978)는 체지방률이 남자는 22%이상, 여자는 28% 이상일 때 비만으로 진단하고, American College of Sports Medicine(ACSM, 2009)에서는 남자는 25%이상, 여자는 30%이상의 체지방률을 가질 때 비만으로 진단하였다. 우리나라 학생건강체력평가제도(Physical Activity Promotion System, PAPS)의 신체능력검사에서는 <Table 6>과 같이 비만을 진단하고 있다 (교육과학기술부, 2009).

**Table 6. Classification of percent body fat (%)**

gender	Underweight	Standard	Overweight	Obesity	Severe obesity
Male	< 12.0	12.0-14.9	15.0-24.9	25.0-32.9	≥ 33.0
Female	< 15.0	15.0-26.9	27.0-31.9	32.0-39.9	≥ 40.0

Ministry of Education, Science and Technology, 2009.

## 2. 인슐린저항성 (Insulin Resistance)

### 1) 인슐린저항성

인슐린저항성이라는 개념은 Himsworth(1936)가 당뇨병 환자 중 더 많은 용량의 인슐린을 사용하는 치료가 필요한 환자를 설명하면서 처음으로 제안되었고, 주어진 인슐린 농도 하에서 인슐린에 대한 반응이 정상보다 저하된 대사적 상태를 의미한다(DeFronzo, Bonadonna & Ferrannini, 1992). 포도당을 조직 속으로 운반수송하고 이용하는 기능이 저하되어 인슐린 보상작용(insulin compensation action)으로 췌장에서 인슐린 분비가 더욱 촉진되어 혈장 인슐린 농도가 증가하는 상태로 정의할 수 있고, 인슐린 작용 중 당질 및 지질대사에 대한 작용이 감소된 상태가 대사성질환의 발병과 연관성을 나타내고 비만 및 고지방식이에 의한 인슐린저항성이 초기부터 관찰됨으로써 이를 일반적으로 인슐린저항성이라고 한다(Shulman, 1999). 이러한 인슐린저항성은 혈당을 낮추는 인슐린의 기능이 떨어져 세포가 포도당을 효과적으로 연소하지 못하는 것으로써, 인슐린저항성이 높을 경우 인체는 인슐린을 과도하게 만들어내고 이로 인한 고인슐린혈증은 비만 및 제2형 당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 죽상동맥경화증 등의 대사성질환을 일으키는 위험인자들의 중심적인 병인으로 제시되고 있다(Rao, 2001; Reaven, 1988). 인슐린저항성으로 인해 지방조직이 정상적으로 유리지방산을 저장하지 못하게 되면 근육이나 간 조직으로 지방이 침착되고, 비정상적으로 지방이 침착된 조직에서는 인슐린 대사가 정상적으로 이루어지지 않아 인슐린저항성은 더욱 악화된다(Unger, 1995). 인슐린저항성은 현재 어떤 증상이나 징후가 없는 사람에게도 앞으로 발병할 수 있는 여러 질병을 예측할 수 있는 유용한 지표이다(Cornier et al., 2008). Bogalusa Heart Study에서 청소년 및 젊은 성인을 대상으로 8년 이상 관찰한 결과 높은 공복 시 혈장 인슐린 수치는 심혈관 위험인자의 발병과 밀접한 관련이 있고(Bao, Srinivasan & Berenson, 1996), 인슐린저항성이 높으면 심근경색증의 발병과 이로 인한 사망률이 2-5배 증가한다고 보고하였다(Pyorala, Miettinen & Pyorala, 1998).

인슐린저항성에 대한 연구 수행 중 가장 큰 어려움 중 하나는 인슐린저항성 자

체를 정량적으로 측정하는 방법이다. 인슐린저항성을 측정하는 가장 표준적인 방법은 간에서의 포도당 신생(gluconeogenesis)을 충분히 억제하면서 인슐린과 포도당을 같이 정맥주사하여 일정한 혈당치를 유지하기 위해 필요한 포도당의 양을 통해 인슐린저항성을 계산하는 Hyperinsulinemic Euglycemic Clamp Technique이 사용되어 왔다(Bonora et al., 1989). 그러나, 방법 자체가 여러 번의 혈액 채취를 요할 뿐만 아니라 간에서의 포도당신생 억제를 확인하기 위해 방사선 동위원소가 사용되어야 하고, 한 번의 검사에 소요되는 시간이 증가하면서 많은 비용이 필요하다. 또한 침습적이며 기술적으로 어렵기 때문에 임상에서는 적용하기가 쉽지 않다는 제한점을 지니고 있다. 이후 여러 방법들이 제시되어져 왔고, Homeostasis model assessment of insulin resistance(HOMA-IR) 및 Quantitative Insulin-Sensitivity Check Index(QUICKI), glucose to insulin ratio(GIR) 법은 공복 혈청 인슐린과 포도당 농도에 근거하여 인슐린저항성의 정도와 췌장 베타 세포의 인슐린 분비능력을 측정하는 방법으로 비교적 측정 오차가 적고, 표준검사인 Hyperinsulinemic Euglycemic Clamp Technique와 상관관계가 높아 임상연구와 역학연구에서 주로 사용되고 있다(Matthews et al., 1985). HOMA-IR은 [공복인슐린( $\mu\text{U}/\text{mL}$ )  $\times$  공복혈당( $\text{mmol}/\text{L}$ )  $\div$  22.5]의 공식으로 인슐린저항성을 검사하고(Matthews et al., 1985), 임상에서 사용하기에 유용한 방법으로 인정되고 있다(Katz et al., 2000). QUICKI는  $\{1 \div [\log \text{공복인슐린}(\mu\text{U}/\text{mL}) \times \log \text{공복혈당}(\text{mg}/\text{dL})]\}$ 의 공식을 사용하는 인슐린감수성에 대한 정량적 기준으로 정상인 뿐만 아니라 비만, 당뇨병자 등의 인슐린저항성 측정에도 효과적인 방법이다(Mather et al., 2001). GIR은 [공복혈당( $\text{mg}/\text{dL}$ )  $\div$  공복인슐린( $\mu\text{U}/\text{mL}$ )]의 공식을 사용하여 구할 수 있으나 정상 혈당이 아닌 경우에는 정확도가 떨어진다는 단점이 제기되고 있다(Quon, 2001). 따라서 인슐린저항성을 측정 및 검사하는 경우에는 연구 대상자의 특성을 파악하여 연구자가 그에 적합한 방법을 사용하여야 한다.

## 2) 신체활동과 인슐린저항성

규칙적인 신체활동은 인슐린저항성을 감소시킨다(Houmard et al., 2004). 규칙적으로 신체활동을 하는 사람은 주로 앉아서 생활하는 사람보다 포도당으로 자극 받는 인슐린의 반응수준과 저항성이 낮고(Mikines, Sonne, Tronier & Galbo, 1989), 신체활동은 골격근에 직접 영향을 주어 포도당의 생성과 유입을 촉진시키는 작용을 한다(Goodyear & Kahn, 1998). 인슐린저항성은 근육량의 감소 및 복부체지방축적과 연관성이 높고, 신체활동량의 증가와 운동에 따른 인슐린저항성 및 내당능의 개선은 골격근에서의 인슐린 작용의 증가와 관련되어 있다(Houmard et al., 2004). 이는 세포막의 인슐린 수용체 및 후 수용체의 활성화증가, 인슐린의 인산화 관련효소의 활성화증가, Glucose transporter(GLUT) 4의 증가, 당의 저장과 산화능력의 개선에 의한 것이다(Ivy, 1997).

운동은 인슐린 작용에 있어서 단기적 효과와 장기적 효과로 구분할 수 있다. 단기적으로는 일회 운동 시 근육 세포막 안으로 글루코스 이동이 매우 빨라지는 인슐린의 효과(insulin-like effect)로써 운동을 중단하면 빠른 시간 내에 원래 상태로 되돌아오는 것을 의미한다(Wallberg-Henriksson & Holloszy, 1985). 장기적으로는 지속적인 운동을 통해 췌장의  $\beta$ -세포를 자극해 안정 시 인슐린 농도를 저하시키고(King et al., 1990), 세포막 인슐린 수용체 증가에 의한 콜레스테롤 합성의 억제, 골격근의 인슐린 민감도 향상, 골격근 내 혈관의 밀도 증가 및 체지방의 감소, 골격근의 글루코스 섭취 능력 증가, 운동과 관련된 표적 장기에 인슐린 작용을 선택적으로 향상시켜 인슐린 감수성을 증가시킨다(Goodpaster, Katsiaras & Kelley, 2003).

오수일, 김세환, 강효민, 김정규(2007)는 운동을 통한 체중, 체지방, 체질량지수의 감소와 인슐린저항성 감소의 유의한 정적상관을 보고하였고, 이규진, 이경영, 신윤아(2007)는 심폐체력과 인슐린저항성 간의 부적상관을 보고하였다. 또한 Ross et al.(2000)은 운동에 따른 인슐린저항성의 감소는 체지방량 감소와 허리둘레의 감소에 의한 체지방분포의 피하지방량에 대한 내장지방량 비율의 감소에 그 원인이 있다고 보고하였다. 따라서 규칙적인 신체활동의 참여는 인슐린저항성의 긍정적인 개선효과를 나타낸다고 할 수 있다.

### 3. 대사증후군 (Metabolic Syndrome)

#### 1) 대사증후군

대사증후군은 Kylin(1923)이 고혈압, 고혈당증, 고요산혈증이 군집하여 나타나는 증상을 학계에 보고하면서 기술되어졌고, 임상학적 관점에서 Reaven(1988)이 죽상동맥경화성 심혈관계질환(atherosclerotic cardiovascular disease, ASCVD)과 제2형 당뇨병을 일으키기 쉬운 위험인자로 알려진 복부비만(abdominal obesity)과 고혈압(hypertension), 고혈당(hyperglycemia), 이상지질혈증(dyslipidemia) 및 인슐린저항성(insulin resistance) 등이 군집되어 나타나는 현상을 하나의 집합체인 'Syndrome X'로 명명하면서부터 시작되었다. 이후 Kaplan(1989)은 내당능장애, 고중성지방혈증, 고혈압, 비만 등의 인자가 한 개체에 동반되어 발생하는 병태의 위험도를 보고한 'Deadly Quartet'라는 증후군 개념을 새로 제시했고, DeFronzo & Ferrannini(1991)는 직접적인 동맥경화 발병 위험요인으로 인슐린저항성을 중요시하여 'Insulin Resistance Syndrome'을 명명하였으나, 인슐린저항성이 왜 일어나는지 직접적인 병태 요인으로 인슐린저항성 및 동맥경화증의 메카니즘 관계를 명확하게 설명하지는 못하였다. 비만과 질병에 관한 연구가 진행되면서 비만도 보다는 지방 축적부위의 차이, 즉 지방의 분포가 다양한 질환을 초래한다는 사실이 알려지고, 특히 복강 내 내장지방의 축적이 중요한 의미를 지닌다는 것이 밝혀지면서 'Visceral adiposity Syndrome'(Fujimoto, Abbate, Kahn, Hokanson & Brunzell, 1994), 'Obesity Dyslipidemia Syndrome' (Brunzell & Hokanson, 1999) 등으로 명명되기도 하였다. 최근 National Cholesterol Education Program(NCEP) Adult Treatment Panel(ATP) III 연구에서는 Reaven이 기술한 개념을 제시하면서 'Metabolic Syndrome X' 개념 중 X를 제외하여 'Metabolic Syndrome'으로 부르게 되었다(대한비만학회, 2005).

대사증후군의 특징은 동시 발생적이기 때문에 많은 환자들이 인슐린저항성 뿐만 아니라 복부비만, 당뇨병, 내당능 장애, 고지혈증, 고혈압 등의 증상이 동반되어 나타나는 것으로(Meigs, 2000), 이는 심혈관질환과 그에 따른 사망률 증가와도 밀접한 관련이 있다(Ford, 2005; Sidorenkov, Nilssen & Grjibovski, 2010). 대사증

후군은 현재 전 인류를 위협하는 위험한 질환으로(Eckel, Grundy & Zimmel, 2005), 조기 진단을 통해 대사증후군의 발병과 이로 인한 사망률을 줄이는데 도움이 된다(Alberti, Zimmet & Shaw, 2005).

대사증후군에 대한 다양한 형태의 개념이 오랫동안 논의되어 왔지만, 임상에서 대사증후군을 진단하기에 유용한 정형화된 임상적 기준은 통일된 것이 없었고, 1990년대 말이 되어서야 대사증후군의 임상적 진단 기준을 정의하려는 시도가 이루어졌다. 1998년 당뇨병 분류에 관한 세계보건기구 자문위원회는 대사증후군 기준을 최초로 제시하였고, 1999년에 이를 일부 수정하여 세계보건기구에서 공표하였다(Alberti & Zimmet, 1998). 세계보건기구 대사증후군 정의의 핵심은 인슐린 저항성이 필수 요소라는 것과 주요 일차적 임상 예후를 심혈관계 질환에 둔 것으로(Alberti & Zimmet, 1998), 대사증후군으로 진단을 내리려면 인슐린저항성을 포함하고 추가적으로 2개 이상의 다른 위험요인이 있어야만 한다. 세계보건기구의 진단기준은 대사증후군 진단을 위한 최초의 기준이었다는 측면에서 의미가 있으나, 임상에서 상대적으로 측정하기 어려운 인슐린저항성을 대사증후군 진단의 주요 위험인자로 제시하여 임상에서 보다는 주로 연구 목적으로 사용되었다(이형우, 2006).

1999년 European Group for the Study of Insulin Resistance(EGIR)에서는 세계보건기구의 대사증후군 진단 기준을 수정, 보완하여 발표하였다(Balkau & Charles, 1999). 세계보건기구에서와 같이 인슐린저항성을 대사증후군 진단의 필수 요건으로 간주하였지만, 진단을 간편하게 할 수 있도록 인슐린저항성의 지표로 고인슐린혈증을 제시하였고, 이 외에 고혈당, 고혈압, 고중성지방혈증 및 복부비만을 제시하였다. EGIR의 진단 기준은 공복 인슐린 수치를 제외하고는 비교적 간단하다는 장점을 지니고 있으나, 공복 인슐린 수치를 정확하게 측정할 수 있는 표준화된 검사 방법이 고가이기 때문에 일상적으로 쉽게 사용할 수 없고, 공복 인슐린 수치만으로 인슐린저항성을 정확하게 판단할 수 없다는 제한점을 지니고 있다(대한가정의학회 대사증후군연구회, 2007).

2001년 NCEP-ATP III에서는 세계보건기구의 진단기준 중 인슐린저항성과 당부하 검사를 제외하고 복부비만을 주요 위험인자로 제시하였다(NCEP, 2001). NCEP-ATP III에서는 HMG CoA(hydroxymethy glutary1 coenzyme A)

reductase inhibitor (statins)의 관상동맥심장질환(Coronary Heart Disease, CHD) 위험 감소 효과를 밝힌 임상실험에 근거하여 일차적 예방을 목적으로 저밀도지단백콜레스테롤(Low Density Lipoprotein Cholesterol, LDL-C)을 감소시키는 치료를 강조하였고, 저밀도지단백콜레스테롤 수치가 목표에 도달하게 되면 대사증후군 관리에 중점을 두도록 하였다(대한가정의학회 대사증후군연구회, 2007). NCEP-ATP III는 대사증후군 진단을 위해 세계보건기구 및 EGIR에서 제시하는 인슐린저항성을 필수 요소로 포함하지 않고, 허리둘레로 측정하는 복부비만과 고중성지방혈증, 저고밀도지단백콜레스테롤혈증, 고혈압, 고혈당증의 5가지 위험인자 중 3가지 이상의 위험인자에 이상이 있을 때 대사증후군으로 진단하였다. 이러한 진단기준의 편리성으로 인해 임상 및 대규모 역학적 연구에서 대사증후군을 쉽게 진단할 수 있도록 하였고, 다른 진단기준들에 비하여 NCEP-ATP III의 기준을 가장 널리 사용하도록 하였다(Ford, Giles & Dietz, 2002). WHO, EGIR 및 NCEP-ATP III에서 제시하고 있는 대사증후군의 정의는 <Table 7>과 같다.

## 2) 소아청소년 대사증후군

소아에서 대사증후군은 Falkner가 한 12세 소녀에서 관찰된 대사이상의 군집현상을 ‘대사이상증후군’이라는 용어를 사용하여 보고한 이후로 소아청소년 대사증후군에 관한 연구가 활성화되었다(Falkner, Hassink, Ross & Gidding, 2002). 많은 연구에서 소아청소년 대사증후군의 정의로 비만(복부비만)과 당대사 이상, 인슐린저항성, 고혈압, 이상지질혈증을 제시하고 있다(Liese, Mayer-Davis & Haffner, 1998). 복부비만은 대사증후군의 대사 이상, 혈류학적 이상과 관련되어 있고(Despres, 1993), 복강 내 지방은 내장지방을 반영하고 피하지방에 비해서 지방분해성 자극에 더 민감하다(Goran & Gower, 1999). 소아 내장지방의 축적은 성별, 연령, 성숙도 시기, 인종에 따라 다양하게 나타나고(Goran & Gower, 1999), 복부의 지방산 축적은 둔부에 축적되는 것보다 향후 질환의 증세가 좋지 않은 것으로 알려져 있다(Mamalakis, Kafatos, Manios, Kalogeropoulos & Andrikopoulos, 2002). 당대사 이상은 내당능장애와 공복혈당장애를 포함하고(Valle et al., 2002), 인슐린저항성과 이상지질혈증의 관계는 지방조직의 내분비적 특성(대사조절 기능을 하는 호르몬 시스템으로서의 역할)으로 설명할 수 있다(Gil-Campos, Canete & Gil, 2004).

**Table 7. A range of the published metabolic syndrome definitions**

WHO(1999)	EGIR(1999)	NCEP-ATPⅢ(2001)
Glucose intolerance, IGT or diabetes mellitus and/or insulin resistance together with two or more of the following	Insulin resistance or fasting hyperinsulinemia (the highest 25%) and two or more of the following	Three or more of the following
· Insulin resistance: under hyperinsulinaemic, euglycaemic conditions, glucose uptake below lowest quartile for background population under investigation	· Hyperglycaemia: FPG $\geq$ 110 mg/dL, but non diabetic	· Hyperglycaemia: FPG $\geq$ 110mg/dL
· Central obesity: WHR $>$ 0.90 in males and $>$ 0.85 in females, and/or BMI $>$ 30 kg/m <sup>2</sup>	· Central obesity: WC $\geq$ 94 cm in males and $\geq$ 80 cm in females	· Abdominal obesity: WC $\geq$ 102 cm in males and $\geq$ 88 cm in females
· Dyslipidemia: Raised plasma TG $\geq$ 150 mg/dL, and/or low HDL-C $<$ 35 mg/dL in males and $<$ 39 mg/dL in females	· Dyslipidemia: TG $>$ 180 mg/dL or HDL-C $<$ 40 mg/dL or treated	· Hypertriglyceridemia: TG $\geq$ 150 mg/dL  · Low HDL-C: $<$ 40 mg/dL in males and $<$ 50 mg/dL in females
· Hypertension: Raised arterial pressure $\geq$ 140/90 mmHg	· Hypertension: BP $\geq$ 140/90 mmHg or treated	· Hypertension: BP $\geq$ 130/85 mmHg
· Microalbuminuria: Urinary albumin excretion rate $\geq$ 20 $\mu$ g/min or albumin/creatinine ratio $\geq$ 30 mg/g	-	-

BMI: body mass index, BP: blood pressure, EGIR: European Group for the Study of Insulin Resistance, FPG: fasting plasma glucose, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, IGT: impaired glucose tolerance, NCEP-ATPⅢ: National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III, TG: triglycerides, WC: waist circumference, WHO: World Health Organization, WHR: waist-hip ratio.

대사증후군의 다른 위험인자로는 요산(uric acid), 유리지방산(free fatty acid, FFA), 혈전 유발인자로 Plasminogen activator inhibitor-1(PAI-1), 간 내 지방 축적의 선별 검사로 Alanine aminotransferase(ALT) 등이 있고(Juhan-Vague, Thompson & Jespersen, 1993), 최근에는 렙틴(Leptin)이 소아 인슐린저항성에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Moreno et al., 2002). 이 외에도 소아청소년 대사증후군은 출생 시 저체중, 임신 중 엄마의 비만(Boney, Verma, Tucker & Vohr, 2005), 간접흡연, 신체활동 감소(Kelishadi et al., 2007), 환경적 요인을 공유하는 가족의 대사증후군(Pankow, Jacobs, Steinberger, Moran & Sinaiko, 2004; Reis et al., 2006) 등이 위험요인으로 제시되고 있다.

### 3) 소아청소년 대사증후군 진단기준

소아청소년은 인종별, 성별, 연령에 따라 허리둘레와 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤 등 위험인자의 정상기준이 차이가 있고, 2차 성장이 나타나는 시기에 생리적으로 인슐린저항성이 증가하기 때문에 표준화된 대사증후군의 기준을 정하는 것은 쉽지 않다(Zimmet et al., 2007). 그러나, 소아청소년 대사증후군에 대한 관심이 급증하면서 최근 많은 연구에서 소아청소년에 맞는 대사증후군 진단기준을 제시하고 있다<Table 8>.

Cook, Weitzman, Auinger, Nguyen & Dietz(2003)은 NCEP-ATP III에서 제시된 대사증후군 정의를 기초로 하여 소아청소년에 맞게 수정하여 진단기준을 제시하였다(Cook et al., 2003). 허리둘레는 소아청소년을 대표할 수 있는 표준치가 없어 분석 자료의 연령별, 성별 90<sup>th</sup> 백분위수 값을 절단점으로 하여 복부비만을 결정하였다. 혈압은 National Heart, Lung, and Blood Institute(NHLBI)의 National High Blood Pressure Education Program(NHBPEP, 1996) 연구를 참조하여 수축기혈압 또는 이완기혈압의 연령별, 성별, 신장별 90<sup>th</sup> 백분위수를 기준으로 고혈압을 결정하였고, 현재 항고혈압 약을 복용 중일 경우에도 고혈압으로 분류하였다(Ford et al., 2002). 혈중 콜레스테롤은 National Cholesterol Education Panel(1991) 연구와 Styne(2001)의 연구를 참조하여 고밀도지단백콜레스테롤은 10<sup>th</sup> 백분위수 값인 40 mg/dL, 중성지방은 90<sup>th</sup> 백분위수 값인 110 mg/dL을 기준으로 결정하였다. 공복혈당은 American Diabetes Association(ADA, 2000)의 기준

인 110 mg/dL으로 정하였다. 대사증후군의 판정은 NCEP-ATP III와 같은 방법으로, 5가지 위험인자 중 3가지 이상의 인자가 해당되면 소아청소년 대사증후군으로 정의하였다(Cook et al., 2003).

Ford, Ajani & Mokdad(2005)도 NCEP-ATP III에서 제시된 대사증후군 정의를 소아청소년에 맞게 수정하여 제시하였다. 진단기준 중 허리둘레, 혈압, 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤은 Cook et al.(2003)의 진단기준과 동일하게 제시하였다. 공복혈당 기준은 Cook et al.(2003)과 달리 110 mg/dL과 100 mg/dL 이상의 두 가지 기준을 사용하였다(Grindy, Brewer, Cleeman, Smith & Lenfant, 2004). 대사증후군의 판정은 NCEP-ATP III와 같은 방법으로, 5가지 위험인자 중 3가지 이상의 인자가 해당되면 소아청소년 대사증후군으로 정의하였다(Ford et al., 2005).

Cruz et al.(2004)는 허리둘레가 성별, 연령별, 인종별 90<sup>th</sup> 백분위수 이상인 경우 복부비만으로 진단하였다. 고혈당증은 2시간 경구 당부하검사에서 140 mg/dL 이상이거나 대안적으로 공복혈당 100 mg/dL 이상으로 진단하였다. 고혈압은 NHBPEP(1996)을 참조하여 성별, 연령별, 신장별 90<sup>th</sup> 백분위수 이상으로 진단하였다. 이상지질혈증은 NHANES III를 참조하여 중성지방은 성별, 연령별 90<sup>th</sup> 백분위수, 고밀도지단백콜레스테롤은 성별, 연령별 10<sup>th</sup> 백분위수 이하인 경우로 진단하였다. 대사증후군의 판정은 5가지 위험인자 중 3가지 이상에 해당되면 대사증후군으로 정의하였다(Cruz et al., 2004).

Weiss et al.(2004)의 기준은 체질량지수를 표준점수화(Z-score)하여 성별, 연령별 2.0 이상일 경우 비만으로 정의하였다. 고혈당증은 Cruz et al.(2004)의 진단기준과 동일하게 2시간 경구 당부하검사에서 140 mg/dL 이상이거나 대안적으로 공복혈당 100 mg/dL 이상으로 진단하였다. 고혈압은 NHBPEP(1996)를 참조하여 성별, 연령별, 신장별 95<sup>th</sup> 백분위수 이상으로 진단하였다. 이상지질혈증은 National Growth and Health Study를 참조하여 중성지방 성별, 연령별 95<sup>th</sup> 백분위수 이상으로 진단하였다. 고밀도지단백콜레스테롤은 성별, 연령별 5<sup>th</sup> 백분위수 이하인 경우로 진단하였다. 대사증후군의 판정은 5가지 위험인자 중 3가지 이상에 해당되면 대사증후군으로 정의하였다(Weiss et al., 2004).

de Ferranti et al.(2004)은 성인의 NCEP-ATP III 기준치의 백분위수를 구하여 소아청소년에서의 같은 백분위수에 해당하는 수치를 기준점으로 하는 외삽법

(extrapolation)을 사용하였다. 중성지방은 성인 남자 75<sup>th</sup> 백분위수, 성인 여자 85<sup>th</sup> 백분위수에 동일하게 적용되는 소아백분위수 해당 값인 100 mg/dL을 기준으로 하였다. 고밀도지단백콜레스테롤은 성인 40<sup>th</sup> 백분위수에 해당하는 값인 50 mg/dL을 기준으로 하였고, 15-19세의 소년의 경우에는 45 mg/dL이 성인 40<sup>th</sup> 백분위수에 해당된다(The Lipid Research Clinics Program Epidemiology Committee, 1979). 공복혈당은 NCEP-ATP III와 동일한 기준으로 110 mg/dL 이하로 제시하였다. 혈압은 NHLBI의 NHBPEP(1996) 연구의 권장안대로 연령별, 성별, 신장별 90<sup>th</sup> 백분위수를 기준으로 제시하였다. 허리둘레는 임상적으로 의미 있다고 알려진 기준 값인 75<sup>th</sup> 백분위수를 기준으로 제시하였다(Zhu et al., 2002). 대사증후군의 판정은 NCEP-ATP III와 같은 방법으로, 5가지 위험인자 중 3가지 이상의 인자가 해당되면 소아청소년 대사증후군으로 정의하였다(de Ferranti et al., 2004). de Ferranti et al.(2004)이 제시한 소아청소년 대사증후군 진단기준은 백혈병 소아청소년의 대사증후군 연구에서도 사용되었다(Kourti et al., 2005).

International Diabetes Federation(IDF)에서는 국제적으로 통일된 진단기준을 마련하기 위해 2004년부터 전문가들의 협의를 거쳐 2005년 새로운 대사증후군 진단기준을 제시하였고(IDF, 2005), 2007년에는 6-16세 소아청소년 대사증후군 기준을 제시하였다(Zimmet et al., 2007). 6세 이하는 대사증후군 진단이 어려우나 허리둘레가 연령별 표준의 90<sup>th</sup> 백분위수 이상인 경우, 가족력(대사증후군, 제2형 당뇨병, 이상지질혈증, 심혈관질환, 비만)이 있는 경우 세심한 관찰이 필요하며, 16세 이후에는 성인의 기준에 준하여 사용하도록 하였다. IDF 진단기준의 특징은 성별, 인종별 차이 없이 소아의 중심비만을 가장 잘 나타낼 수 있는 측정수단(Daniels, Khoury & Morrison, 2000)인 허리둘레로 판정하는 복부비만을 주요 위험인자로 규정한 점과 인종별로 복부비만을 판정하는 허리둘레를 다르게 정의했다는 점이다. 대사증후군 판정은 위험인자 5가지 중 복부비만을 포함하면서 고중성지방혈증, 저고밀도지단백콜레스테롤혈증, 고혈압, 공복혈당장애 및 제2형 당뇨병 중 2가지 이상 위험인자를 동반하여 대사이상 지표가 모두 3가지 이상일 경우 대사증후군으로 정의하였다<Table 9>.

**Table 8. A range of the published metabolic syndrome definitions in pediatrics**

Cook et al.(2003)	de Ferranti et al.(2004)	Cruz er al.(2004)	Weiss et al.(2004)	Ford et al.(2005)
WC $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile (age and sex specific, NHANES III)	WC > 75 <sup>th</sup> percentile	WC $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile (age, sex and race specific, NHANES III)	BMI - Zscore $\geq$ 2.0 (age and sex specific)	WC $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile (age and sex specific, NHANES III)
FG $\geq$ 110 mg/dL	FG $\geq$ 6.1 mmol/L (FG $\geq$ 110 mg/dL)	Impaired glucose tolerance (ADA criterion)	Impaired glucose tolerance (ADA criterion)	FG $\geq$ 110 mg/dL (additional analysis with FG $\geq$ 100 mg/dL)
TG $\geq$ 110 mg/dL (age and sex specific, NCEP)	TG $\geq$ 1.1 mmol/L (TG $\geq$ 100 mg/dL)	TG $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile (age and sex specific, NHANES III)	TG > 95 <sup>th</sup> percentile (age, sex and race specific, NGHS)	TG $\geq$ 110 mg/dL (age and sex specific, NCEP)
HDL-C $\leq$ 40 mg/dL (all ages/sexs, NCEP)	HDL-C < 1.3 mmol/L (HDL-C < 50 mg/dL)	HDL-C $\leq$ 10 <sup>th</sup> percentile (age and sex specific, NHANES III)	HDL-C < 5 <sup>th</sup> percentile (age, sex and race specific, NGHS)	HDL-C $\leq$ 40 mg/dL (all ages/sexs, NCEP)
BP $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile (age, sex and hight specific, NHBPEP)	BP > 90 <sup>th</sup> percentile	BP $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile (age, sex and hight specific, NHBPEP)	BP > 95 <sup>th</sup> percentile (age, sex and hight specific, NHBPEP)	BP $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile (age, sex and hight specific, NHBPEP)

Metabolic syndrome definition: Three or more of the following

ADA: American Diabetes Association, BMI: body mass index, BP: blood pressure, FG: fasting glucose, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, NCEP: National Cholesterol Education Program, NGHS: National Growth and Health Study, NHBPEP: National High Blood Pressure Education Program, NHANESIII: National Health and Nutrition Examination Survey III, TG: triglycerides, WC: waist circumference

**Table 9. The IDF definition of the at risk group and metabolic syndrome in children and adolescents**

Age group (years)	Obesity (WC)	Triglycerides	HDL-C	Blood pressure	Glucose
6-<10	≥ 90 <sup>th</sup> percentile	Metabolic syndrome cannot be diagnosed, but further measurements should be made if there is a family history of metabolic syndrome, T2DM, dyslipidemia, cardiovascular disease, hypertension and/or obesity.			
10-<16	≥ 90 <sup>th</sup> percentile or adult cut-off if lower	≥ 1.7 mmol/L (≥ 150 mg/dL)	< 1.03 mmol/L (< 40 mg/dL)	Systolic BP ≥ 130 or diastolic BP ≥ 85 mmHg	≥ 5.6 mmol/L (100 mg/dL)* or known T2DM
16+ (Adult criteria)	≥ 94 cm for Europid males and ≥ 80 cm for Europid females, with ethn-specific values for other groups*	≥ 1.7 mmol/L (≥ 150 mg/dL) or specific treatment for high triglycerides	< 1.03 mmol/L (< 40 mg/dL) in males and < 1.29 mmol/L (< 50 mg/dL) in females, or specific treatment for low HDL	Systolic BP ≥ 130 or diastolic BP ≥ 85 mmHg or treatment of previously diagnosed hypertension	≥ 5.6 mmol/L (100 mg/dL)** or known T2DM

Diagnosing the metabolic syndrome requires the presence of central obesity plus any two of the other four factors.

BP: blood pressure, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, IDF: International Diabetes Federation, T2DM: type 2 diabetes mellitus, WC: waist circumference.

\*For those of South and South-East Asian, Japanese, and ethnic South and Central American origin, the cutoffs should be 90 cm for men, and 80 cm for women. The IDF Consensus group recognise that there are ethnic, gender and age differences but research is still needed on outcomes to establish risk.

\*\*For clinical purposes, but not for diagnosing the MetS, if FPG 5.6-6.9 mmol/L (100-125 mg/dl) and not known to have diabetes, an oral glucose tolerance test should be performed.

#### 4. 선행연구 고찰

선행연구 고찰 대상 논문은 국내 소아청소년을 대상으로 소아비만 유행률 및 비만도와 체력, 대사증후군 위험요인의 관계를 분석한 실태조사 연구와 국내·외 과체중 또는 비만 소아청소년을 대상으로 중재프로그램의 참여가 비만도 및 체력, 대사증후군 위험요인의 변화를 분석한 중재연구로 선정하였다. 실태조사 연구는 발행 기간을 2005년 1월 1일부터 2011년 12월 31일로 제한하였고, 중재연구는 발행 기간을 2000년 1월 1일부터 2011년 12월 31일로 제한하였다. 논문의 언어는 한국어와 영어로 제한하였다. 논문의 효율적 검색을 위해 국내학술지는 2012년 현재 한국연구재단 등재 및 등재후보 학술지로 제한하여 한국교육학술정보원에서 제공하는 학술연구정보서비스 (<http://www.riss.kr>)와 한국학술정보서비스 (<http://kiss.kstudy.com>)의 검색엔진을 이용하였고, 국외학술지는 NCBI Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>)와 Google 학술검색서비스 (<http://scholar.google.co.kr>)의 검색엔진을 이용하였다. 검색어는 국내학술지 검색 시에는 ‘비만’, ‘소아비만’, ‘청소년비만’, ‘체력’, ‘인슐린저항성’, ‘대사성질환’, ‘대사증후군’의 주제어를 사용하였고, 국외학술지 검색 시에는 ‘Overweight’, ‘Obesity’, ‘Childhood Obesity’, ‘Fatness’, ‘Physical Fitness’, ‘Intervention’, ‘Exercise’, ‘Physical Activity’, ‘Insulin Resistance’, ‘Metabolic Disease’, ‘Metabolic Syndrome’의 주제어를 사용하였다. 위와 같은 검색과정을 통하여 최종 실태조사 연구 논문 26편, 중재연구 논문 45편을 고찰하였다.

국내 소아청소년의 비만도와 체력, 대사증후군 위험요인의 관계 및 소아비만 유행률을 분석한 연구는 다음과 같다<Table 10>.

**Table 10. Observational studies in childhood obesity**

Reference	Subject	Independent	Dependent	Result
강두식 등 (2008)	n=651 (330male, 321female) 5-6 <sup>th</sup> graders	Fatness index - BMI	Physical ability - Speed, CF, Power, ME, Flexibility Eating and living habits	Prevalence of obesity - Overweight, 14.0% - Obesity, 10.1% BMI and physical ability - Fatness index ↑ ⇒ Physical ability(speed, CF, power, ME) ↓ BMI and eating, living habits - Fatness index ↑ ⇒ concerned about weight ↑ ⇒ confidence about physical fitness ↓ ⇒ vegetable-centered meal
강현식 등 (2010)	n=220 (91male, 129female) male, 12.5±0.5 year female, 12.6±0.5 year	Gender - male, female	Fatness index - BMI, PBF, WC, WHR Metabolic risk factors - SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, Glucose, Insulin, HOMA-IR Physical activity - LPA, MPA, VPA, TPA	Gender and Fatness index - Male ⇒ BMI, WC, WHR ↑ - Female ⇒ PBF ↑ Gender and metabolic risk factors - Male ⇒ TC, TG, Insulin, HOMA-IR ↑ - Female ⇒ HDL-C ↓ Gender and physical activity - Male ⇒ physical activity ↑ - Female ⇒ physical activity ↓
김상훈 등 (2005)	n=40 (female) 14.90±3.08 year	Average steps per day - < 10,000 - ≥ 10,000	Fatness index - BMI, PBF, WC, HC, WHR	Steps per day and fatness index - ≥ 10,000 steps/day ⇒ BMI, PBF, WC, HC, WHR ↑ Correlation - Average steps per day and BMI, PBF, WC, HC ⇒ Inverse correlation
김은성 등 (2009)	n=473 (male) High schooler	1-year change - 11 <sup>th</sup> grade - 12 <sup>th</sup> grade Fatness index - BMI CF -VO <sub>2</sub> max	Body composition and chronic disease risk factors - Height, Weight, BMI, SMM, SBP, DBP, WC, Insulin, Glucose, CRP, HOMA-IR, IMT, VO <sub>2</sub> max, CVDRS	1-year change - Height, Weight, BMI, SMM, WC, Insulin, Glucose, IMT, HOMA-IR ↑ - VO <sub>2</sub> max ↓ BMI, VO <sub>2</sub> max and chronic disease risk factors - BMI ↑ and VO <sub>2</sub> max ↓ ⇒ Insulin, HOMA-IR, CVDRS ↑

BMI: body mass index, CF: cardiopulmonary fitness, CRP: C-reactive protein, CVDRS: cardiovascular disease risk score, DBP: diastolic blood pressure, HC: hip circumference, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, IMT: intima media thickness, LPA: low physical activity, ME: muscle endurance, MPA: moderate physical activity, PBF: percent body fat, SBP: systolic blood pressure, SMM: skeletal muscle mass, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, TPA: total physical activity, VO<sub>2</sub>max: maximal oxygen uptake, VPA: vigorous physical activity, WC: waist circumference, WHR: waist-hip ratio.

**Table 10.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Independent	Dependent	Result
김현준 등 (2006)	n=140 (46male, 94female) 4-6 <sup>th</sup> graders	Fatness index - BMI	Physical fitness - MS, ME, Balance, Flexibility, Agility	Prevalence of obesity - Overweight, 17.2% - Obesity, 14.3% BMI and physical strength - BMI ↑ ⇒ MS, Flexibility ↑ ⇒ Agility ↓
류현승 등 (2011)	n=142 (94male, 48female) 14.35±1.45 year	Father's job type - active worker's - sedentary active worker's	Fatness index - PBF, BMI Physical fitness - MS, ME, Power, CF	Father's job type and fatness index in children - active worker's ⇒ PBF, BMI in female children ↓ Father's job type and physical fitness in children - active worker's ⇒ ME, Power, CF in female children ↑
박정숙 등 (2008)	n=104 (63male, 41female) 12.2±0.40 year Obese child	Fatness index - OD	Body composition - Height, Weight, BMI, WC, HC, WHR Metabolic syndrome risk factors - TC, TG, HDL-C, LDL-C, Glucose, AST, ALT, AI Metabolic syndrome	Prevalence of obesity - Mild obesity, 49.0% - Moderate obesity, 42.3% - Severe obesity, 8.7% OD and body composition, metabolic syndrome risk factors - OD ↑ ⇒ Weight, BMI, WC, HC, WHR, AST, ALT ↑ OD and metabolic syndrome - More than 1 was, 39.4% - More than 2 was, 22.1% - Metabolic syndrome, 2.9% - OD ↑ ⇒ Metabolic syndrome ↑
박지혜 등 (2010)	n=437 (male) 18.54±0.51 year	Fatness index - BMI LTPA	CVDRF - BMI, SBP, DBP, TG, TC, HDL-C, LDL-C, Insulin, HOMA-IR, CVDRS	BMI and CVDRF - BMI ↑ ⇒ SBP, DBP, TG, TC, LDL-C, Insulin, HOMA-IR, CVDRS ↑ ⇒ HDL-C ↓ LTPA and CVDRF - LTPA ↑ ⇒ BMI, SBP, DBP, TG, Insulin, HOMA-IR, CVDRS ↓

AI: atherogenic index, ALT: alanine aminotransferase, AST: aspartate aminotransferase, BMI: body mass index, CF: cardiopulmonary fitness, CVDRS: cardiovascular disease risk score, DBP: diastolic blood pressure, HC: hip circumference, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, LTPA: leisure time physical activity, ME: muscle endurance, MS: muscle strength, OD: obesity degree, PBF: percent body fat, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, WC: waist circumference, WHR: waist-hip ratio.

**Table 10.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Independent	Dependent	Result
신윤아 등 (2011)	n=6571 (2755male, 3816female) 12-18 year	Fatness index - OD	Obesity indices - IOTF - WGOC - PBF percentile - BMI percentile	Sensitive for obesity indices - Male ⇒ WGOC > IOTF > BMI percentile > PBF percentile - Female ⇒ WGOC > BMI percentile > PBF percentile > IOTF
안근영 등 (2009)	n=585 (290male, 295female) 3 <sup>rd</sup> grade	Fatness index - OD CRP - hs-CRP	Body composition - Height, Weight, BMI, WC, SBP, DBP, TG, TC, Glucose, HDL-C, hs-CRP	Prevalence of obesity - Overweight, 15.4% - Obesity, 7.4% OD and body composition - OD ↑ ⇒ Height, Weight, BMI, WC, SBP, DBP, hs-CRP ↑ - OD ↑ ⇒ HDL-C ↓ Correlation - hs-CRP and Weight, BMI, WC ⇒ positive correlation - hs-CRP and HDL-C ⇒ Inverse correlation
이기화 등 (2010)	n=2501 10-18 year (KNHNES)	10-year trend - 1998 year - 2008 year	Fatness index - BMI MSRF - WC, SBP, DBP, TG, HDL-C, Glucose	Prevalence of obesity - 1998 year ⇒ Overweight, 5.4% ⇒ Obesity, 8.2% - 2008 year ⇒ Overweight, 8.5% ⇒ Obesity, 11.4% 10-year trend of MSRF - SBP, DBP, Glicose, MS ↓ Prevalence of MS - 1998, 7.6% - 2008, 3.8%
이다홍 (2005)	n=529 (276male, 253female) 12.0±0.8 year	Fatness index - OI	Body composition - Height, Weight, BMI, OI, SBP, DBP Blood parameters - Glucose, TC, TG, AST, ALT, Hemoglobin	Prevalence of obesity - Male, 52.5% - Female, 47.5% OI and body composition - OI ↑ ⇒ Weight, BMI, OI ↑ OI and blood parameters - OI ↑ ⇒ TG, ALT, Hemoglobin ↑

ALT: alanine aminotransferase, AST: aspartate aminotransferase, BMI: body mass index, CRP: C-reactive protein, DBP: diastolic blood pressure, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, hs-CRP: high sensitivity C-reactive protein, IOTF: International Obesity Task Force, KNHNES: Koran National Healty and Nutrition Examination Survey, MS: metabolic syndrome, MSRF: metabolic syndrome risk factors, OD: obesity degree, OI: obesity index, PBF: percent body fat, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, WC: waist circumference, WGOC: the Working Group for Obesity in China.

**Table 10.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Independent	Dependent	Result
이미숙 등 (2011)	n=893 (454male, 439female) 5-6 <sup>th</sup> graders	Fatness index - OI	HRPF - CF, Flexibility, ME, Power	OI and HRPF - OI ↑ ⇒ CF, Power ↓
이민철 (2007)	n=20 (male) 5-6 <sup>th</sup> graders	Fatness index - BMI, PBF	CF - VO <sub>2</sub> max, HR RPE	Fatness index and CF, RPE - fatness index ↑ ⇒ VO <sub>2</sub> max ↓ ⇒ RPE ↑
이상진 등 (2010)	n=199 (166male, 33female) 10 <sup>th</sup> grade BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Transaminase - ALT	Fatness index - BMI Blood parameters - AST, Glucose, TC, SBP, DBP	ALT and BMI, blood parameters - ALT ↑ ⇒ BMI, TC, AST, SBP ↑ Correlation - BMI and ALT, AST, Glucose, SBP, DBP - ALT and BMI, AST, SBP, DBP, TC ⇒ positive correlation
이성민 등 (2005)	n=20 (male) 4 <sup>th</sup> grade	Fatness index - OD	HRPF - CF, ME, Flexibility, PBF, LBM Physical activity - TEE, LEE, TSN, TD, AS	OD and HRPF - OD ↑ ⇒ CF, ME, Flexibility, PBF, LBM ↓ OD and physical activity - OD ↑ ⇒ TEE, LEE, TSN, AS ↓ ⇒ TD ↑ Correlation - CF and PBF - LEE and TSN, TD - TSN and TD ⇒ positive correlation
이양구 등 (2009)	n=820 Elementary schoolchild	Fatness index - PBF	HRPF - CF, Flexibility, MS, ME	PBF and HRPF - PBF ↑ ⇒ CF, ME ↓ - Obesity group ⇒ Distribution from 4 to 5 magnitudes

ALT: alanine aminotransferase, AS: average speed, AST: aspartate aminotransferase, BMI: body mass index, CF: cardiopulmonary fitness, DBP: diastolic blood pressure, HR: heart rate, HRPF: health-related physical fitness, LBM: lean body mass, LEE: locomotion energy expenditure, ME: muscle endurance, MS: muscle strength, OD: obesity degree, OI: obesity index, PBF: percent body fat, RPE: rating of perceived exertion, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TD: total distance, TEE: total energy exercise, TSN: total step number, VO<sub>2</sub>max: maximal oxygen uptake.

**Table 10.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Independent	Dependent	Result
이재현 (2006)	n=53 (23male, 30female) 11.2±2.6 year Obese child	Fatness index - BMI z-score, PBF	MSRF - LDL-C, HDL-C, TG, Glucose, Insulin	Without MSRF - With 1 MSRF, 41.5% - With 2 MSRF, 20.7% Prevalence of MSRF - Low HDL-C, 11.3% - High TG, 45.3% - High Glucose, 1.9% - High Insulin, 15.1%
이현숙 등 (2005)	n=153 5-6 <sup>th</sup> graders	Fatness index - OI, BMI	Blood parameters - Glucose, TG, TC, HDL-C, LDL-C, Resistin, Leptin, Adiponectin, Insulin	BMI and blood parameters - BMI ↑ ⇒ TG, TC, LDL-C, Resistin, Leptin ↑ ⇒ HDL-C ↓ Correlation - Resistin and OI, TG - Leptin and Weight, BMI, OI, TG, TC ⇒ positive correlation - Adiponectin and Height, Weight, BMI, OI, TG, Glucose, HDL-C ⇒ Inverse correlation
이혜진 등 (2009)	≈324 (149male, 175female) 8.9±0.3 year	Fatness index - BMI	MSRF - WC, SBP, DBP, TC, TG, HDL-C, LDL-C, AST, ALT, Glucose, Insulin, HOMA-IR	BMI and MSRF - Male, BMI ↑ ⇒ WC, SBP, DBP, TC, TG, LDL-C, ALT, Glucose, Insulin, HOMA-IR ↑ ⇒ HDL-C ↓ - Female, BMI ↑ ⇒ WC, DBP, TG, LDL-C, ALT, Glucose, Insulin, HOMA-IR ↑ ⇒ HDL-C ↓
정한상 등 (2011)	n=48 (female) 15.0±0.82 year BMI=30.66±1.88 PBF=44.63±3.55	CF -VO <sub>2</sub> max	DS BDNF CVDRF - Glucose, TG, TC, HDL-C, LDL-C	Correlation - CF and DS, Glucose, TG, TC, LDL-C ⇒ Inverse correlation - CF and BDNF, HDL-C ⇒ positive correlation

ALT: alanine aminotransferase, AST: aspartate aminotransferase, BDNF: brain-derived neurotrophic factor, BMI: body mass index, CF: cardiopulmonary fitness, CVDRF: cardiovascular disease risk factors, DBP: diastolic blood pressure, DS: depression symptoms, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, MSRF: metabolic syndrome risk factors, OI: obesity index, PBF: percent body fat, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, VO<sub>2</sub>max: maximal oxygen uptake, WC: waist circumference.

**Table 10.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Independent	Dependent	Result
체갈윤석 등 (2010)	n=225 (male) 10 <sup>th</sup> grade	LTPA TPFS	Body composition - BMI, PBF, WC, WHR	Correlation - TPFS and LTPA ⇒ positive correlation - TPFS and BMI, PBF, WC, WHR ⇒ Inverse correlation TPFS and body composition - TPFS ↓ ⇒ BMI, PBF, WC, WHR ↑
체갈윤석 등 (2008)	n=219 (male) 10 <sup>th</sup> grade	TPFS	Fatness index - BMI, WC, PBF CVDRF - Glucose, TC, TG, hs-CRP, Insulin, HOMA-IR, SBP, DBP, CVDRS, IMT	Correlation - TPFS and BMI, PBF, TG, IMT, Insulin, HOMA-IR, CVDRS ⇒ Inverse correlation TPFS and BMI, CVDRF - TPFS ↓ ⇒ BMI, Insulin, HOMA-IR, WC, CVDRS, IMT, PBF ↑
최동희 등 (2005)	n=313 (157male, 156female) 4 <sup>th</sup> grade	Fatness index - OI	Body composition - PIBW, BMI, RI, WHR, PBF Blood parameters - TC, TG	Prevalence of obesity - Overweight, 10.2% (male 7.6%, female 12.8%) - Obesity, 9.9% (male 8.9%, female 10.9%) OI and body composition Overweight ⇒ PIBW, BMI, RI, PBF ↑ - Obesity ⇒ PIBW, BMI, RI, WHR, PBF ↑ OI and blood parameters - Obesity ⇒ TC, TG ↑ Correlation - TC and OI, PIBW, BMI, RI, WHR - TG and OI, PIBW, BMI, RI ⇒ positive correlation

BMI: body mass index, CVDRF: cardiovascular disease risk factors, CVDRS: cardiovascular disease risk score, DBP: diastolic blood pressure, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, hs-CRP: high sensitivity C-reactive protein, IMT: intima media thickness, LTPA: leisure time physical activity, OI: obesity index, PBF: percent body fat, PIBW: percent of ideal body weight, RI: Roher index, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, TPFS: total physical fitness score, WC: waist circumference, WHR: waist-hip ratio.

**Table 10.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Independent	Dependent	Result
최미경 등 (2005)	n=42 (28male, 14female) 13.93±0.97 year Obese child	Gender - male, female	Body composition - Height, Weight, BMI, OI, WHR, PBF, LBM, TBW, SBP, DBP Blood parameters - AST, ALT, Glucose, TC, TG, HDL-C, LDL-C, RBC, Hemoglobin, Hematocrit, MCV, MCH, MCHC	Gender and body composition - Male ⇒ Height, Weight, OI ↑ Gender and Blood parameters - Male ⇒ AST, ALT, Glucose, Hemoglobin, Hematocrit, MCHC ↑
Jekal et al. (2009)	n=322 10-12 <sup>th</sup> graders	Fatness index - BMI, WC CF - VO <sub>2</sub> max	Body composition - Height, Weight, BMI, PBF CVDRF - SBP, DBP, Glucose, Insulin, HOMA-IR, TC, TG, HDL-C, LDL-C, hs-CRP, CVDRS, IMT	<b>BM and body composition, CVDRF</b> - BMI ↑ ⇒ BMI, PBF, SBP, DBP, Insulin, HOMA-IR, TC, TG, LDL-C, CVDRS, IMT ↑ ⇒ HDL-C ↓ BMI, VO <sub>2</sub> max and CVDRF - BMI ↑ and VO <sub>2</sub> max ↓ ⇒ Insulin, HOMA-IR, TG ↑ ⇒ VO <sub>2</sub> max, HDL-C ↓

ALT: alanine aminotransferase, AST: aspartate aminotransferase, BMI: body mass index, CF: cardiopulmonary fitness, CVDRF: cardiovascular disease risk factors, CVDRS: cardiovascular disease risk score, DBP: diastolic blood pressure, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, hs-CRP: high sensitivity C-reactive protein, IMT: intima media thickness, LBM: lean body mass, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, MCH: mean corpuscular hemoglobin, MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration, MCV: mean corpuscular volume, OI: obesity index, PBF: percent body fat, RBC: red blood cell, SBP: systolic blood pressure, TBW: total body water, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, VO<sub>2</sub>max: maximal oxygen uptake, WC: waist circumference, WHR: waist-hip ratio.

과체중 또는 비만 소아청소년의 건강증진을 위한 중재프로그램 참여가 비만도, 체력, 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 조사한 연구는 다음과 같다<Table 11>.

**Table 11. Intervention studies in childhood obesity**

Reference	Subject	Intervention Behavior	Markers	Effect
강설중 등 (2010)	n=10 (male) 15.12±0.59 years BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Aerobic exercise - 12 weeks - 5 days per week - 60 minute per day - 50~80% HRR	Weight, BMI, PBF, WC Glucose, Insulin, HOMA-IR FFA, TG, SBP, DBP, CRP, HRrest HDL-C, VO <sub>2</sub> max, HRrecovery HRmax	↓ ↓ ↓ ↑ ↔
권유찬 등 (2003)	n=7 (male) 13.3±0.23 years PBF>25%	Combined training (aerobic and resistance) - 16 weeks - 4 days per week - 90 minute per day - 60% HRmax and 60% of 1RM	Weight, PBF, Insulin LBM, VO <sub>2</sub> max, NK-cell TNF-α, IL-6, T-cell, T-helper cell, T-suppressor cell, Lymphocyte, T-helper/T-suppressor	↓ ↑ ↔ ↔ ↔
김봉석 (2008)	n=9 (male) 12.33±0.5 years PBF>30%	Aerobic exercise - 12 weeks - 5 days per week - 50-60 minute per day - 50~70% HRmax	PBF, Leptin Ghrelin VO <sub>2</sub> max TG, TC, LDL-C, HDL-C, Insulin	↓ ↑ ↔ ↔
김영준 등 (2003)	n=7 (male) 18.1±0.52 years BMI>25.0	Aerobic exercise - 12 weeks - 3 days per week - 50 minute per day - 60% HRmax	TG, TC, LDL-C, Leptin HDL-C	↓ ↑
김영혜 등 (2004)	n=31 (18male, 13female) 3-6 <sup>th</sup> graders OD>30%	Physical activity - 9 weeks - 1 days per week - 40 minute per day Education and Counseling - 1 days per week - 30 minute per day	Trunk flexion, Side step, Sit-up, Obesity knowledge BMI, Triceps, Subscapular, PBF FM, LBM, Eating behaviors	↑ ↑ ↔ ↔
김종식 (2010)	n=10 (male) 13.2±0.48 years PBF>35%	Walking exercise - 12 weeks - 3-4 days per week - 45-70 minute per day - 45~70% HRmax	Weight, PBF, BMI, WHR LDL-C, TG, Insulin HDL-C, IGF-1 TC	↓ ↓ ↑ ↔

BMI: body mass index, CRP: C-reactive protein, DBP: diastolic blood pressure, FFA: free fatty acid, FM: fat mass, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, HRmax: maximal heart rate, HRrest: resting heart rate, HRrecovery: heart rate recovery response, HRR: maximum heart rate reserve, IGF-1: insulin-like growth factor-1, IL-6: interleukin-6, LBM: lean body mass, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, NK-cell: natural killer cell, OD: obesity degree, PBF: percent body fat, RM: repetition maximum, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, TNF-α: tumor necrosis factor-α, VO<sub>2</sub>max: maximal oxygen uptake, WC: waist circumference, WHR: waist-hip ratio ↓: indicates decrease, ↑: indicates increase, ↔: indicates no change.

Table 11.

&lt;Continued&gt;

Reference	Subject	Intervention Behavior	Markers	Effect
김종원 등 (2007)	n=12 (female) 14.5±5.22 years BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Walking exercise - 12 weeks - 3 days per week - 45-50 minute per day - 55~75% HRmax	WG, FM, PBF, BMI, WHR, Glucose Insulin, HOMA-IR, SBP, DBP, 50m run AC, TBW, BMC, HDL-C, Sit-up Arm flex hang, Standing long jump	↓ ↓ ↑ ↑
		Behavior modification - 1 days per week - 60 minute per day	Trunk flexion LBM, FS, TG	↑ ↔
김태운 (2005)	n=19 (female) 14.0±1.7 years BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Walking exercise - 12 weeks - 6 days per week - 30-60 minute per day - 55~75% HRmax	Weight, BMI, PBF, FM, EI, WC WHR, SBP, DBP, TC, LDL-C, TG TC/HDL-C, CRP, Glucose, Insulin HOMA-IR, Hemoglobin A1c	↓ ↓ ↓ ↓
		Lifestyle modification - 1 days per week - 60 minute per day	LBM, HDL-C, Adiponectin	↔
김태운 등 (2007)	n=10 (male) 10.9±0.9 years BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Aerobic exercise - 12 weeks - 3 days per week - 35-50 minute per day - 55~75% HRmax	Weight, WC, BMI, PBF, FM, LBM EI, TC, TC/HDL-C, AI, Glucose TG, HDL-C, LDL-C, SBP, DBP Insulin, HOMA-IR	↓ ↓ ↔ ↔
		Nutrition education - 2 days per week		
김현준 (2007)	n=14 11.49±0.48 years BMI>85 <sup>th</sup> percentile	Combined exercise (aerobic and resistance) - 12 weeks - 1 days per week - 40-60 minute per day	Weight, SMM, %SM, Self-efficacy BMI, FM, PBF	↑ ↔
		Self-participation of exercise Health education - 1 days per week		
김현준 (2008)	n=11 (male) 12.70±0.68 years BMI>85 <sup>th</sup> percentile	Combined exercise (aerobic and resistance) - 12 weeks - 3 days per week - 60 minute per day - 55~75% HRmax and 50~60% of 1RM	BMI, FM, PBF, WC LBM, %LBM, TG Weight, BMC, SBP, DBP Glucose, HDL-C, CRP	↓ ↑ ↔ ↔

AC: arm circumference, AI: atherogenic index, BMC: bone mineral content, BMI: body mass index, CRP: C-reactive protein, DBP: diastolic blood pressure, EI: energy intake, FM: fat mass, FS: fitness score, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, HRmax: maximal heart rate, LBM: lean body mass, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, PBF: percent body fat, RM: repetition maximum, SBP: systolic blood pressure, SMM: skeletal muscle mass, TBW: total body water, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, WC: waist circumference, WG: waist girth, WHR: waist-hip ratio, %SM: percent skeletal muscle, ↓: indicates decrease, ↑: indicates increase, ↔: indicates no change.

**Table 11.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Intervention Behavior	Markers	Effect
김희경 등 (2006)	n=36 (20male, 16female) 1-6 <sup>th</sup> graders OD>20%	Aerobic exercise		
		- 8 weeks	BMI	↓
		- 5 days per week	Exercise habits, Mood	↑
		- 30-40 minute per day	Weight, PBF, WHR, FM, LBM, BM	↔
박상갑 등 (2005)	n=7 (male) 13.3±0.23 years PBF>25%	Obesity and diet, behavioral modification education	Edema, VFA, Obesity knowledge	↔
		- 1 days per week		
		- 60 minute per day		
		Combined training (aerobic and resistance)	Weight, PBF, TFV, SFV, VFV	↓
박상갑 등 (2006)	n=10 (female) 15.4±0.5 years PBF>35%	- 16 weeks	VFV/SFV, Leptin, Insulin	↓
		- 4 days per week	LBM	↑
		- 70 minute per day	TNF-α, IL-6	↔
		- 60% HRR and 60% of 1RM		
박소양 등 (2001)	n=5 (male) 9.6±0.7 years BMI>25.0	Aerobic exercise	Weight, BMI, PBF	↓
		- 2 weeks	TFV, VFV, SFV, VFV/SFV	↓
		- 5 days per week	Glucose, Insulin, HOMA-IR	↓
		- 80 minute per day	LBM, HRmax, VO <sub>2</sub> max	↑
박태곤 (2008)	n=16 (male) 10.9±1.1 year BMI>95 <sup>th</sup> percentile	- 20 weeks		
		- 5 days per week	FM, ALP, NI, FN	↓
		- 120 minute per day	Weight, BMI, LBM, SBP, DBP, Hemoglobin, Hematocrit, Glucose,	↔
		- 60~70% HRmax	ALT, AST, A/G ratio, UN, NB, UC, CHI	↔
박태곤 (2008)	n=16 (male) 10.9±1.1 year BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Diet control		↔
		- Energy was restricted at 493 kcal per day		
		Aerobic exercise	TC, TG, TC/HDL-C,	↓
		- 9 weeks	APO A I · A II · B · C II · C III	↓
박태곤 (2008)	n=16 (male) 10.9±1.1 year BMI>95 <sup>th</sup> percentile	- 5 days per week	HDL-C	↑
		- 100 minute per day	LDL-C, APO A I /A II · B/A I	↔
		- 60~70% HRmax		
		Diet control		
박태곤 (2008)	n=16 (male) 10.9±1.1 year BMI>95 <sup>th</sup> percentile	- Energy was restricted at 2100 kcal per day		

A/G ratio: Albumin/Globulin ratio, ALP: alkaline phosphatase, ALT: Alanine aminotransferase, APO: Apolipoprotein, AST: aspartate aminotransferase, BM: basal metabolism, BMI: body mass index, CHI: creatinine height index, DBP: diastolic blood pressure, FM: fat mass, FN: fecal nitrogen, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, HRmax: maximal heart rate, HRR: maximum heart rate reserve, IL-6: interleukin-6, LBM: lean body mass, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, OD: obesity degree, NB: nitrogen balance, NI: nitrogen intake, PBF: percent body fat, RM: repetition maximum, SBP: systolic blood pressure, SFV: subcutaneous fat volume, TC: total cholesterol, TFV: total fat volume, TG: triglyceride, TNF-α: tumor necrosis factor-α, UC: urinary creatinine, UN: urinary nitrogen, VFA: visceral fat area, VFV: visceral fat volume, VO<sub>2</sub>max: maximal oxygen uptake, WHR: waist-hip ratio, ↓: indicates decrease, ↑: indicates increase, ↔: indicates no change.

**Table 11.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Intervention Behavior	Markers	Effect
백상진 등 (2009)	n=45 (male) 3-6 <sup>th</sup> graders PBF>20-30%	Rope-jumping training - 12 weeks - 5 days per week - 60 minute per day - 50~70% HRmax	Weight, PBF, TG, TC, LDL-C, CRP HDL-C, HOMA-IS SBP, DBP, Glucose, Insulin HOMA-IR, HOMA-IS, Adiponectin	↓ ↑ ↔ ↔
서주석 등 (2000)	n=10 (male) 12.7±0.48 years PBF, 20~30%	Rope-jumping exercise - 8 weeks - 5 days per week - 50 minute per day - 72~80 times/min	PBF, HRrest, TC, TG VO <sub>2</sub> max, HDL-C, HDL-C/TC	↓ ↑
신영오 등 (2006)	n=10 (male) 16.20±0.79 years PBF>30%	Combined training (aerobic and resistance) - 8 weeks - 4 days per week - 60 minute per day - 60% HRR and 60% of 1RM	Weight, BMI, PBF, Insulin, HOMA-IR Height, GH LBM, TC, TG, HDL-C, LDL-C Glucose, IGF-1	↓ ↑ ↔ ↔
오수일 등 (2007)	n=10 (male) 16.4±1.2 years PBF>30%, BMI>25.0	Aerobic exercise - 12 weeks - 4 days per week - 40 minute per day - 60% HRmax	Weight, BMI, PBF, WHR, Insulin HOMA-IR, HOMA-β, leptin, TNF-α adiponectin Glucose	↓ ↓ ↑ ↔
오수일 등 (2008)	n=20 (male) 3-4 <sup>th</sup> graders OD>20%	New sports exercise - 8 weeks - 3 days per week - 70 minute per day - 60% HRmax Nutrition sducation - Total 5 times	BMI, PBF, WHR, TG, TC, LDL-C Dietary habit score, Food intake score Daily steps, Activity coefficient Daily energy expenditure Weight, LBM, HDL-C Life attitude score	↓ ↑ ↑ ↑ ↔ ↔
우진희 등 (2008)	n=20 (male) 11.15±1.42 years BMI>95 <sup>th</sup> percentile OD>120%	Aerobic exercise - 12 weeks - 4 days per week - 3.5~4.38kcal/kg per day - 40~50% HRR	ox-LDL, GPx Weight, PBF, VO <sub>2</sub> max, SBP, DBP TC, TG, HDL-C, LDL-C 8-OHdG, SOD	↑ ↔ ↔ ↔

BMI: body mass index, CRP: C-reactive protein, DBP: diastolic blood pressure, GH: growth hormone, GPx: glutathione peroxidase, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-β: homeostasis model assessment for β cell function, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, HOMA-IS: homeostasis model assessment for insulin sensitivity, HRmax: maximal heart rate, HRR: heart rate reserve, HRrest: resting heart rate, IGF-1: insulin-like growth factor-1, LBM: lean body mass, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, OD: obesity degree, ox-LDL: oxidized low density lipoprotein, PBF: percent body fat, RM: repetition maximum, SBP: systolic blood pressure, SOD: super oxide dismutase, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, TNF-α: tumor necrosis factor-α, VO<sub>2</sub>max: maximal oxygen uptake, WHR: waist-hip ratio, 8-OHdG: 8-Oxo-2'-deoxyguanosine, ↓: indicates decrease, ↑: indicates increase, ↔: indicates no change.

**Table 11.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Intervention Behavior	Markers	Effect
원종순 등 (2008)	n=29 (15male, 14female) 4-6 <sup>th</sup> graders OD>10%	Aerobic(dance) exercise - 8 weeks - 3 days per week - 40-60 minute per day Obesity control education - 1 days per week - 40-60 minute per day	FM, PBF, WHR, Obesity percent LBM, MM, Obesity knowledge Life Eating habits, Self-esteem Weight, BMI, Life exercise habits	↓ ↑ ↑ ↔
이봉환 등 (2009)	n=153 (81male, 72female) 9.06±0.24 years OD>116%	Circuit exercise - 12 weeks - 3 days per week - 40 minute per day	PBF, BMI, Glucose, HDL-C, Sit-up Weight, Grip strength, Standing long jump WC, Insulin, TC, TG, LDL-C Back strength, Trunk flexion, PEI	↓ ↑ ↑ ↔ ↔
이정민 등 (2010)	n=38 (17male, 21female) 9.82±1.19 years OD>120%	Physical activity - 11 weeks - 2 days per week - 120 minute per day Nutrition education - 2 days per week	Weight, BMI, WHR, PBF, WC Nutrition knowledge MM	↓ ↑ ↔
장현용 등 (2003)	n=12 Elementary schoolchild PBF>25%	Aerobic exercise - 6 weeks - 4~6 km per week	PBF, Leptin HDL-C Weight, Insulin, Glucose, TC, TG, LDL-C, SBP, DBP, MBP, VO <sub>2</sub> max	↓ ↑ ↔ ↔
전재영 (2007)	n=10 (male) 10.9±0.9 years BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Rope-jumping exercise - 12 weeks - 3 days per week - 35-50 minute per day - 55~75% HRmax Nutrition education - 2 days per week - 40 minute per day	Weight, BMI, PBF, FM, LBM, EI WC, Glucose, CRP SBP, DBP, TG, HDL-C	↓ ↓ ↔
정소봉 등 (2005)	n=20 (10male, 10female) 9.9±0.2 years PBF>30%	Combination exercise - 12 weeks - 5 days per week - 50-60 minute per day - 40~60% HRmax	Weight, PBF, FM, TC, LDL-C, TG LBM, HDL-C	↓ ↔

BMI: body mass index, CRP: C-reactive protein, DBP: diastolic blood pressure, EI: energy intake, FM: fat mass, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HRmax: maximal heart rate, LBM: lean body mass, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, MBP: mean blood pressure, MM: Muscle mass, OD: obesity degree, PBF: percent body fat, PEI: physical efficiency index, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, V O<sub>2</sub>max: maximal oxygen uptake, WC: waist circumference, WHR: waist-hip ratio, ↓: indicates decrease, ↑: indicates increase, ↔: indicates no change.

**Table 11.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Intervention Behavior	Markers	Effect
조옥수 등 (2006)	n=8 (male) 10.8±1.6 years PBF>25%	Combination exercise - 12 weeks - 5 days per week - 60 minute per day - 50~60% VO <sub>2</sub> max	Weight, PBF, VFA, SFA, TC LDL-C, Leptin VO <sub>2</sub> max	↓ ↓ ↑
		Diet control - Energy was restricted at 1,300~1,900 kcal per day	LBM, HDL-C, TG, GH	↔
조현철 등 (2008)	n=15 12.7±1.39 years PBF>21~25%	Walking exercise - 12 weeks - 4 days per week - 45-50 minute per day - 50~70% HRmax	Weight, BMI, PBF, Insulin, leptin	↓
최순남 등 (2010)	n=31 (25male, 6female) 11.5±1.0 years OD>140%	7 Day camp program Physical activity - 250 minute per day Nutrition education - 150 minute per day Diet control	Weight, BMI, BFM, OD, WHR, PBF, TC, TG, LDL-C HDL-C	↓ ↓ ↑
한상철 등 (2003)	n=20 (male) 4-6 <sup>th</sup> graders OD>25.0%	Aerobic exercise - 12 weeks - 5 days per week - 30 minute per day - 60~80% HRmax	FM, TBW, 50m run, 1000m run MM, Standing long jump, Sit-up Trunk flexion	↓ ↑ ↑
허만동 등 (2009)	n=6 (male) 10.17±0.41 years BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Sport activities - 12 weeks - 5 days per week - 60 minute per day	PBF, TG HDL-C Weight, WHR, SBP, DBP, GH, IGF-1, Glucose	↓ ↑ ↔ ↔
허선 등 (2009)	n=20 (male) 3-4 <sup>th</sup> graders Obese child	New sports exercise - 8 weeks - 3 days per week - 70 minute per day	BMI, PBF, WHR, Glucose, Insulin TG, TC, LDL-C, HOMA-IR GH, IGF-1 Weight, LBM, HDL-C	↓ ↓ ↑ ↔
Caranti et al. (2007)	n=83 (37male, 46female) 15-19 years BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Aerobic exercise - 1 year - 3 days per week - 60 minute per day Nutrition Psychological	Weight, BMI, PBF, VF, SBP, TG, Insulin, HOMA-IR LBM DBP, Glucose, TC, HDL-C, LDL-C	↓ ↓ ↑ ↔

BFM: body fat mass, BMI: body mass index, DBP: diastolic blood pressure, FM: fat mass, GH: growth hormone, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, HRmax: maximal heart rate, IGF-1: insulin-like growth factor-1, LBM: lean body mass, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, MM: muscle mass, OD: obesity degree, PBF: percent body fat, SBP: systolic blood pressure, SFA: subcutaneous fat area, TBW: total body water, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, VF: visceral fat, VFA: visceral fat area, VO<sub>2</sub>max: maximal oxygen uptake, WHR: waist-hip ratio, ↓: indicates decrease, ↑: indicates increase, ↔: indicates no change.

**Table 11.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Intervention Behavior	Markers	Effect
Cooper et al. (2006)	2003. n=74 12.7±2.3 years BMI, 33.1±5.7	Physical activity - 4.3 weeks (2003) - 4.2 weeks (2004)		
	2004. n=99 13.0±1.9 years BMI, 33.4±6.4	- 4.4 weeks (2005) - aerobic and resistance weight training exercise	Weight, WC Physical Fitness	↓ ↑
	2005. n=89 13.2±1.8 years BMI, 32.9±7.0	Dietary restriction - 1700/day caloric Nutrition classes		
Farris et al. (2011)	n=25 (5male, 20female) 8.1±1.5 years BMI>98 <sup>th</sup> percentile	Aerobic and resistance exercise - 12 weeks - 3 days per week - 60 minute per day Nutrition	ALT, TC, Step test Heart rate SBP, Push-up, Sit-up, Trunk flexion DBP, Glucose, AST, TG, HDL-C, LDL-C	↓ ↑ ↔ ↔
Gately et al. (2005)	n=38 (29male, 9female) 9-18 years BMI, 28.1±4.9	Physical activity - 6 weeks - 6 hour per day Dietary restriction	Weight, BMI, FM, LBM, AF, Self-esteem score PBF, WC, HC, SBP, DBP	↑ ↑ ↔
Jekal et al. (2009)	n=17 10-12 <sup>th</sup> graders	Exercise training - 12 week - 5 days per week - 50 minute per day Energy expenditure from 1500-2500 Kcal per week	Weight, BMI, WC, PBF, FM, SBP, TC, LDL-C, Insulin, HOMA-IR Height, HDL-C, VO <sub>2</sub> max HC, DBP, Glucose, TG, IMT	↓ ↓ ↑ ↔
King et al. (2007)	n= 38 (17male, 21female) 13.9±1.57 years BMI, 35.0±5.41	Physical activity - 6 week - 6 hour per day Dietary restriction - 1300-3300 per day caloric Nutrition classes	Weight	↓
Knopfli et al. (2008)	n=130 (78male, 52female) 13.8 years BMI, 33.4	Physical activity - 8 week - daily exercise - 2 sessions per daily - 60-90 minute per session - 50-70% HRmax Nutrition Behavior modification	Weight, BMI, FM, PBF, LBM VO <sub>2</sub> peak, PMP, PA, PE, HS, BC, BP, BI HRpeak	↓ ↑ ↑ ↔

AF: aerobic fitness, ALT: Alanine aminotransferase, AST: aspartate aminotransferase, BC: body contentment, BI: body image, BMI: body mass index, DBP: diastolic blood pressure, BP: body perception, FM: fat mass, HC: hip circumference, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, HRmax: maximal heart rate, HRpeak: peak heart rate, HS: health sensation, IMT: intima media thickness, LBM: lean body mass, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, PA: physical activity, PE: physical efficiency, PBF: percent body fat, PMP: peak mechanical power, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, VO<sub>2</sub>max: maximal oxygen consumption, VO<sub>2</sub>peak: peak oxygen uptake, WC: waist circumference, ↓: indicates decrease, ↑: indicates increase, ↔: indicates no change.

**Table 11.**

**<Continued>**

Reference	Subject	Intervention Behavior	Markers	Effect
Kovacs et al. (2009)	n=51 (23male, 28female) 6.5-12.5 years BMI, 25.6±4.3	Aerobic training	WC, SBP, LDL-C MM, VO <sub>2</sub> max BMI, DBP, HOMA	↓ ↑ ↔
		- 15 week - 3 days per week - 60 minute per day - Heart rate 120-185		
McGuigan et al.(2009)	n=48 7-12 years BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Resistance training	PBF LBM, 1RM squat, Push-up Weight, BMI, FM, BMC	↓ ↑ ↔
		- 8 week - 3 days per week		
Savoie et al. (2007)	n=75 8-16 years BMI>95 <sup>th</sup> percentile	Exercise training	Weight, BMI, PBF, TC, Insulin, HOMA-IR SBP, DBP, HDL-C, LDL-C, TG, Glucose	↓ ↓ ↔ ↔
		- 6 months - 2 days per week - 50 minute per day		
		Nutrition Behavior modification		
Thivel et al. (2011)	n=60 6-10 years BMI>97 <sup>th</sup> percentile	Physical activity	BMI Weight, LBM, CPP, CRF, HRR WC	↓ ↑ ↔
		- 6 months - 4 hour per week		

BMC: bone mineral content, BMI: body mass index, CPP: cycling peak power, CRF: cardiorespiratory fitness, DBP: diastolic blood pressure, FM: fat mass, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment for insulin resistance, HRR: heart rate reserve, LBM: lean body mass, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, MM: muscle mass, PBF: percent body fat, RM: repetition maximum, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, VO<sub>2</sub>max: maximal oxygen consumption, WC: waist circumference, ↓: indicates decrease, ↑: indicates increase, ↔: indicates no change.

소아비만은 성인비만으로의 이환률이 높고, 소아기 대사성질환의 발병률을 증가시키는 주요 원인으로 제시되고 있다. 2005년도부터 2010년도까지 국내 소아청소년 비만실태를 분석한 선행연구를 고찰한 결과, 소아청소년의 비만 및 인슐린 저항성, 대사증후군 유병률은 지속적으로 증가하는 추세에 있다. 소아비만 유병률은 연구에 따라 다소 차이가 있으나 약 15-20%로 나타났고, 소아청소년의 비만도가 높을수록 체력수준이 낮고, 고혈압, 고지혈증, 인슐린저항성 및 심혈관질환 등 대사성질환의 위험이 높았다.

지속적으로 증가하고 있는 소아청소년의 비만과 인슐린저항성 및 대사성질환 발병의 문제가 제시되면서 비만 예방 및 건강증진을 위해 국내·외에서 다양한 중재프로그램이 이루어지고 있다. 2000년도부터 2010년도까지 이루어진 중재프로그램의 효과를 고찰한 결과, 일반적으로 운동프로그램을 중심으로 교육 및 상담으로 구성된 중재프로그램을 실시하고 있고, 중재프로그램을 통해 비만도 감소 및 체력의 향상, 대사성질환 위험요인의 개선 효과를 보고하고 있다.

### Ⅲ. 연구 설계

본 연구는 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생을 대상으로 이루어졌다. 연구 참여 대상자 선정을 위해 제주특별자치도 교육청에 협조를 요청하여 제주시 소재 초등학교에 본 연구의 필요성, 과정, 기대효과를 설명하는 공문을 작성, 배포하였고, 학교장의 승인을 받아 본 연구에 참가를 희망하는 학생의 학부모에게 학교장 이름으로 연구계획서를 보내 본 연구의 필요성, 과정, 기대효과를 설명한 후 연구 참여 동의서를 제출한 학생들을 연구 대상으로 선발하였다. 본 연구는 <연구 1>과 <연구 2>로 설계하여 이루어졌다<Figure 2>.

<연구 1>은 실태조사 연구로 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생을 대상으로 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군의 관계를 분석하고, 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도 측정방법을 사용하여 소아비만 유병률을 조사하도록 설계하였다. <연구 2>는 중재연구로 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생에게 방학기간 동안 학생의 건강증진을 위한 운동, 건강·영양교육, 상담 및 부모교육으로 구성된 중재프로그램의 참여가 체력과 인슐린저항성 및 대사증후군에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하도록 설계하였다.

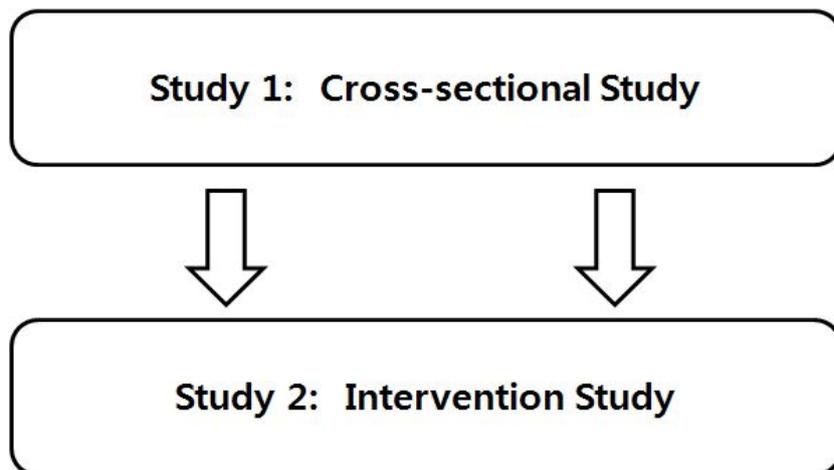


Figure 2. The study design

연구 1. 실태조사 연구

제주지역 과체중 또는 비만 초등학생의  
인슐린저항성 및 대사증후군 유병률 분석

## IV. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 제주시 소재 초등학교 4-6학년(만10-12세)을 대상으로 실시하였다.

연구대상자는 체질량지수(Body Mass Index, BMI)가 해당 연령의 85<sup>th</sup> 백분위수 이상(대한소아과학회, 1999)인 남학생 159명, 여학생 80명, 총 239명의 학생을 선정하였다. 이들 중 채혈 시 공복을 유지하지 않아 혈액분석이 이루어지지 않은 남학생 8명, 여학생 3명, 총 11명의 학생을 제외하여 최종 남학생 151명, 여학생 77명, 총 228명의 학생을 대상으로 분석이 이루어졌다. 모든 참여 학생은 자발적으로 참여를 희망하였고, 본인과 부모에 의해 작성된 참가 신청서와 동의서를 제출하였다. 연구대상자의 특성은 <Table 12>, 부모의 인구통계학적 특성은 <Table 13>과 같다.

**Table 12. Participants characteristics in the study 1**

Variable	Males (n=151)	Females (n=77)	Total (n=228)
Age (yrs)	11.13±0.85	11.18±0.82	11.15±0.84
Height (cm)	148.78±8.58	148.89±7.53	148.82±8.22
Weight (kg)	56.75±11.01	56.27±9.98	56.59±10.66
Body image (%)			
- normal	2.7	0	1.8
- over weight	74.7	68.8	72.7
- obesity	22.7	31.2	25.6
Body image change try (%)			
- lose weight	76.2	76.6	76.3
- gain weight	4.0	0	2.6
- no try	19.9	23.4	21.1
Sexual maturity (%)			
- yes	10.7	24.7	15.4

Data presented as the mean±standard deviation unless otherwise indicated.

**Table 13. Demographic characteristics of parents in the study 1**

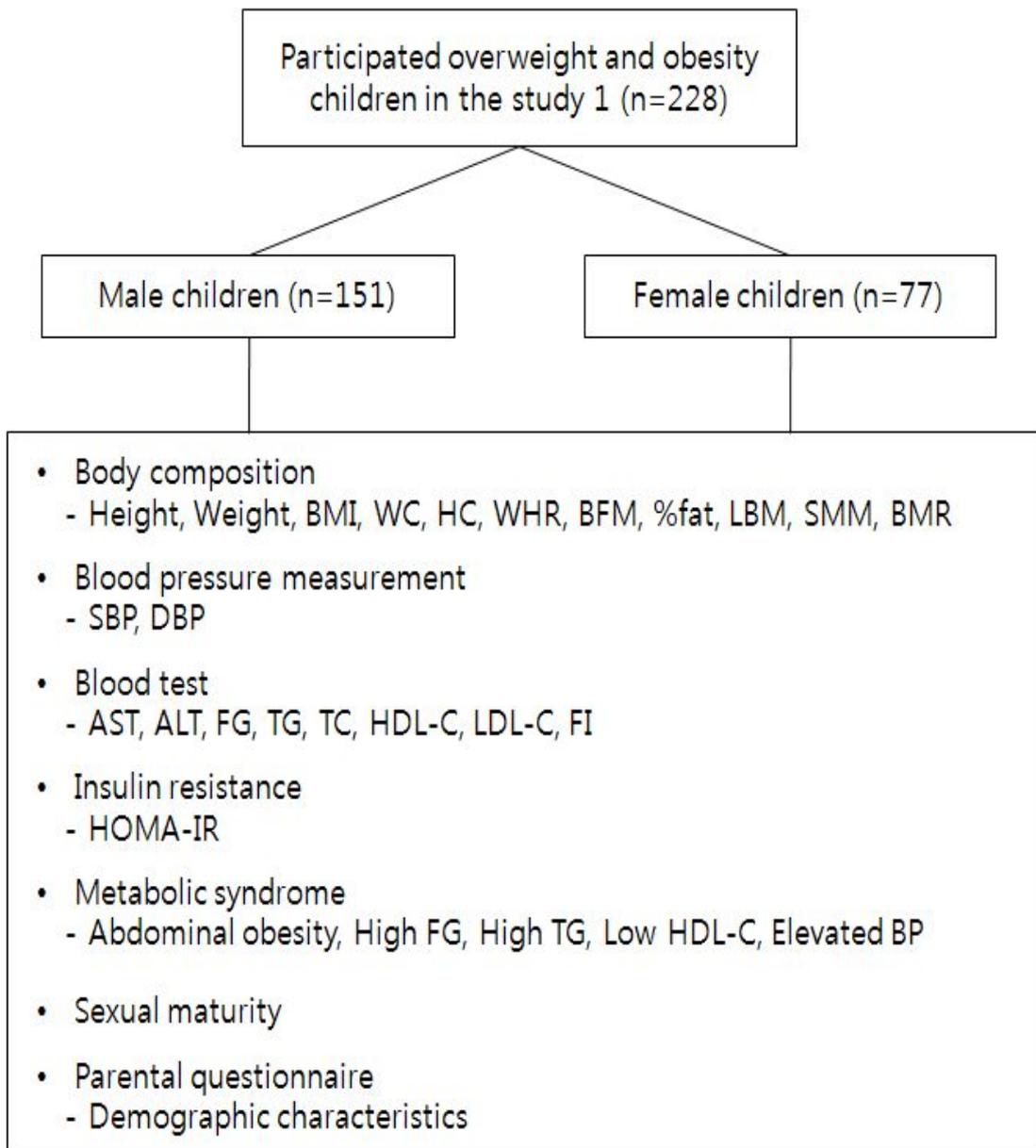
Variable	Father (n=136)	Mother (n=176)
Age (yrs)	42.49±4.30	40.38±4.05
Height (cm)	171.23±4.68	159.44±4.86
Weight (kg)	75.03±10.46	58.62±8.59
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	25.54±2.92	23.06±3.08
Education (%)		
≤ 12 years	31.6	45.7
≤ 14 years	32.4	32.6
> 14 years	33.8	18.9
Job (%)		
- Full time	87.1	42.6
- Part time	11.4	18.8
Income (%)		
> 300 million won/month	54.7	56.6
Smoking (%)		
- yes	61.0	2.8
Binge drinking* (%)		
- yes	75.0	30.9
Body image (%)		
- Underweight	10.3	7.8
- Normal	39.7	28.1
- Overweight or obesity	50.0	64.1
Body image change try (%)		
- lose weight	45.2	68.2
- gain weight	5.9	6.1
- no try	48.9	25.7

Data presented as the mean±standard deviation unless otherwise indicated.

\*1 bottle soju or 3 bottle beer.

## 2. 연구 과정

본 연구는 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생의 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군의 관계를 분석하고, 소아비만 유병률을 조사하는 실태조사 연구로 이루어졌다. 모든 대상자들은 신체구성과 혈압, 혈액 검사를 실시하였고, 대상자의 부모 설문지를 통해 인구통계학적 특성을 조사하였다<Figure 3>.



**Figure 3. The study process of study 1**

### 3. 측정항목 및 방법

#### 1) 신체구성

신장과 체중은 신발을 벗고 최대한 간편한 복장을 착용한 후 자동 측정 장비인 JENIX(동산제닉스, Korea)를 이용하여 측정하였고, 체질량지수는 측정된 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나누어 계산하였다. 허리둘레(Waist Circumference, WC)는 장골 능선과 12번 갈비뼈 사이 중간지점 경계선 사이의 가장 얇은 둘레를 팔을 편안히 내리고 정상호기에 측정하였고, 엉덩이둘레(Hip Circumference, HC)는 엉덩이 뒤쪽 가장 돌출된 부위와 치골 결합부 및 대전자 위를 연결하는 가장 두꺼운 부위를 엉덩이에 힘을 뺀 후 측정하였다. 체성분은 인피던스법을 이용한 정밀 체성분 분석기인 Inbody 720(Biospace Co., Korea)을 이용하여 골격근량(Skeletal Muscle Mass, SMM), 체지방량(Lean Body Mass, LBM), 체지방량(Body Fat Mass, BFM), 체지방률(Percent Body Fat, PBF)을 측정하였다.

#### 2) 혈압 검사

혈압은 최소 3분간 안정을 취한 상태에서 자동혈압측정기(OMRON HEM-770A, Japan)를 이용하여 좌측 상완에서 수축기혈압(Systolic Blood Pressure, SBP)과 이완기혈압(Diastolic Blood Pressure, DBP)을 측정하였다.

#### 3) 혈액 분석

모든 채혈은 12시간 이상 공복상태를 유지한 후 익일 오전 08-09시 사이에 실시하였다. 혈액채취 전 30분 정도 안정을 취하게 한 뒤 항응고제가 들어있지 않은 진공관을 이용하여 상완정맥에서 정맥 채혈을 실시하였다. 채혈 후 15분간 원심 분리한 후 혈장 성분만을 추출하여  $-80^{\circ}\text{C}$ 에 보관한 뒤 공복혈당(Fasting Glucose, FG), 중성지방(Triglyceride, TG), 총콜레스테롤(Total Cholesterol, TC), 고밀도지단백콜레스테롤(High Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C), 저밀도지단백콜레스테롤(Low Density Lipoprotein Cholesterol, LDL-C), 공복인슐린(Fasting Insulin, FI)의 농도를 검사하였다. 공복혈당은 HK법(hexokinase

method), 중성지방은 글리세롤 소거법(glycerol blanked method), 총콜레스테롤은 효소법(enzyme method), 고밀도지단백콜레스테롤은 선택용해 직접법(direct selective method)을 이용한 임상화학-면역분석기(OLYMPUS AU5400, Japan)를 사용하여 분석하였고, 저밀도지단백콜레스테롤은 Friedewald, Levy & Fredrickson(1972)의 공식( $LDL-C=TC-HDL-C-TG\div 5$ )을 이용하여 계산하였다. 공복인슐린은 화학발광면역분석(Chemiluminescent immunoassay, CLIA)을 이용한 면역분석시스템(ADVIA centaur XP, Siemens, USA)을 사용하여 분석하였다. 이러한 혈액분석은 한국건강관리협회에 의뢰하여 실시하였다.

#### 4) 인슐린저항성

인슐린저항성의 정도를 검사하기 위하여 Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance(HOMA-IR)를 이용하여 산출하였고, 산출 공식은 다음과 같다 (Matthews et al., 1985).

$$HOMA-IR = \text{fasting insulin } (\mu\text{U/mL}) \times \text{fasting glucose } (\text{mg/dL}) \div 22.5 \div 18$$

#### 5) 대사증후군

대사증후군을 정의하기 위하여 National Cholesterol Education Program (NCEP, 2001)에서 제시한 정의를 소아청소년에 맞게 변형한 Ford의 방법을 사용하여 진단 기준을 정하였다(Ford et al., 2005). 허리둘레의 백분위수는 2007년 소아청소년 표준 성장도표에서 제시한 연령별, 성별 허리둘레 백분위수를 참고하였고, 혈압의 백분위수는 연령별, 성별, 신장별 수축기 혈압 및 이완기 혈압 백분위수를 사용하였다(질병관리본부, 2007). 5가지 위험요인 중 3가지 이상의 위험요인이 해당되면 대사증후군으로 정의하였고, 진단기준은 <Table 14>와 같다.

**Table 14. Criteria for metabolic risk factors by Ford**

Metabolic risk factors	Cut-off points of each risk factor
Waist circumference	$\geq 90^{\text{th}}$ percentile (age and gender specific)
Fasting glucose	$\geq 100$ mg/dL
Triglycerides	$\geq 110$ mg/dL
High density lipoprotein cholesterol	$\leq 40$ mg/dL
Blood pressure	$\geq 90^{\text{th}}$ percentile (age and gender, height specific)
Metabolic syndrome definition: Three or more of the following	
Ford et al., 2005	

## 6) 성성숙도

성적 성숙의 정도를 판단하기 위하여 남학생은 음경과 음모의 발달 정도, 여학생은 유방과 음모의 발달 정도를 조사하였다. 또한, 남학생은 몽정, 여학생은 초경에 대한 경험이 있는지, 있다면 언제 시작했는지를 조사하여 몽정의 경험과 초경의 유무를 성성숙도의 기준으로 사용하였다(Tanner, 1962).

## 7) 부모 인구통계학적 특성

부모의 인구통계학적 특성으로 부모의 연령, 신장, 체중, 체질량지수, 교육수준, 직업유형, 가정소득, 흡연, 음주, 신체이미지 및 체중 조절을 위한 노력을 조사하였다. 부모의 연령, 신장, 체중, 교육수준, 직업유형, 가정소득, 흡연, 음주, 신체이미지 및 체중 조절을 위한 노력은 설문지를 작성하여 조사하였다. 부모의 체질량지수는 설문지를 통해 조사된 신장과 체중을 이용하여 계산하였다.

#### 4. 자료처리

본 연구를 위해 측정된 자료의 분석은 PASW(Statistical Package for Predictive Analytics Soft Ware) 18.0 통계 프로그램을 사용하여 다음과 같이 분석하였다.

- 1) 측정항목에 대해 범주형 변수(Categorical Variable)는 빈도(Frequency)로 기술하였고, 연속형 변수(Continuous Variable)는 평균(Mean)과 표준편차(Standard Deviation)를 산출하였다.
- 2) 모든 자료의 분석은 남학생과 여학생을 분리하여 실시하였고, 가설의 검증을 위한 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.
- 3) 소아비만 유병률과 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률을 분석하기 위해 Chi-square test 방법을 사용하였다.
- 4) 체질량지수, 허리둘레, 체지방률과 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 상관관계를 분석하기 위해 Pearson's correlation 방법을 사용하였다.
- 5) 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 기준 비만학생(평균 이상)과 과체중학생(평균 이하) 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 비교하기 위해 Independent t-test 방법을 사용하였다.
- 6) 성성속도를 통제한 연령, 비만도, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 차이를 비교하기 위해 Analysis of Covariance(ANCOVA) 방법을 사용하였다.
- 7) 성성속도를 통제한 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 기준 비만학생(평균 이상)의 고인슐린혈증, 인슐린저항성, 대사증후군 위험도를 분석하기 위해 Logistic regression 방법을 사용하였다.

## V. 연구 결과

### 1. 연구대상자의 신체구성 측정결과

연구대상자의 신체구성을 측정한 결과는 <Table 15>와 같다.

**Table 15. Results of body composition**

Variable	Male (n=151)	Female (n=77)	Total (n=228)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.40±2.44	25.19±2.54	25.33±2.47
WC (cm)	81.62±7.74	78.56±7.36	80.58±7.74
HC (cm)	89.18±6.70	92.54±6.62	90.31±6.85
WHR	0.92±0.05	0.85±0.05	0.89±0.06
BFM (kg)	20.97±5.28	21.91±5.38	21.29±5.32
PBF (%)	36.64±4.68	38.45±4.36	37.26±4.64
LBM (kg)	36.08±7.25	34.73±5.72	35.62±6.79
SMM (kg)	19.40±4.33	18.53±3.39	19.10±4.05

Data presented as the mean±standard deviation.

BFM: body fat mass, BMI: body mass index, HC: hip circumference, LBM: lean body mass, PBF: percent body fat, SMM: skeletal muscle mass WC: waist circumference, WHR: waist-hip ratio.

## 2. 연구대상자의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 측정결과

남·여학생의 인슐린 저항성 및 대사증후군 위험요인을 측정한 결과는 <Table 16>과 같다.

**Table 16. Results of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors**

Variable	Male (n=151)	Female (n=77)	Total (n=228)
SBP (mmHg)	119.07±13.24	115.21±12.36	117.76±13.05
DBP (mmHg)	73.27±8.84	74.51±7.71	73.69±8.48
FG (mg/dL)	88.72±7.46	85.46±6.70	87.61±7.36
TG (mg/dL)	82.72±49.99	86.86±40.28	84.12±46.87
TC (mg/dL)	177.16±28.14	168.82±25.33	174.33±27.45
HDL-C (mg/dL)	54.11±8.67	50.42±7.23	52.76±8.38
LDL-C (mg/dL)	105.82±25.02	101.08±23.04	104.21±24.42
FI (μU/mL)	21.97±24.03	22.83±18.88	22.26±22.38
HOMA-IR	5.02±6.11	5.02±5.15	5.01±5.79

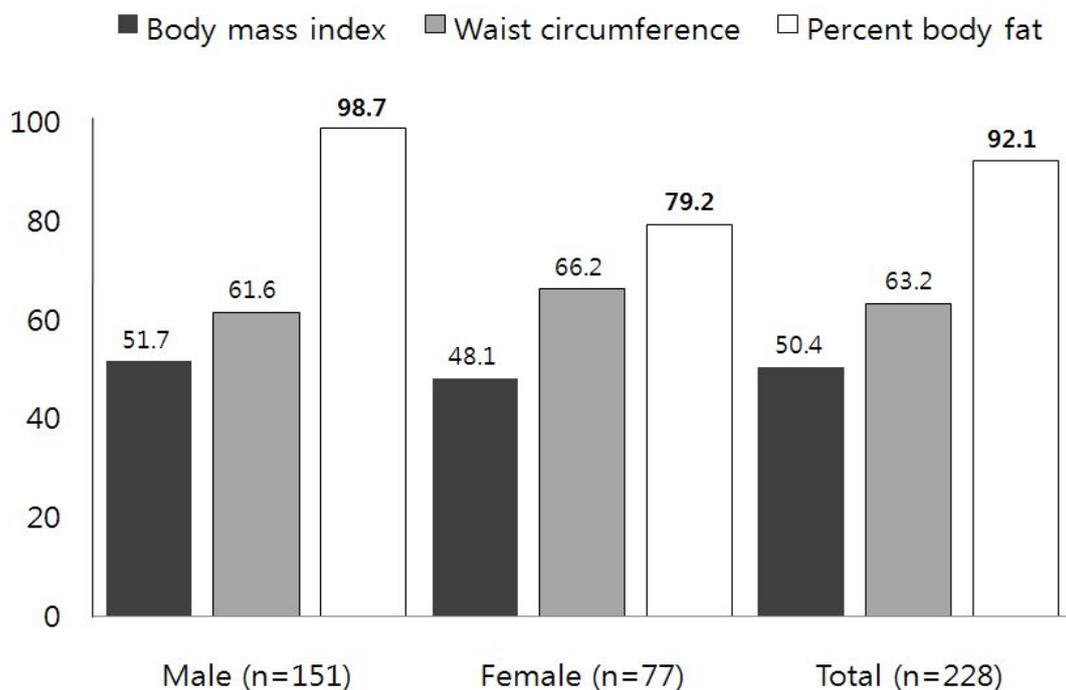
Data presented as the mean±standard deviation.

DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

### 3. 소아비만 유병률

체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도 측정방법을 사용하여 소아비만 유병률을 분석한 결과는 <Figure 4>와 같다. 비만도 측정방법에 따른 비만의 진단은 체질량지수 기준 남·여학생 모두  $25 \text{ kg/m}^2$  이상, 허리둘레 기준 남학생 80 cm 이상, 여학생 75 cm 이상, 체지방률 기준 남학생 25% 이상, 여학생 35% 이상으로 정의하였다. 분석 결과, 체지방률, 허리둘레, 체질량지수 순으로 비만 유병률이 높게 나타났고, 체질량지수 기준 50.4%, 허리둘레 기준 63.2%, 체지방률 기준 92.1%의 학생이 비만으로 나타났다.

비만 유병률을 성별로 구분하여 분석한 결과, 남학생은 체질량지수 기준 51.7%, 허리둘레 기준 61.6%, 체지방률 기준 98.7%가 비만으로 나타났고, 여학생은 체질량지수 기준 48.1%, 허리둘레 기준 66.2%, 체지방률 기준 79.2%가 비만으로 나타났다.



**Figure 4. Prevalence of childhood obesity (%)**

#### 4. 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 상관관계

##### 1) 남학생의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률과 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 상관관계 분석

남학생의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률과 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 상관관계를 분석한 결과는 <Table 17>과 같다. 분석 결과, 체질량지수와 허리둘레는 수축기혈압, 이완기혈압, 공복혈당, 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤, 공복인슐린 및 인슐린저항성과 유의한 양의 상관관계가 나타났고, 체지방률은 이완기혈압, 중성지방, 총콜레스테롤, 저밀도지단백콜레스테롤, 공복인슐린 및 인슐린저항성과 유의한 양의 상관관계가 나타났다.

##### 2) 여학생의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률과 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 상관관계 분석

여학생의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률과 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 상관관계를 분석한 결과는 <Table 18>과 같다. 분석 결과, 체질량지수와 허리둘레는 수축기혈압, 중성지방, 공복인슐린과 유의한 양의 상관관계가 나타났고, 체지방률은 이완기혈압, 중성지방과 유의한 양의 상관관계가 나타났다.

**Table 17. Correlation between BMI, WC, PBF and insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in male children**

<b>Correlation R P-value</b>	<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>WC (cm)</b>	<b>PBF (%)</b>
SBP (mmHg)	.305 <b>&lt;.001</b>	.341 <b>&lt;.001</b>	-.099 .230
DBP (mmHg)	.474 <b>&lt;.001</b>	.443 <b>&lt;.001</b>	.178 <b>.030</b>
FG (mg/dL)	.289 <b>&lt;.001</b>	.219 <b>.008</b>	.054 .520
TG (mg/dL)	.204 <b>.014</b>	.180 <b>.031</b>	.183 <b>.028</b>
TC (mg/dL)	-.071 .400	-.160 .056	.275 <b>.001</b>
HDL-C (mg/dL)	.187 <b>.025</b>	.246 <b>.003</b>	-.059 .482
LDL-C (mg/dL)	-.114 .175	-.151 .070	.200 <b>.017</b>
FI (μU/mL)	.417 <b>&lt;.001</b>	.364 <b>&lt;.001</b>	.165 <b>.049</b>
HOMA-IR	.419 <b>&lt;.001</b>	.356 <b>&lt;.001</b>	.191 <b>.023</b>

DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

**Table 18. Correlation between BMI, WC, PBF and insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in female children**

Correlation R P-value	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	WC (cm)	PBF (%)
SBP (mmHg)	.287 <b>.011</b>	.302 <b>.008</b>	.043 .712
DBP (mmHg)	.204 .075	.217 .058	.235 <b>.039</b>
FG (mg/dL)	.145 .218	.116 .324	-.148 .207
TG (mg/dL)	.281 <b>.015</b>	.254 <b>.029</b>	.237 <b>.042</b>
TC (mg/dL)	.046 .694	.051 .668	.219 .061
HDL-C (mg/dL)	.196 .094	.188 .109	.215 .066
LDL-C (mg/dL)	.017 .883	.028 .811	.228 .051
FI (μU/mL)	.250 <b>.031</b>	.229 <b>.050</b>	-.119 .313
HOMA-IR	.201 .086	.183 .119	-.148 .208

DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

## 5. 비만도에 따른 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인

### 1) 남학생의 체질량지수 기준 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 분석

남학생의 체질량지수 기준 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 분석한 결과는 <Table 19>와 같다. 분석 결과, 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상인 비만학생이 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 미만인 과체중학생에 비해 수축기혈압, 이완기혈압, 공복혈당, 중성지방, 공복인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 높게 나타났고, 고밀도지단백콜레스테롤이 유의하게 낮게 나타났다.

**Table 19. Comparison between BMI of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in male children**

Variable	BMI < 25 kg/m <sup>2</sup> (n=73)	BMI ≥ 25 kg/m <sup>2</sup> (n=78)	t	p
SBP (mmHg)	114.88±10.20	122.99±14.56	-3.984	<b>&lt;.001</b>
DBP (mmHg)	69.99±6.88	76.35±9.40	-4.766	<b>&lt;.001</b>
FG (mg/dL)	86.77±6.65	90.57±7.75	-3.145	<b>.002</b>
TG (mg/dL)	73.73±54.68	91.22±43.80	-2.124	<b>.035</b>
TC (mg/dL)	178.63±27.35	175.77±28.99	.608	.544
HDL-C (mg/dL)	56.04±8.90	52.28±8.08	2.655	<b>.009</b>
LDL-C (mg/dL)	107.83±23.33	103.92±26.53	.937	.350
FI (μU/mL)	13.07±8.24	30.39±30.32	-4.734	<b>&lt;.001</b>
HOMA-IR	2.86±1.92	7.06±7.81	-4.477	<b>&lt;.001</b>

Data presented as the mean±standard deviation.

DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

## 2) 남학생의 허리둘레 기준 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 분석

남학생의 허리둘레 기준 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 분석한 결과는 <Table 20>과 같다. 분석 결과, 허리둘레 80 cm 이상인 비만학생이 허리둘레 80 cm 미만인 과체중학생에 비해 수축기혈압, 이완기혈압, 공복인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 높게 나타났고, 총콜레스테롤, 고밀도지단백콜레스테롤이 유의하게 낮게 나타났다.

**Table 20. Comparison between WC of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in male children**

Variable	WC < 80 cm (n=58)	WC ≥ 80 cm (n=93)	t	p
SBP (mmHg)	115.00±10.85	121.60±14.00	-3.245	<b>.001</b>
DBP (mmHg)	69.72±7.14	75.48±9.11	-4.091	<b>&lt;.001</b>
FG (mg/dL)	87.28±7.16	89.67±7.54	-1.893	.060
TG (mg/dL)	77.37±57.31	86.22±44.55	-1.039	.300
TC (mg/dL)	184.03±27.87	172.65±27.55	2.413	<b>.017</b>
HDL-C (mg/dL)	56.49±9.17	52.55±8.00	2.726	<b>.007</b>
LDL-C (mg/dL)	110.31±25.89	102.87±24.13	1.758	.081
FI (μU/mL)	13.17±9.00	27.74±28.68	-4.416	<b>&lt;.001</b>
HOMA-IR	2.93±2.12	6.39±7.37	-4.127	<b>&lt;.001</b>

Data presented as the mean±standard deviation.

DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

### 3) 남학생의 평균 체지방률 기준 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 분석

남학생의 평균 체지방률(36.64%) 기준에 따른 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 분석한 결과는 <Table 21>과 같다. 분석 결과, 평균 체지방률 이상인 학생이 평균 체지방률 미만인 학생에 비해 이완기혈압, 중성지방, 총콜레스테롤, 공복인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 높게 나타났다.

**Table 21. Comparison between PBF of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in male children**

Variable	PBF < 36.64 % (n=70)	PBF ≥ 36.64 % (n=81)	<i>t</i>	<i>p</i>
SBP (mmHg)	119.26±14.11	118.55±12.23	.328	.743
DBP (mmHg)	71.65±8.75	74.48±8.69	-1.981	<b>.049</b>
FG (mg/dL)	88.54±6.70	88.96±8.13	-.337	.737
TG (mg/dL)	73.04±41.56	91.34±55.54	-2.206	<b>.029</b>
TC (mg/dL)	170.79±28.43	182.46±26.95	-2.518	<b>.013</b>
HDL-C (mg/dL)	54.66±10.01	53.68±7.38	.654	.514
LDL-C (mg/dL)	101.54±24.61	109.20±24.91	-1.845	.067
FI (μU/mL)	17.76±15.64	25.76±29.24	-2.071	<b>.041</b>
HOMA-IR	3.91±3.29	6.02±7.72	-2.166	<b>.033</b>

Data presented as the mean±standard deviation.

DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

#### 4) 여학생의 체질량지수 기준 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 분석

여학생의 체질량지수 기준 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 분석한 결과는 <Table 22>와 같다. 분석 결과, 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상인 비만학생이 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 미만인 과체중학생에 비해 중성지방이 유의하게 높게 나타났다.

**Table 22. Comparison between BMI of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in female children**

Variable	BMI < 25 kg/m <sup>2</sup> (n=40)	BMI ≥ 25 kg/m <sup>2</sup> (n=37)	t	p
SBP (mmHg)	112.92±12.56	117.67±11.81	-1.707	.092
DBP (mmHg)	73.55±7.94	75.54±7.41	-1.135	.260
FG (mg/dL)	84.53±7.29	86.44±5.95	-1.235	.221
TG (mg/dL)	73.47±35.04	101.00±41.05	-3.108	<b>.003</b>
TC (mg/dL)	166.84±25.54	170.92±25.29	-.689	.493
HDL-C (mg/dL)	51.81±7.52	48.94±6.71	1.730	.088
LDL-C (mg/dL)	100.34±22.71	101.86±23.68	-.282	.779
FI (μU/mL)	20.60±22.56	25.18±13.93	-1.044	.300
HOMA-IR	4.62±6.55	5.44±3.11	-.683	.497

Data presented as the mean±standard deviation.

DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

5) 여학생의 허리둘레 기준 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 분석

여학생의 허리둘레 기준 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 분석한 결과는 <Table 23>과 같다. 분석 결과, 허리둘레 75 cm 이상인 비만학생과 허리둘레 75 cm 미만인 과체중학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

**Table 23. Comparison between WC of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in female children**

Variable	WC < 75 cm (n=26)	WC ≥ 75 cm (n=51)	<i>t</i>	<i>p</i>
SBP (mmHg)	112.31±13.38	116.69±11.66	-1.482	.143
DBP (mmHg)	73.35±9.49	75.10±6.64	-.943	.349
FG (mg/dL)	83.96±4.46	86.18±7.48	-1.343	.184
TG (mg/dL)	74.92±37.56	92.60±40.63	-1.795	.077
TC (mg/dL)	169.75±26.05	168.38±25.23	.216	.829
HDL-C (mg/dL)	52.75±7.08	49.30±7.10	1.957	.054
LDL-C (mg/dL)	102.08±23.48	100.60±23.06	.258	.797
FI (μU/mL)	16.78±10.68	25.73±21.23	-1.945	.056
HOMA-IR	3.49±2.22	5.75±5.96	-1.789	.078

Data presented as the mean±standard deviation.

DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

6) 여학생의 평균 체지방률 기준 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 분석

여학생의 평균 체지방률(38.45%) 기준에 따른 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 분석한 결과는 <Table 24>와 같다. 분석 결과, 평균 체지방률 이상인 학생과 평균 체지방률 미만인 학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

**Table 24. Comparison between PBF of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in female children**

Variable	PBF < 38.45 % (n=39)	PBF ≥ 38.45 % (n=38)	t	p
SBP (mmHg)	114.54±12.23	115.89±12.61	-.479	.633
DBP (mmHg)	73.20±7.24	75.84±8.03	-1.514	.134
FG (mg/dL)	86.00±7.59	84.82±5.73	.692	.491
TG (mg/dL)	81.51±45.82	92.22±33.63	-1.145	.256
TC (mg/dL)	166.43±24.31	171.22±26.42	-.810	.420
HDL-C (mg/dL)	51.59±7.31	49.24±7.06	1.407	.164
LDL-C (mg/dL)	98.51±22.68	103.65±23.42	-.958	.341
FI (μU/mL)	23.52±22.67	22.14±14.41	.313	.755
HOMA-IR	5.31±6.59	4.72±3.19	.496	.622

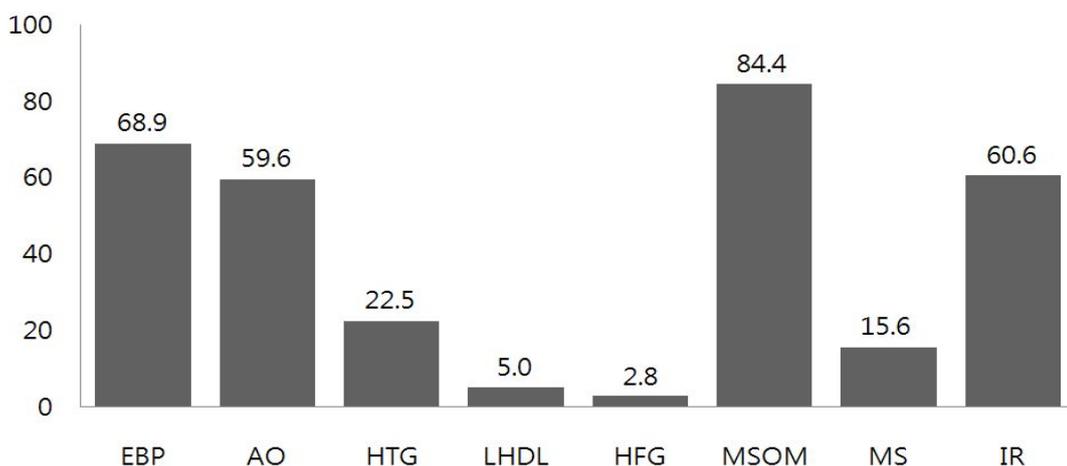
Data presented as the mean±standard deviation.

DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

## 6. 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률

인슐린저항성 및 대사증후군 유병률을 분석한 결과는 <Figure 5>, <Table 25>와 같다. 인슐린저항성은 3 HOMA-IR 이상을 기준으로 정의하였고, 대사증후군은 Ford et al.(2005)이 제시하고 있는 소아청소년 대사증후군 진단기준을 사용하여 정의하였다. 분석 결과, 84.4%의 학생이 대사증후군 위험요인이 1가지 이상인 것으로 나타났고, 15.6%의 학생이 대사증후군으로 나타났다. 60.6%의 학생이 인슐린저항성으로 나타났다.

인슐린저항성 및 대사증후군 유병률을 성별로 구분하여 분석한 결과, 남학생은 80.6%의 학생이 대사증후군 위험요인이 1가지 이상으로 나타났고, 13.9%의 학생이 대사증후군으로 나타났다. 57.6%의 학생이 인슐린저항성으로 나타났다. 또한, 여학생은 91.9%의 학생이 대사증후군 위험요인이 1가지 이상으로 나타났고, 18.9%의 학생이 대사증후군으로 나타났다. 66.2%의 학생이 인슐린저항성으로 나타났다. 각각의 대사증후군 위험요인은 남·여학생 모두 고혈압, 복부비만, 고중성지방혈증, 저고밀도지단백콜레스테롤혈증, 공복혈당장애 순으로 유병률이 높게 나타났다.



AO: abdominal obesity, EBP: elevated blood pressure, HFG: high fasting glucose, HTG: high triglycerides, IR: insulin resistance, LHDL: low high density lipoprotein cholesterol, MS: Metabolic syndrome, MSOM: metabolic syndrome risk factors one or more.

**Figure 5. Prevalence of insulin resistance and metabolic syndrome (%)**

**Table 25. Prevalence of insulin resistance and metabolic syndrome abnormalities (%)**

<b>Metabolic syndrome risk factors (Cut-off points)</b>	<b>Male (n=151)</b>	<b>Female (n=77)</b>
Elevated blood pressure BP $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile	<b>64.9</b>	<b>76.6</b>
Abdominal obesity WC $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile	<b>56.3</b>	<b>66.2</b>
High triglycerides TG $\geq$ 110 mg/dL	<b>18.8</b>	<b>29.7</b>
Low HDL-C HDL-C $\leq$ 40 mg/dL	<b>4.9</b>	<b>5.4</b>
High fasting glucose FG $\geq$ 100 mg/dL	<b>3.5</b>	<b>1.4</b>
<hr/>		
Prevalence of metabolic syndrome		
MSRF One or more	<b>80.6</b>	<b>91.9</b>
Metabolic syndrome	<b>13.9</b>	<b>18.9</b>
<hr/>		
Insulin resistance HOMA-IR < 3	<b>57.6</b>	<b>66.2</b>

HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, MSRF: metabolic syndrome risk factors.

## 7. 성성속도에 따른 비만도, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인

### 1) 남학생의 성성속도에 따른 연령, 비만도, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 분석

남학생의 성성속도(몽정 경험)에 따른 연령, 비만도, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 분석한 결과는 <Table 26>과 같다. 분석 결과, 몽정을 경험한 학생과 몽정을 경험하지 않은 학생 간 연령, 비만도, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

### 2) 여학생의 성성속도에 따른 연령, 비만도, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 분석

여학생의 성성속도(초경 경험)에 따른 연령, 비만도, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 분석한 결과는 <Table 27>과 같다. 분석 결과, 초경을 경험한 학생이 초경을 경험하지 않은 학생에 비해 연령과 체질량지수가 유의하게 높게 나타났고, 저밀도지단백콜레스테롤이 유의하게 낮게 나타났다.

**Table 26. Comparison between sexual maturity of age, BMI, WC, PBF and insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in male children**

Variable	Maturity sexual (n=16)	Immature sexual (n=135)	F	p
Age (yrs)	11.12±0.92	11.12±0.85	-.013	.990
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.90±2.97	25.45±2.39	-.858	.392
WC (cm)	81.16±7.64	81.61±7.77	-.219	.827
PBF (%)	36.49±4.95	36.62±4.65	-.105	.917
SBP (mmHg)	118.00±15.28	119.24±13.08	-.352	.726
DBP (mmHg)	71.87±7.67	73.47±9.01	-.679	.498
FG (mg/dL)	89.44±8.64	88.56±7.31	.443	.658
TG (mg/dL)	67.12±44.06	84.90±50.63	-1.341	.182
TC (mg/dL)	177.00±26.55	177.20±28.54	-.026	.979
HDL-C (mg/dL)	55.19±8.12	54.00±8.79	.513	.608
LDL-C (mg/dL)	108.56±25.97	105.42±25.07	.471	.638
FI (μU/mL)	28.49±44.01	21.09±20.45	.664	.516
HOMA-IR	6.98±12.33	4.75±4.87	.716	.485

Data presented as the mean±standard deviation.

BMI: body mass index, DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, PBF: percent body fat, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, WC: waist circumference.

**Table 27. Comparison between sexual maturity of age, BMI, WC, PBF and insulin resistance and metabolic syndrome risk factors in female children**

Variable	Maturity sexual (n=19)	Immature sexual (n=57)	F	p
Age (yrs)	11.96±0.63	10.94±0.71	5.570	<b>&lt;.001</b>
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.43±2.81	24.83±2.30	2.477	<b>.016</b>
WC (cm)	80.49±7.30	78.12±7.24	1.223	.222
PBF (%)	37.66±5.62	38.71±3.92	-.898	.372
SBP (mmHg)	117.63±13.11	114.46±12.21	.964	.338
DBP (mmHg)	74.68±7.45	74.44±7.92	.119	.906
FG (mg/dL)	87.05±9.54	85.07±5.48	1.093	.278
TG (mg/dL)	96.11±34.17	84.49±42.04	1.062	.292
TC (mg/dL)	159.61±28.34	171.64±23.99	-1.764	.082
HDL-C (mg/dL)	49.00±7.11	50.82±7.33	-.920	.361
LDL-C (mg/dL)	91.44±27.52	103.96±20.88	-2.036	<b>.046</b>
FI (μU/mL)	29.44±31.32	20.82±12.36	1.139	.269
HOMA-IR	6.95±9.27	4.42±2.66	1.140	.269

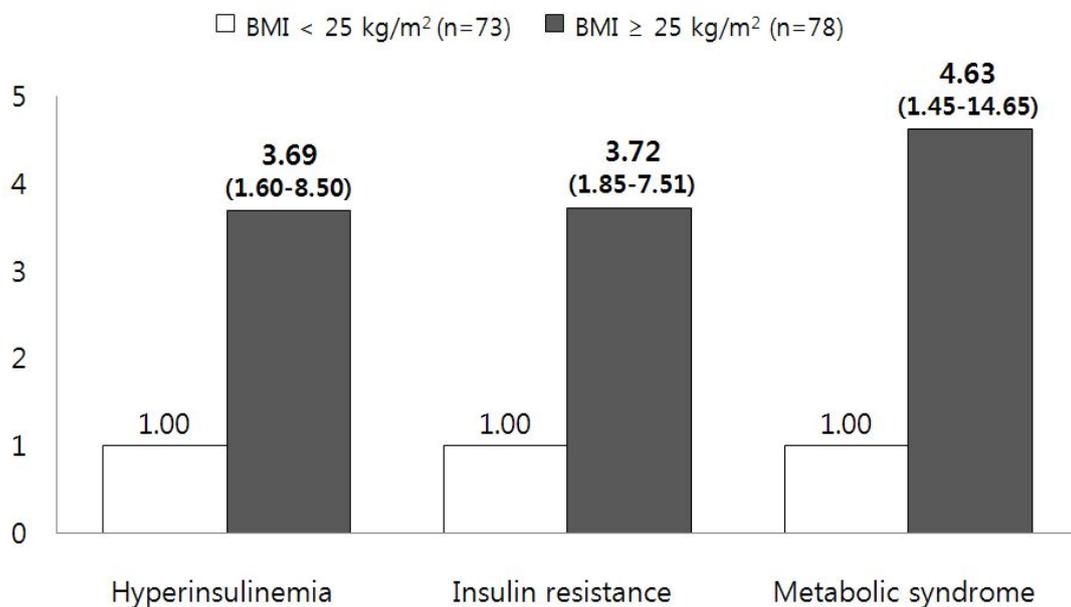
Data presented as the mean±standard deviation.

BMI: body mass index, DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, PBF: percent body fat, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, WC: waist circumference.

## 8. 성성속도를 통제 한 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 기준 비만 학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도

### 1) 성성속도를 통제 한 남학생의 체질량지수 기준 비만학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도

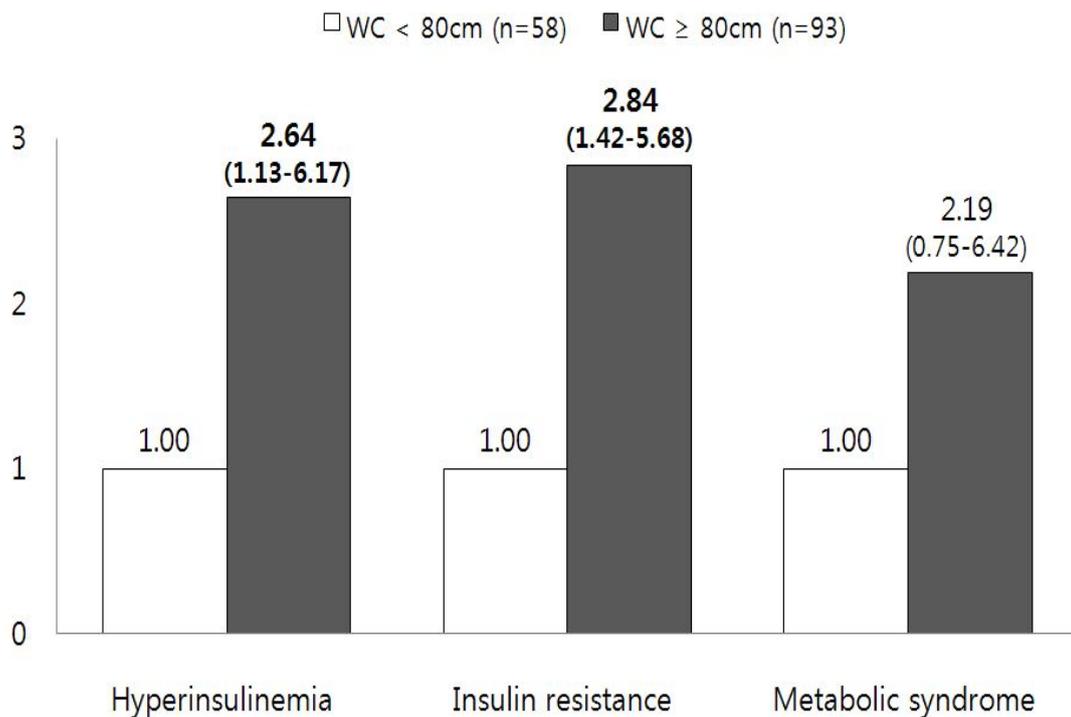
성성속도를 통제한 후 남학생의 체질량지수 기준 비만학생의 고인슐린혈증, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도를 분석한 결과는 <Figure 6>과 같다. 고인슐린혈증은 공복 인슐린 수치가 25  $\mu\text{U}/\text{mL}$  이상을 기준으로 정의하였고, 인슐린저항성은 3 HOMA-IR 이상을 기준으로 정의하였다. 대사증후군은 Ford et al.(2005)의 소아청소년 대사증후군 진단기준을 사용하여 정의하였다. 분석 결과, 체질량지수 25  $\text{kg}/\text{m}^2$  이상인 비만학생이 체질량지수 25  $\text{kg}/\text{m}^2$  미만인 과체중학생에 비해 고인슐린혈증 위험이 3.69배, 인슐린저항성 위험이 3.72배, 대사증후군 위험이 4.63배 유의하게 높게 나타났다.



**Figure 6. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a BMI with sexual maturity control in male children**

## 2) 성성숙도를 통제 한 남학생의 허리둘레 기준 비만학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도

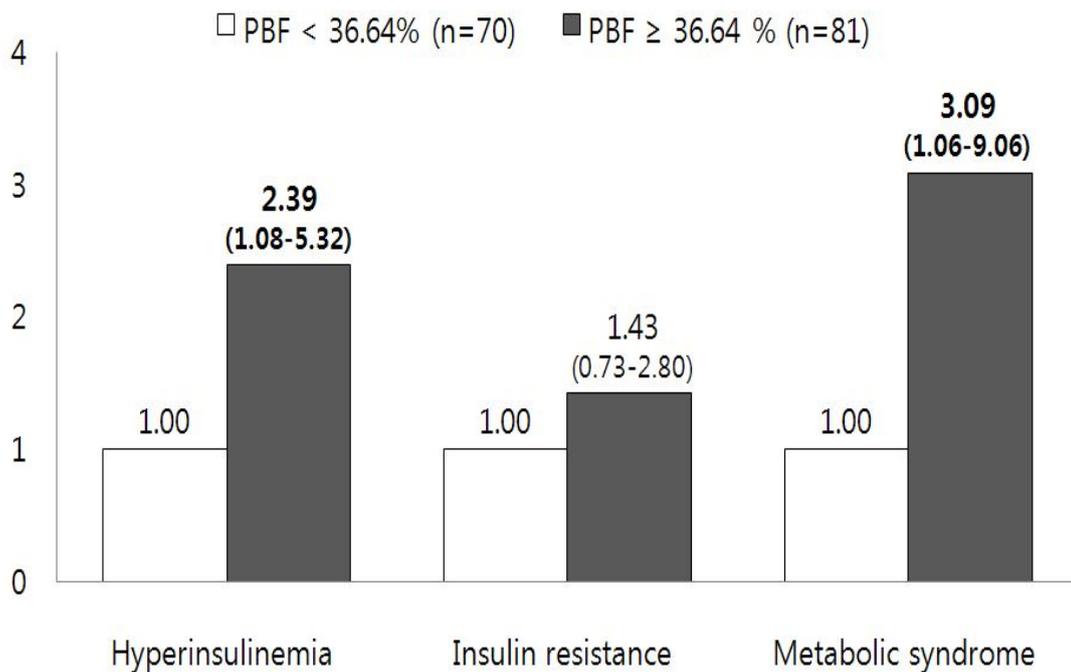
성성숙도를 통제한 후 남학생의 허리둘레 기준 비만학생의 고인슐린혈증, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도를 분석한 결과는 <Figure 7>과 같다. 고인슐린혈증은 공복 인슐린 수치가 25  $\mu\text{U}/\text{mL}$  이상을 기준으로 정의하였고, 인슐린저항성은 3 HOMA-IR 이상을 기준으로 정의하였다. 대사증후군은 Ford et al.(2005)의 소아청소년 대사증후군 진단기준을 사용하여 정의하였다. 분석 결과, 허리둘레 80 cm 이상인 비만학생이 허리둘레 80 cm 미만인 과체중학생에 비해 고인슐린혈증 위험이 2.64배, 인슐린저항성 위험이 2.84배 유의하게 높게 나타났다.



**Figure 7. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a WC with sexual maturity control in male children**

### 3) 성성숙도를 통제 한 남학생의 평균 체지방률 기준에 따른 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도

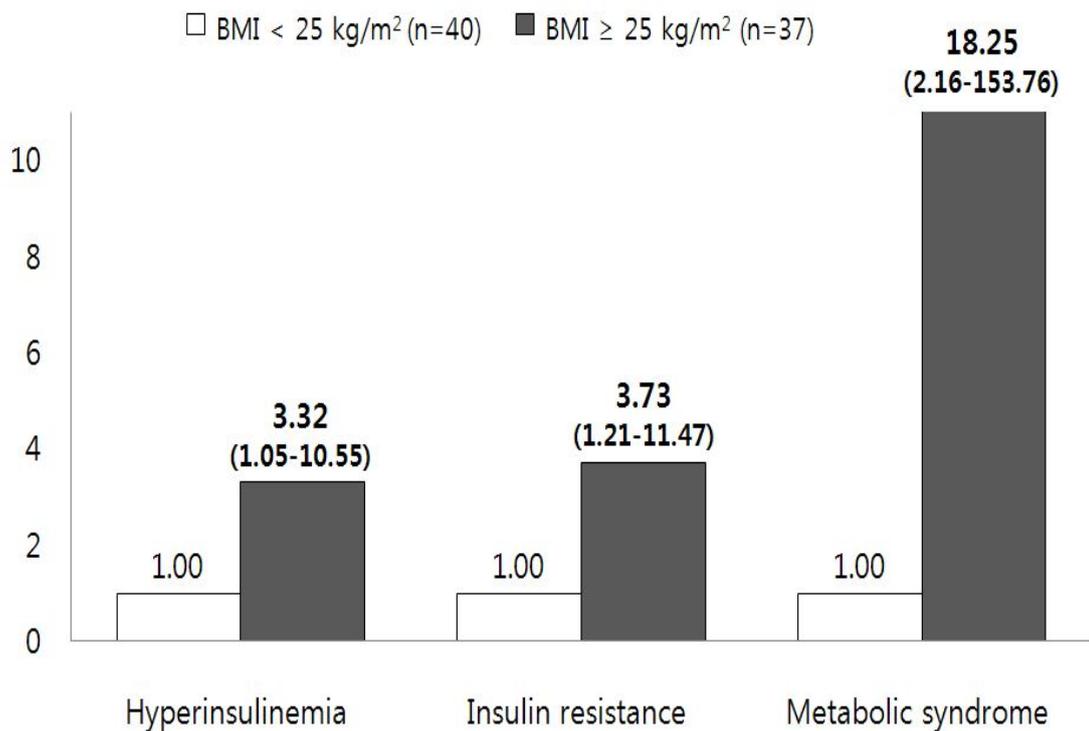
성성숙도를 통제한 후 남학생의 평균 체지방률(36.64%) 기준에 따른 고인슐린혈증, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도를 분석한 결과는 <Figure 8>과 같다. 고인슐린혈증은 공복 인슐린 수치가 25  $\mu$ U/mL 이상을 기준으로 정의하였고, 인슐린저항성은 3 HOMA-IR 이상을 기준으로 정의하였다. 대사증후군은 Ford et al.(2005)의 소아청소년 대사증후군 진단기준을 사용하여 정의하였다. 분석 결과, 평균 체지방률 이상인 학생이 평균 체지방률 미만인 학생에 비해 고인슐린혈증 위험이 2.39배, 대사증후군 위험이 3.09배 유의하게 높게 나타났다.



**Figure 8. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a PBF with sexual maturity control in male children**

#### 4) 성성숙도를 통제 한 여학생의 체질량지수 기준 비만학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도

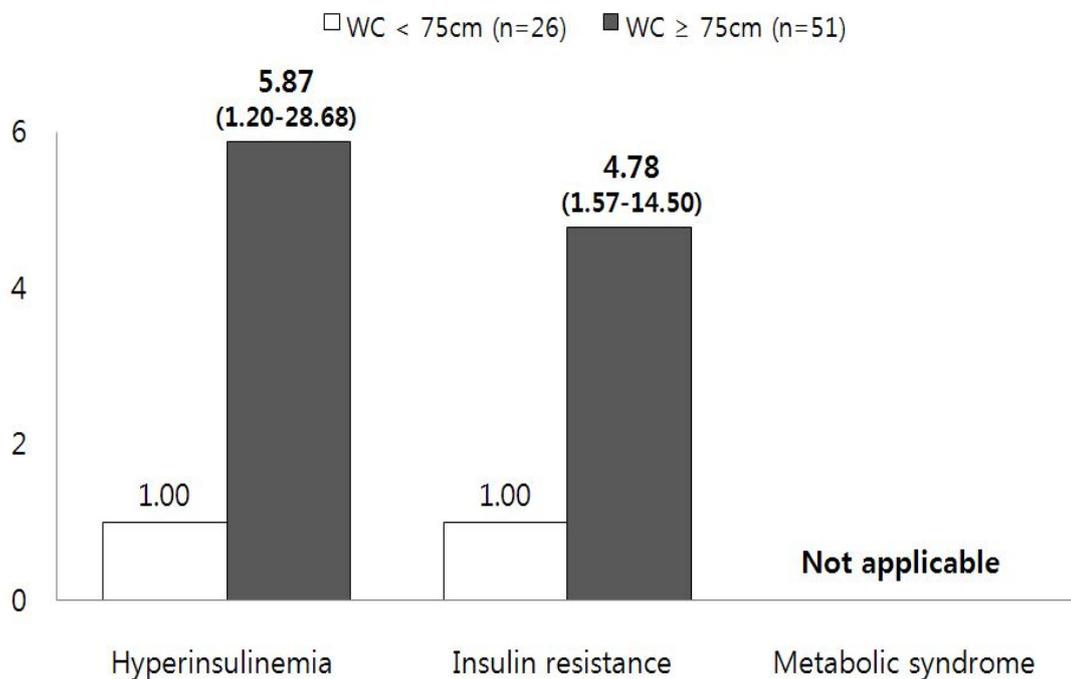
성성숙도를 통제한 후 여학생의 체질량지수 기준 비만학생의 고인슐린혈증, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도를 분석한 결과는 <Figure 9>와 같다. 고인슐린혈증은 공복 인슐린 수치가 25  $\mu\text{U}/\text{mL}$  이상을 기준으로 정의하였고, 인슐린저항성은 3 HOMA-IR 이상을 기준으로 정의하였다. 대사증후군은 Ford et al.(2005)의 소아청소년 대사증후군 진단기준을 사용하여 정의하였다. 분석 결과, 체질량지수 25  $\text{kg}/\text{m}^2$  이상인 비만학생이 체질량지수 25  $\text{kg}/\text{m}^2$  미만인 과체중학생에 비해 고인슐린혈증 위험이 3.32배, 인슐린저항성 위험이 3.73배, 대사증후군 위험이 18.25배 유의하게 높게 나타났다.



**Figure 9. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a BMI with sexual maturity control in female children**

5) 성성숙도를 통제 한 여학생의 허리둘레 기준 비만학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도

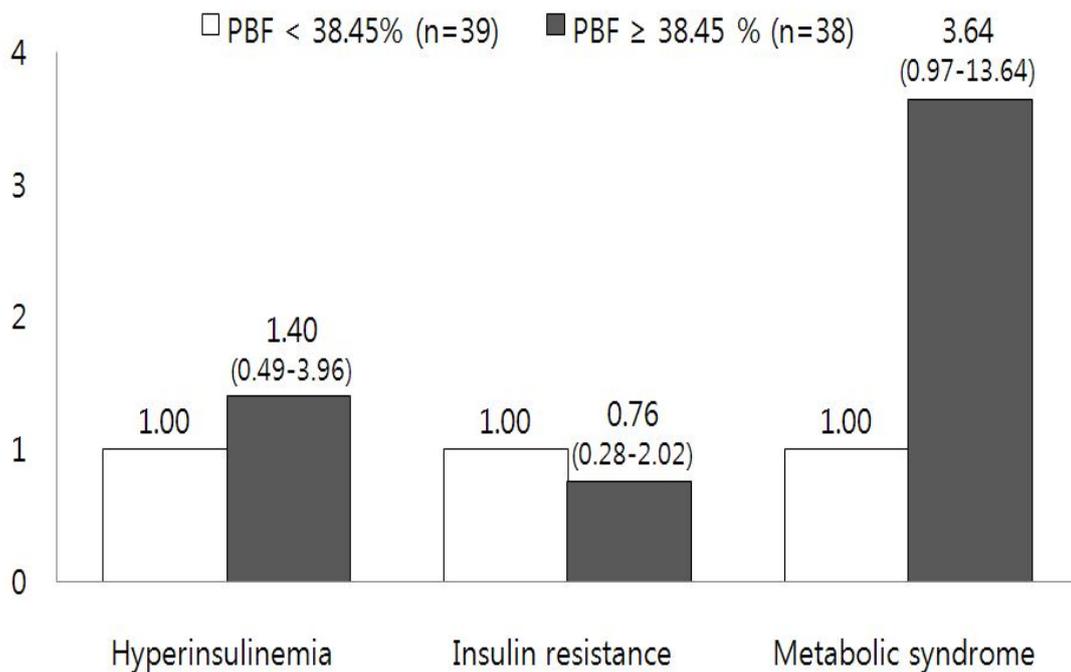
성성숙도를 통제한 후 여학생의 허리둘레 기준 비만학생의 고인슐린혈증, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도를 분석한 결과는 <Figure 10>과 같다. 고인슐린혈증은 공복 인슐린 수치가 25  $\mu\text{U}/\text{mL}$  이상을 기준으로 정의하였고, 인슐린저항성은 3 HOMA-IR 이상을 기준으로 정의하였다. 대사증후군은 Ford et al.(2005)의 소아청소년 대사증후군 진단기준을 사용하여 정의하였다. 분석 결과, 허리둘레 75 cm 이상인 비만학생이 허리둘레 75 cm 미만인 과체중학생에 비해 고인슐린혈증 위험이 5.87배, 인슐린저항성 위험이 4.78배 유의하게 높게 나타났다. 한편, 허리둘레 75 cm 미만인 학생에게서 대사증후군으로 진단된 학생이 없어 허리둘레 기준 과체중 학생과 비만학생 간 대사증후군 위험도는 통계적으로 산출되지 않았다.



**Figure 10. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a WC with sexual maturity control in female children**

6) 성성숙도를 통제 한 여학생의 평균 체지방률 기준에 따른 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도

성성숙도를 통제한 후 여학생의 평균 체지방률(38.45%) 기준에 따른 고인슐린혈증, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도를 분석한 결과는 <Figure 11>과 같다. 고인슐린혈증은 공복 인슐린 수치가 25  $\mu$ U/mL 이상을 기준으로 정의하였고, 인슐린저항성은 3 HOMA-IR 이상을 기준으로 정의하였다. 대사증후군은 Ford et al.(2005)의 소아청소년 대사증후군 진단기준을 사용하여 정의하였다. 분석 결과, 평균 체지방률 이상인 학생과 평균 체지방률 미만인 학생 간 고인슐린혈증, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.



**Figure 11. Relative risk of being hyperinsulinemia, insulin resistance, metabolic syndrome across a PBF with sexual maturity control in female children**

연구 2. 중재연구

건강증진 프로그램이 과체중 또는 비만  
초등학생의 체력, 인슐린저항성 및  
대사증후군에 미치는 영향

## VI. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 제주도 소재 초등학교 4-6학년(만10-12세)을 대상으로 실시하였다.

연구대상자는 체질량지수(Body Mass Index, BMI)가 해당 연령의 85<sup>th</sup> 백분위수 이상(대한소아과학회, 1999)이면서 다른 중재프로그램에 참여하고 있지 않은 과체중 또는 비만학생 30명과 체질량지수가 해당 연령의 85<sup>th</sup> 백분위수 미만인 정상체중 학생 15명, 총 45명의 학생을 선정하여 중재군과 정상체중군으로 구성하였다. 중재군은 프로그램 수행 중도 포기 학생 3명과 사후 채혈 시 공복을 유지하지 않아 혈액분석이 이루어지지 않은 학생 4명, 총 7명의 결원이 발생하여 최종 23명의 학생을 대상으로 최종 분석이 이루어졌다. 모든 참여 학생은 특별한 운동 경험이 없고 본 연구에 자발적으로 참여를 희망하였으며, 본인과 부모에 의해 작성된 참가 신청서와 동의서를 제출하였다. 연구 대상자의 특성은 <Table 28>과 같다.

### 2. 연구 과정

본 연구는 방학 중재프로그램의 참여가 과체중 또는 비만 초등학생의 체력과 인슐린저항성 및 대사증후군에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하는 중재연구로 이루어졌다. 모든 대상자들은 사전검사로 신체구성과 체력, 혈압 및 혈액 검사를 실시하였고, 중재군은 중재프로그램 참여 후 사후검사로 신체구성과 체력, 혈압 및 혈액 검사를 재실시하여 중재프로그램 참여 전·후의 변화와 정상체중군과의 차이를 비교 분석하였다<Figure 12>.

**Table 28. Participants characteristics in the study 2**

<b>Variable</b>	<b>Intervention group (n=30)</b>	<b>Normalweight group (n=15)</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
Age (yrs)	10.93±0.86	10.80±0.90	.472	.639
Height (cm)	148.49±5.90	144.53±8.76	1.801	.079
Weight (kg)	56.97±8.90	35.45±6.00	8.427	<b>&lt;.001</b>
Body image (%)				
- normal	0	86.7		
- over weight	59.3	13.3	34.257	<b>&lt;.001</b>
- obesity	40.7	0		
Body image change try (%)				
- lose weight	55.6	20.0		
- gain weight	7.4	13.3	4.978	.083
- no try	37.0	66.7		
Sexual maturity (%)				
- yes	11.1	0	1.795	.180

Data presented as the mean±standard deviation unless otherwise indicated.

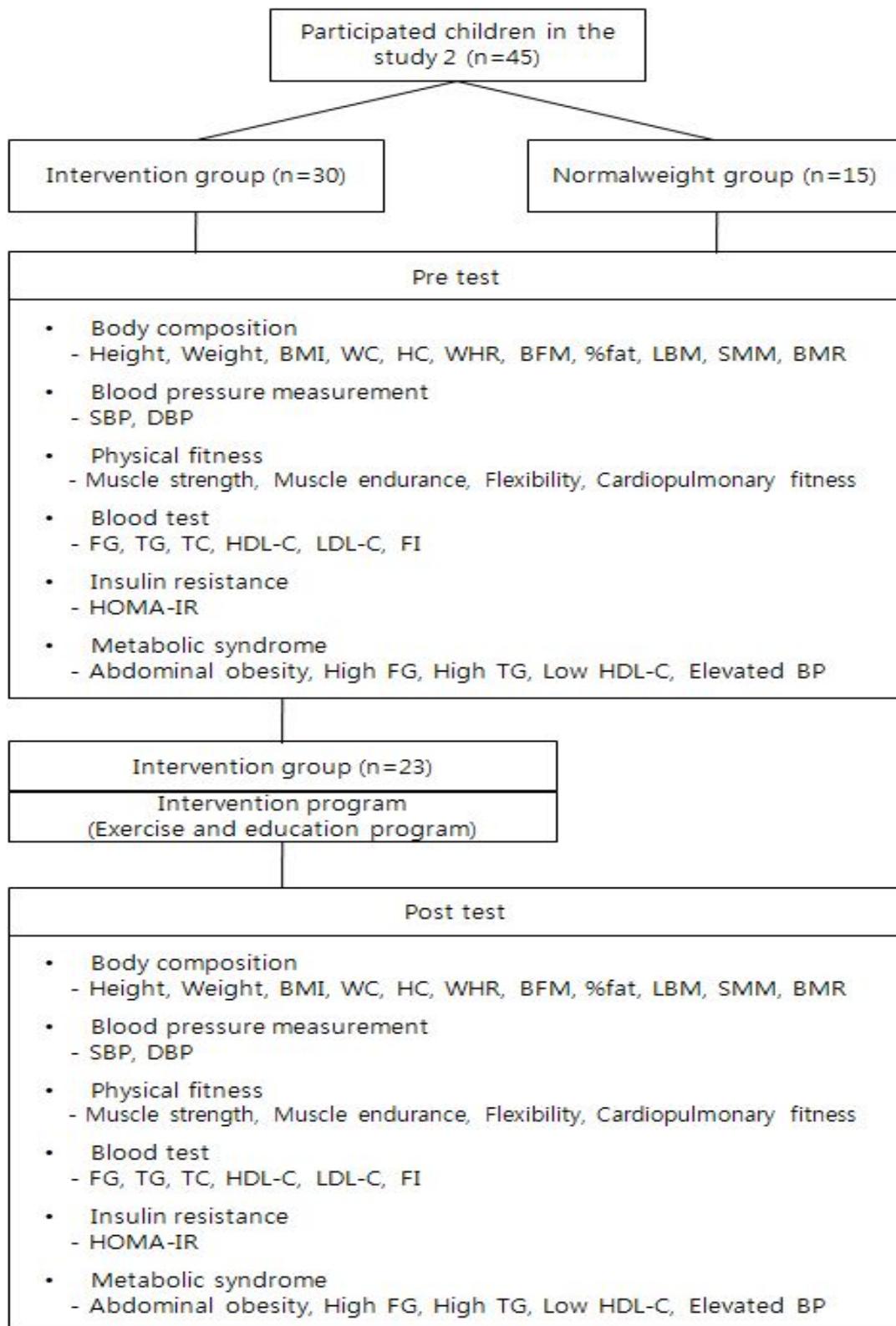


Figure 12. The study process of study 2

### 3. 중재프로그램

중재프로그램은 여름방학 4주간 주 3회(월, 수, 금)의 빈도로 1일 운동프로그램 2시간, 교육프로그램 1시간, 총 3시간으로 구성하여 실시하였다. 운동프로그램은 본 연구자와 운동처방 전문가의 공조 하에 구성하여 실시하였고, 교육프로그램은 체육학부, 소아정신과, 식품영양학과 전문가의 협의 하에 구성하여 실시하였다 <Table 29>.

#### 1) 운동프로그램

운동프로그램은 제주대학교 체육관에서 1일 2시간씩 실시하였다. 학생들이 체력향상과 함께 흥미를 갖고 수행할 수 있도록 다양한 형태로 운동프로그램을 구성하였다. 운동프로그램 중 1시간(1교시)은 학생들의 흥미를 유발하면서 유산소능력을 향상시킬 수 있는 댄스 프로그램(에어로빅, 에어로킥복싱, 라인댄스)을 실시(400Kcal / 시간 에너지 소비)하였고, 1시간(3교시)은 심폐체력과 근력, 근지구력, 유연성 등의 체력 강화를 위하여 팔굽혀펴기, 버피테스트, 런지, 스쿼트, 윗몸 일으키기 동작으로 구성된 서킷 트레이닝을 실시(350Kcal / 시간 에너지 소비)하였다. 또한 추가운동으로 주 1회(매주 수요일) 축구, 피구, 패드민턴 중 1가지를 선택하여 실시(250Kcal / 시간 에너지 소비)하였다. 휴대용 무선심박수 측정기(Polar Analyzer, Polar Elector of Finland)를 착용하여 개인별 소모 에너지(Kcal)를 측정하였다.

#### 2) 교육프로그램

교육프로그램은 제주대학교 강의실에서 건강·영양교육 및 개인별 상담으로 구성하여 1일 1가지씩 주제를 선택하여 교육하였다. 교육프로그램의 내용은 과체중 또는 비만 초등학생이 프로그램 참여 이후에도 지속적으로 스스로 관리할 수 있도록 장기적인 중재 효과에 중점을 두었다.

**Table 29. Intervention Program**

	<b>Time</b>	<b>Class Contents</b>	<b>Energy Expenditure</b>
	Warm-up (15 min)	Jogging and stretching	
1st Class	Dance class (35 min)	- Aerobic - Aero Kickboxing - Line dance	400 kcal
	Cool-down (10 min)	Stretching	
	Break time (10 min)	Classroom moving and break time	
2nd Class	Education class (40 min)	- Health education - Nutrition education - Counsel	
	Break time (10 min)	Classroom moving and break time	
	Warm-up (5 min)	Stretching	
3rd Class	Circuit training (45 min)	- Push-up - Burpee test - Lunge - Squat - Sit-up	350 kcal
	Cool-down (10 min)	Stretching	
Supplement exercise		Week 1 select - Football - Dodgeball - Handler	250 Kcal
<b>Total Energy Expenditure</b>			<b>1,000 kcal</b>

## 4. 부모교육

부모교육은 소아비만의 정의와 기준, 원인 및 건강과의 관계에 대해 이해하고, 현재 제주지역 소아비만의 실태와 자녀의 비만예방과 건강증진을 위한 부모 역할의 중요성에 대해 인식하도록 교육하였다. 또한, 건강에 대한 의식수준을 향상시키기 위해 신체활동의 중요성과 건강한 생활습관을 제시하여 가정에서 자녀에게 올바른 건강교육을 할 수 있도록 하였고, 자녀의 자기관리 능력의 향상을 돕기 위해 식사일지와 운동일지 기입 및 활용방법을 교육하였다. 이러한 부모 교육프로그램은 체육학부와 식품영양학과 전문가(교수)의 협의 하에 구성하여 2주 간격으로 실시하였다.

## 5. 측정항목 및 방법

### 1) 체력 검사

American College of Sports Medicine(ACSM, 2009)에서 건강과 관련된 체력요소로 제시하고 있는 근력(Muscle Strength), 근지구력(Muscle Endurance), 유연성(Flexibility), 심폐체력(Cardiopulmonary Fitness)을 검사하였다.

#### (1) 근력 검사

근력은 악력계(DW-701, Japan)와 배근력계(T.K.K.5102, Japan)을 이용하여 악력과 배근력을 측정하였다.

악력(Grip Strength, GS)을 측정하기 위해 대상자는 편안한 자세로 서서 양다리를 어깨너비만큼 벌리고 양팔을 자연스럽게 곧게 펴 몸통과 15° 간격을 유지하는 자세로 선다. 악력계의 표시판이 바깥쪽을 향하도록 하고 자신의 손에 맞게 폭을 조정(손가락 제2관절이 직각이 되도록)한다. '시작' 신호와 함께 2~3초간 힘껏 잡아당기도록 하고, 좌·우 각각 2회씩 실시하여 최고치를 0.1 kg 단위로 기록하였다.

배근력(Back Strength, BS)을 측정하기 위해 대상자는 배근력계 발판 위에 서서 발끝을 15 cm 정도 벌리고 선다. 무릎과 팔을 펴고 상체를 30° 정도 앞으로 굽혀서 배근력계의 손잡이를 똑바로 잡는다. 측정자는 대상자의 신장에 맞게 배근력계 줄의 길이를 조정하여 무릎 위 10 cm 정도에서 당길 수 있도록 하고, '시작' 신호와 함께 기울인 상체를 전력을 다하여 일으키며 3초 정도 손잡이를 잡아 당기도록 하였다. 2회 실시하여 최고치를 0.1 kg 단위로 기록하였다.

## (2) 근지구력 검사

근지구력은 윗몸일으키기대(KT2522, Korea)를 이용하여 윗몸일으키기(Sit-up, SU)를 측정하였다. 대상자는 측정대에 편안하게 누운 자세로 발목을 고리에 고정하여 무릎을 직각으로 굽히고, 양손을 가슴에 올려놓는다. '시작' 신호와 함께 복근력만을 이용하여 몸을 일으키도록 하였고, 올라올 때는 양 팔꿈치가 허벅지에 닿도록 하고 내려갈 때는 양 어깨가 바닥에 닿도록 하였다. 60초 간 실시하여 수행한 회수를 기록하였다.

## (3) 유연성 검사

유연성은 좌전굴계(T.K.K.5103, Japan)를 이용하여 앉아윗몸앞으로굽히기(Sit and Reach, SR)를 측정하였다. 대상자는 맨발로 양다리를 편 채 양 발바닥이 측정기구의 수직면에 완전히 닿도록 하여 바른 자세로 앉는다. 양손을 모아 무릎을 완전히 편 상태로 윗몸을 앞으로 굽혀 양 중지로 측정기를 최대한 앞으로 천천히 뻗도록 한다. 손가락 끝이 2초 정도 멈춘 지점을 측정하였고, 2회 실시하여 더 멀리 측정된 수치를 0.1 cm 단위로 기록하였다.

## (4) 심폐체력 검사

심폐체력은 왕복오래달리기(Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run, PACER)을 이용하여 측정하였다. 15m 거리 양 끝에 마크콘을 설치한 후 왕복오래달리기 실시방법을 대상자에게 설명하였다. '출발' 신호에 맞춰 대상자는 출발을 하고, 음향기기에서 나오는 신호음이 울리기 전에 15m의 거리를 가로질러 달린다. 신호음이 울리기 전에 맞은편의 정해진 위치에 도착해야 하고, 도착한

대상자는 신호음이 울릴 때까지 기다려야 한다. 신호음이 울리면 맞은편 출발위치로 다시 달려 이동하고, 신호음이 울리기 전에 정해진 위치에 도착하지 못했을 경우에는 최초 1회는 신호가 울릴 때 방향을 바꾸어 달릴 수 있다. 2번째 신호음이 울리기 전에 정해진 위치에 도달하지 못할 경우 탈락 처리하였고, 대상자가 실시한 총 회수를 기록하였다.

## 2) 신체구성

<연구 1>과 동일한 방법으로 검사하였다.

## 3) 혈압 검사

<연구 1>과 동일한 방법으로 검사하였다.

## 4) 혈액 분석

<연구 1>과 동일한 방법으로 검사하였다.

## 5) 인슐린저항성

<연구 1>과 동일한 방법으로 검사하였다.

## 6) 대사증후군

<연구 1>과 동일한 방법으로 검사하였다.

## 6. 자료처리

본 연구를 위해 측정된 자료의 분석은 PASW(Statistical Package for Predictive Analytics Soft Ware) 18.0 통계 프로그램을 사용하여 다음과 같이 분석하였다.

- 1) 측정항목에 대해 범주형 변수(Categorical Variable)는 빈도(Frequency)로 기술하였고, 연속형 변수(Continuous Variable)는 평균(Mean)과 표준편차(Standard Deviation)를 산출하였다.
- 2) 가설의 검증을 위한 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.
- 3) 중재군과 정상체중군의 신체구성, 체력, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 비교하기 위해 Independent t-test 방법을 사용하였다.
- 4) 중재군의 중재프로그램 참여 전·후의 신체구성, 체력, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 변화를 비교하기 위해 Paired t-test 방법을 사용하였다.
- 5) 중재프로그램 참여 전·후의 중재군과 정상체중군의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률을 분석하기 위해 Chi-square test 방법을 사용하였다.

## VII. 연구 결과

### 1. 중재군과 정상체중군의 신체구성 비교

중재군과 정상체중군의 신체구성을 분석한 결과는 <Table 30>과 같다. 분석 결과, 중재군이 정상체중군에 비해 체질량지수, 허리둘레, 엉덩이둘레, 허리-엉덩이둘레 비율, 체지방량, 체지방률, 체지방량, 골격근량이 유의하게 높게 나타났다.

**Table 30. Comparison between groups of body composition before Intervention program**

Variable	Intervention group (n=30)	Normalweight group (n=15)	<i>t</i>	<i>p</i>
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.70±2.52	16.88±1.69	12.197	<b>&lt;.001</b>
WC (cm)	79.38±6.39	58.23±5.02	11.179	<b>&lt;.001</b>
HC (cm)	92.73±6.45	75.54±4.70	9.155	<b>&lt;.001</b>
WHR	0.86±0.06	0.77±0.04	5.112	<b>&lt;.001</b>
BFM (kg)	22.08±5.26	6.10±2.51	13.468	<b>&lt;.001</b>
PBF (%)	38.32±4.46	16.85±6.00	13.308	<b>&lt;.001</b>
LBM (kg)	34.98±4.32	29.95±5.32	3.360	<b>.002</b>
SMM (kg)	18.67±2.51	15.72±3.17	3.340	<b>.002</b>

Data presented as the mean±standard deviation.

BFM: body fat mass, BMI: body mass index, HC: hip circumference, LBM: lean body mass, PBF: percent body fat, SMM: skeletal muscle mass WC: waist circumference, WHR: waist-hip ratio.

## 2. 중재군과 정상체중군의 체력 비교

중재군과 정상체중군의 체력을 분석한 결과는 <Table 31>과 같다. 분석 결과, 중재군이 정상체중군에 비해 윗몸일으키기(근지구력), 앉아윗몸앞으로굽히기(유연성), 왕복오래달리기(심폐체력) 수준이 유의하게 낮게 나타났다.

**Table 31. Comparison between groups of physical fitness before Intervention program**

Variable	Intervention group (n=30)	Normalweight group (n=15)	t	p
LGS (kg)	17.50±3.79	17.32±6.02	.120	.905
RGS (kg)	17.95±3.86	17.73±5.28	.164	.871
BS (kg)	49.13±10.94	49.50±11.76	-.103	.918
SU (num/min)	20.17±12.20	36.80±8.32	-4.744	<b>&lt;.001</b>
SR (cm)	7.87±6.71	13.02±5.52	-2.581	<b>.013</b>
PACER (num)	40.32±17.21	75.33±19.22	-5.964	<b>&lt;.001</b>

Data presented as the mean±standard deviation.

BS: back strength, LGS: left grip strength, PACER: progressive aerobic cardiovascular endurance run, RGS: right grip strength, SR: sit and reach, SU: sit-up.

### 3. 중재군과 정상체중군의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인 비교

중재군과 정상체중군의 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인을 분석한 결과는 <Table 32>와 같다. 분석 결과, 중재군이 정상체중군에 비해 이완기혈압, 중성지방, 공복인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 높게 나타났고, 고밀도지단백콜레스테롤이 유의하게 낮게 나타났다.

**Table 32. Comparison between groups of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors before Intervention program**

Variable	Intervention group (n=30)	Normalweight group (n=15)	t	p
SBP (mmHg)	114.30±12.36	107.73±12.95	1.654	.105
DBP (mmHg)	69.47±8.17	61.73±8.13	2.997	<b>.005</b>
FG (mg/dL)	89.03±6.54	87.60±3.91	.778	.441
TG (mg/dL)	109.07±52.53	72.87±36.68	2.379	<b>.022</b>
TC (mg/dL)	177.07±31.43	172.47±32.15	.457	.650
HDL-C (mg/dL)	53.59±9.57	62.13±6.19	-3.127	<b>.003</b>
LDL-C (mg/dL)	101.65±23.74	95.60±28.31	.751	.457
FI (μU/mL)	17.16±9.10	6.79±3.30	5.483	<b>&lt;.001</b>
HOMA-IR	3.80±2.10	1.48±0.76	5.328	<b>&lt;.001</b>

Data presented as the mean±standard deviation.

DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

#### 4. 중재프로그램 참여 전·후 신체구성의 변화

중재군의 중재프로그램 참여 전·후 신체구성의 변화를 분석한 결과는 <Table 33>과 같다. 분석 결과, 중재프로그램 참여 전과 비교하여 중재프로그램 참여 후 허리둘레와 엉덩이둘레가 유의하게 감소하였다.

**Table 33. Comparison of body composition after Intervention program**

Variable	pre (n=23)	post (n=23)	t	p
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.70±2.64	25.71±2.64	-.137	.892
WC (cm)	79.49±6.75	77.73±6.16	5.137	<b>&lt;.001</b>
HC (cm)	93.07±6.62	91.57±6.30	5.214	<b>&lt;.001</b>
WHR	0.86±.06	0.85±.05	1.267	.218
BFM (kg)	22.14±5.31	22.62±5.45	-2.032	.056
PBF (%)	38.11±4.53	38.33±4.39	-.554	.586
LBM (kg)	35.41±4.32	35.77±4.02	-1.378	.184
SMM (kg)	18.90±2.54	19.08±2.33	-1.073	.296

Data presented as the mean±standard deviation.

BFM: body fat mass, BMI: body mass index, HC: hip circumference, LBM: lean body mass, PBF: percent body fat, SMM: skeletal muscle mass WC: waist circumference, WHR: waist-hip ratio.

## 5. 중재프로그램 참여 전·후 체력의 변화

중재군의 중재프로그램 참여 전·후 체력의 변화를 분석한 결과는 <Table 34>와 같다. 분석 결과, 중재프로그램 참여 전과 비교하여 중재프로그램 참여 후 배근력(근력), 윗몸일으키기(근지구력) 앉아윗몸앞으로굽히기(유연성), 왕복오래달리기(심폐체력) 수준이 유의하게 증가하였다.

**Table 34. Comparison of physical fitness after Intervention program**

Variable	pre (n=23)	post (n=23)	t	p
LGS (kg)	17.41±3.98	16.87±4.99	1.029	.314
RGS (kg)	17.69±4.12	17.37±4.19	.856	.401
BS (kg)	47.96±11.32	54.04±13.27	-4.594	<b>&lt;.001</b>
SU (num/min)	18.63±12.87	38.75±7.72	-8.500	<b>&lt;.001</b>
SR (cm)	7.45±6.79	9.68±6.91	-3.652	<b>.001</b>
PACER (num)	39.70±16.74	43.85±14.20	-2.817	<b>.011</b>

Data presented as the mean±standard deviation.

BS: back strength, LGS: left grip strength, PACER: progressive aerobic cardiovascular endurance run, RGS: right grip strength, SR: sit and reach, SU: sit-up.

## 6. 중재프로그램 참여 전·후 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 변화

중재군의 중재프로그램 참여 전·후 인슐린저항성 및 대사증후군 위험요인의 변화를 분석한 결과는 <Table 35>와 같다. 분석 결과, 중재프로그램 참여 전과 비교하여 중재프로그램 참여 후 공복혈당, 중성지방, 공복인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 감소하였고, 저밀도지단백콜레스테롤이 유의하게 증가하였다.

**Table 35. Comparison of insulin resistance and metabolic syndrome risk factors after Intervention program**

Variable	pre (n=23)	post (n=23)	t	p
SBP (mmHg)	113.48±12.18	110.70±10.11	1.140	.267
DBP (mmHg)	69.91±8.92	67.57±7.96	1.462	.158
FG (mg/dL)	89.04±5.41	85.57±4.94	3.595	<b>.002</b>
TG (mg/dL)	117.30±53.06	85.83±36.40	3.280	<b>.003</b>
TC (mg/dL)	176.48±33.55	177.87±34.23	-.431	.671
HDL-C (mg/dL)	53.52±10.20	54.65±11.28	-1.009	.324
LDL-C (mg/dL)	99.48±24.72	106.00±25.05	-2.306	<b>.031</b>
FI (μU/mL)	17.53±8.41	9.87±4.67	5.426	<b>&lt;.001</b>
HOMA-IR	3.84±1.78	2.09±1.00	6.300	<b>&lt;.001</b>

Data presented as the mean±standard deviation.

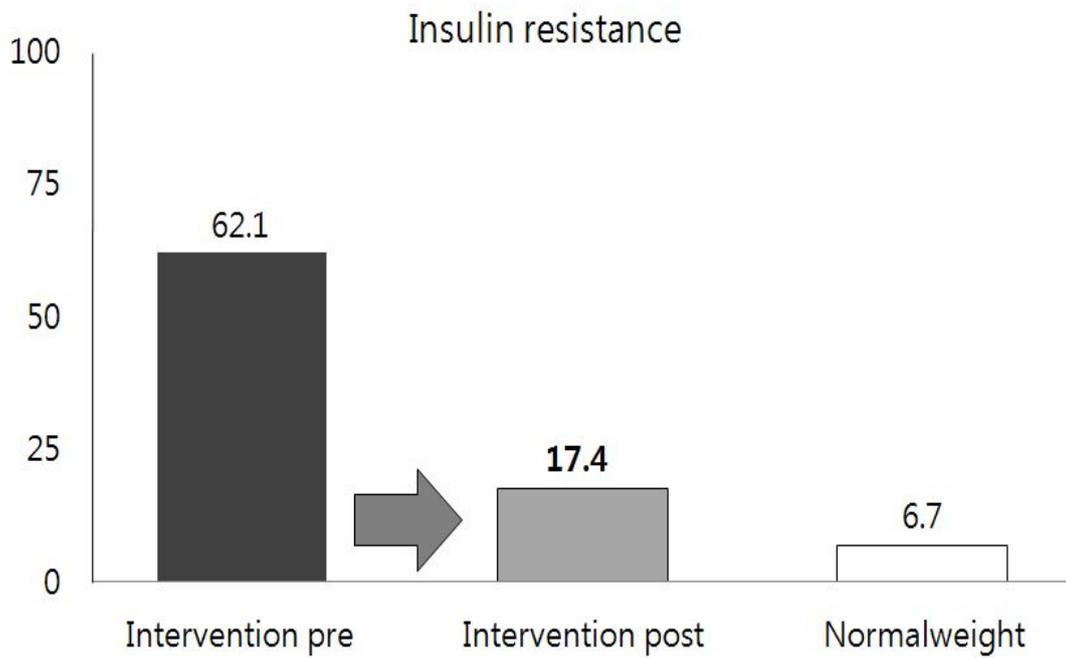
DBP: diastolic blood pressure, FG: fasting glucose, FI: fasting insulin, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, SBP: systolic blood pressure, TC: total cholesterol, TG: triglyceride.

## 7. 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률 분석

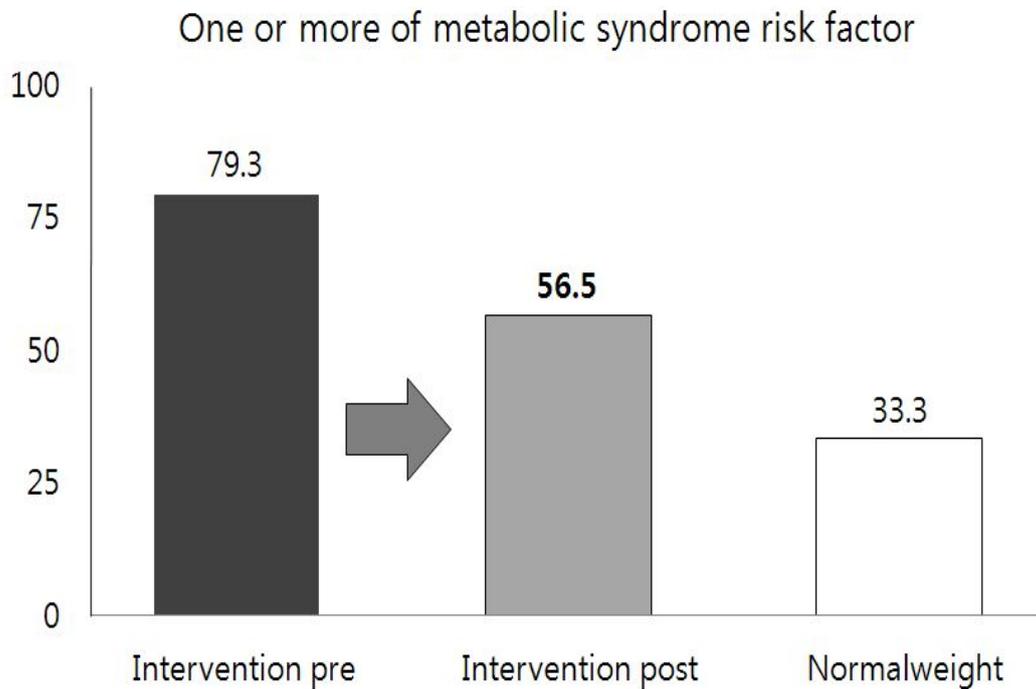
중재프로그램 참여 전·후의 중재군과 정상체중군의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률을 분석한 결과는 <Figure 13>, <Figure 14>, <Figure 15>, <Table 36>과 같다. 인슐린저항성은 3 HOMA-IR 이상을 기준으로 정의하였고, 대사증후군은 Ford et al.(2005)이 제시하고 있는 소아청소년 대사증후군 진단기준을 사용하여 정의하였다. 분석 결과, 중재군은 중재프로그램 전과 비교하여 중재프로그램 참여 후 인슐린저항성 유병률이 62.1%에서 17.4%로 감소하였고, 대사증후군 위험요인이 1가지 이상인 학생의 유병률도 79.3%에서 56.5%로 감소하였다. 또한 대사증후군 유병률도 20.7%에서 8.7%로 감소하였다.

한편 정상체중군은 6.7%의 학생이 인슐린저항성으로 나타났고, 33.3%의 학생이 대사증후군 위험요인이 1가지 이상으로 나타났다.

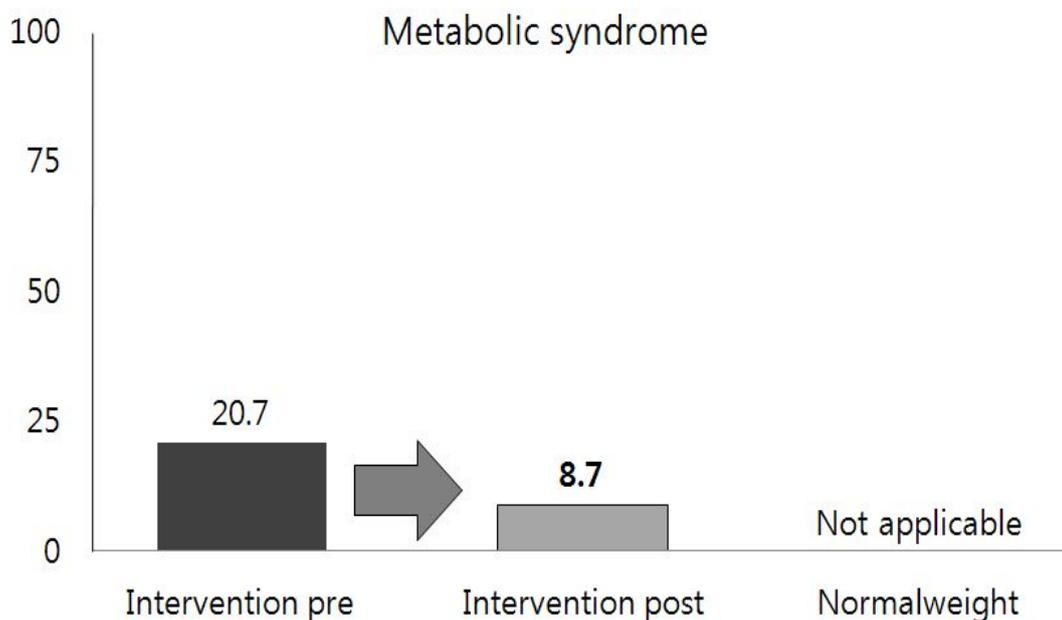
중재프로그램 참여 전·후의 중재군과 정상체중군의 각각의 대사증후군 위험요인의 변화를 분석한 결과, 중재군은 중재프로그램 참여 전과 비교하여 중재프로그램 참여 후 복부비만(53.3%→39.1%), 고중성지방혈증(48.3%→21.7%), 고혈압(46.7%→34.8%), 저고밀도지단백콜레스테롤혈증(3.4%→0%), 공복혈당장애(3.4%→0%)의 유병률이 감소하였고, 정상체중군은 고중성지방혈증과 고혈압(20.0%)의 유병률이 진단되었다.



**Figure 13. Prevalence of insulin resistance abnormalities (%)**



**Figure 14. Prevalence of metabolic syndrome risk factors abnormalities (%)**



**Figure 15. Prevalence of metabolic syndrome abnormalities (%)**

**Table 36. Prevalence of metabolic syndrome abnormalities (%)**

Metabolic risk factors (Cut-off points)	Intervention group		Normalweight group
	pre	post	
Abdominal obesity - WC $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile	53.3	39.1	0
High Triglycerides - TG $\geq$ 110 mg/dL	48.3	21.7	20.0
Elevated blood pressure - BP $\geq$ 90 <sup>th</sup> percentile	46.7	34.8	20.0
High fasting glucose - FG $\geq$ 100 mg/dL	3.4	0	0
Low HDL-C - HDL-C $\leq$ 40 mg/dL	3.4	0	0

HDL-C, high density lipoprotein cholesterol.

## VIII. 논 의

본 연구는 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생을 대상으로 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군의 관계를 분석하고, 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도 측정방법을 사용하여 소아비만 유병률을 조사하였다. 또한, 방학기간 동안 건강증진을 위한 중재프로그램의 참여가 체력과 인슐린저항성 및 대사증후군에 미치는 효과를 분석하였다.

### 1. 제주지역 소아비만 실태

#### 1) 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군의 관계

소아청소년 비만은 성인비만으로의 이환률이 높을 뿐만 아니라(Whitaker et al., 1997), 소아청소년기 고혈압(Rosner, Prineas, Daniels & Loggie, 2000), 제2형 당뇨병(Sinha et al., 2002), 심혈관질환(Jekal et al., 2009) 등의 대사성질환 발병률을 증가시킨다. 본 연구는 남·여학생의 체질량지수(Body Mass Index, BMI), 허리둘레(Waist circumference, WC), 체지방률(Percent body fat, PBF)의 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군의 관계를 분석하였다.

본 연구에서 비만 남학생은 과체중 남학생에 비해 수축기혈압(Systolic Blood Pressure, SBP), 이완기혈압(Diastolic Blood Pressure, DBP), 공복혈당(Fasting Glucose, FG), 중성지방(Triglyceride, TG), 총콜레스테롤(Total Cholesterol, TC), 저밀도지단백콜레스테롤(Low Density Lipoprotein Cholesterol, LDL-C)이 유의하게 높게 나타났고, 고밀도지단백콜레스테롤(High Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C)이 유의하게 낮게 나타났다. 비만 여학생은 과체중 여학생에 비해 중성지방이 유의하게 높게 나타났다. 또한, 비만 남학생의 평균 수축기혈압이 정상범위( $\geq 120$  mmHg)보다 높게 나타나 초등학생 임에도 불구하고 고혈압 발병의 위험이 높은 것으로 분석되었다. 비만 소아청소년의 혈압의 증가 원인은 비만으로 인한 교감신경계의 활성화(Hall, 1994), 인슐린저항성(Mark & Anderson, 1995), 지방조직에 의한 모세혈관의 압박(최현석, 신현호, 1998) 등 여러 가지 원인들이 있

고, 특히 비만과 고혈압이 서로 높은 상관관계를 가지고 있기 때문인 것으로 알려져 있다(Lurbe, Alvarez & Redon, 2001). 본 연구에서도 남·여학생의 비만도와 혈압의 유의한 상관관계가 나타났다. 또한 소아청소년기의 비만은 공복혈당장애(강재현, 김규남, 이선영, 유선미, 2009)와 이상지질혈증(Freedman et al., 1985)을 유발한다. 초등학교 324명을 대상으로 비만도와 대사위험인자와의 관계를 분석한 연구결과, 비만도가 높을수록 공복혈당, 중성지방, 총콜레스테롤, 저밀도지단백콜레스테롤이 유의하게 높게 나타났고, 고밀도지단백콜레스테롤이 유의하게 낮게 나타났다(이혜진, 윤경은, 박혜순, 김선미, 최경목, 2009). 비만으로 인하여 췌장 베타 세포 기능의 감소로 혈당을 분해하는 인슐린의 효능이 감소하여 혈당이 높아지고, 고인슐린혈증과 인슐린저항성에 의해 간에서 초저비중지질단백(Very Low Density Lipoprotein, VLDL)의 생성이 증가하여 혈중으로 중성지방의 분비가 증가한다(박혜순, 강윤주, 신은수, 1994). 비만은 지방조직에 저장되어 있는 콜레스테롤을 증가시켜 혈중 총콜레스테롤이 증가하고(박혜순 등, 1994), 고밀도지단백콜레스테롤과 역상관관계에 있는 중성지방과 독립적으로 지방세포에서 고밀도지단백의 이화를 촉진시켜 고밀도지단백콜레스테롤이 감소한다(Grundy, 1990). 이 외에도 비만에서의 지질대사는 여러 가지 요인에 의해 영향을 받고(Seidell & Bouchard, 1997), 개인적인 차이에 따라 지질대사 이상의 정도가 다르게 나타난다(박혜순, 1998). 한편, 본 연구에서 여학생의 고밀도지단백콜레스테롤은 비만학생과 과체중학생 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았지만, 비만학생의 평균 수치가 정상범위(< 50 mg/dL)보다 낮게 나타나 비만 여학생의 저고밀도지단백콜레스테롤혈증 발병 위험이 높은 것으로 분석되었다. 고밀도지단백콜레스테롤은 규칙적인 유산소 지구성 운동 참여의 영향을 받는 경향이 있는데(Nieman et al., 1990; Wood, 1990), 비만 여학생은 신체활동 참여도가 상대적으로 낮기 때문에 고밀도지단백콜레스테롤이 낮은 것으로 사료된다. 고밀도지단백콜레스테롤은 관상동맥질환의 발병과 역비례 관계에 있는데, 총콜레스테롤 및 저밀도지단백콜레스테롤이 높더라도 고밀도지단백콜레스테롤이 높으면 관상동맥질환의 위험은 낮고, 총콜레스테롤 및 저밀도지단백콜레스테롤이 낮더라도 고밀도지단백콜레스테롤이 낮으면 관상동맥질환의 위험이 높아진다. 고밀도지단백콜레스테롤의 저하가 총콜레스테롤 및 저밀도지단백콜레스테롤의 증가보다 오히려 더 위험하게 작용하

기 때문에(Chapman, Assmann, Fruchart, Shepgerd & Sirtori, 2004), 고밀도지단백콜레스테롤의 증가를 위한 규칙적인 신체활동의 참여가 요구된다.

인슐린저항성은 제2형 당뇨병 및 심혈관질환 등의 대사성질환을 예측할 수 있는 유용한 지표이고(Cornier et al., 2008), 비만은 인슐린 신호 전달체계에 부정적인 영향을 미쳐 인슐린저항성을 일으키는 주요 원인이다(Shulman, 1999). 본 연구에서 비만 남학생은 과체중 남학생에 비해 공복인슐린(Fasting Insulin, FI) 및 인슐린저항성(Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance, HOMA-IR)이 유의하게 높게 나타났다. 또한, 비만 남·여학생의 평균 공복인슐린( $\geq 25 \mu\text{U/mL}$ ) 및 평균 인슐린저항성( $\geq 3$  HOMA)이 정상범위보다 높게 나타나 비만할수록 고인슐린혈증 및 인슐린저항성의 발병 위험이 높은 것으로 분석되었다. 이는 소아청소년의 비만도가 높을수록 인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 높게 나타났다는 연구결과(박지혜, 김은성, 제갈윤석, 전용관, 2010; Jekal et al., 2009)와 유사하다.

본 연구에서 성성숙도를 통제한 후 남·여학생의 과체중학생과 비만학생 간 인슐린저항성 및 대사증후군 위험도를 분석한 결과, 비만학생은 과체중학생 보다 고인슐린혈증, 인슐린저항성 및 대사증후군 위험이 유의하게 높게 나타났다. 한편, 여학생의 허리둘레 기준 비만학생과 과체중학생 간 대사증후군 위험도는 과체중 학생에게서 대사증후군이 진단되지 않아 통계적 결과가 산출되지는 않았지만 체질량지수 기준 비만학생의 위험도를 고려할 때 높은 위험도를 지니고 있을 것으로 예측된다.

이러한 결과를 토대로 비만도가 높을수록 혈압, 공복혈당, 중성지방, 총콜레스테롤, 저밀도지단백콜레스테롤, 공복인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 높고, 고밀도지단백콜레스테롤이 유의하게 낮음을 다시 한번 입증하였다. 따라서 현재 제주지역 소아비만의 상태는 단순히 신체 계측 상으로만 비만한 것이 아니라, 고혈압, 공복혈당장애, 이상지질혈증 등이 위험한 수준에 있고, 특히 인슐린저항성과 대사증후군의 발병 위험이 내포되어 있는 소아비만 상태인 것이다.

본 연구에서 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군의 관계가 남학생에게서 여학생 보다 통계적으로 유의한 결과들이 산출되었다. 이러한 남·여학생 간의 차이는 신체활동 참여도의 차이에 기인하는 것으로 사료된다. 신체활동 참여시간을

분석에 포함시키지 않았기 때문에 본 연구에서 통계적인 결과를 산출하지는 못하였다. 우리나라 질병관리본부(2011) 조사에 의하면 2010년 제주지역 소아청소년의 격렬한 신체활동 및 중등도 신체활동 실천률은 남학생이 각각 44.0%, 14.0%로 여학생 각각 16.4%, 5.6% 보다 높게 나타났고, 주중 좌식활동 참여율은 여학생이 28.4%로 남학생 24.0% 보다 높게 나타나, 여학생의 낮은 신체활동 참여와 높은 좌식활동을 보고하였다. 비만하지만 신체활동 참여도가 높을 경우 인슐린저항성 및 심혈관질환 등의 대사성질환 위험수준은 유의하게 감소한다(박지혜 등, 2010). 제갈윤석, 김은성, 박지혜, 전용관, 임지애(2008)는 신체활동 참여도는 비만도 보다 체력과 상대적으로 밀접한 연관성이 있고, 신체활동 참여를 통해 체력이 증진되고 체력의 증진은 대사성질환 위험요인을 개선시킨다고 보고하였다. 소아청소년기의 규칙적인 신체활동 참여습관은 비록 비만하지만 인슐린저항성 및 대사증후군의 위험도를 감소시켜 건강을 유지, 증진하는데 중요한 역할을 할 수 있다. 따라서 신체활동이 상대적으로 부족한 여학생은 과체중 수준부터 인슐린저항성 및 대사증후군의 위험이 증가하기 때문에 건강을 유지, 증진하기 위한 관리와 노력이 시급하다고 사료된다.

소아청소년의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병은 대사증후군 위험요인인 복부비만, 고혈압, 고혈당, 이상지질혈증의 위험뿐만 아니라 이차적인 질환으로 비알코올성 지방간질환(Mulhall, Ong & Younossi, 2002), 심혈관질환(Tracy, 2003), 제2형 당뇨병(Fujikawa, Okubo, Egusa & Kohno, 2001), 호르몬 민감성 암(Hsing, Gao, Chua, Deng & Stanczyk, 2003; Pasanisi et al., 2006) 등의 다양한 대사성질환의 위험을 내포하고 있다.

2008년 Korean National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES)에 의하면 우리나라 소아청소년의 41.9%가 대사증후군 위험요인이 1가지 이상으로 나타났고, 3.8%가 대사증후군으로 나타났다. 이 중 초등학교 고학년 시기에 해당하는 10-12세의 소아는 4.2%가 대사증후군으로 나타났다. 비만도에 따라서는 과체중 소아청소년의 8.1%가 대사증후군이고, 비만 소아청소년의 19.8%가 대사증후군으로 나타났다(이기화, 정종운, 2010). 본 연구에서는 84.4%의 학생이 대사증후군 위험요인이 1가지 이상으로 나타났고, 15.6%의 학생이 대사증후군으로 나타났다.

일반적으로 소아청소년은 인종별, 성별, 연령에 따라 대사증후군 위험인자 정상 기준의 차이가 있고, 진단 및 분류 기준에 따라 유병률의 차이가 발생하기 때문에 여러 조사 또는 연구결과의 유병률 간 비교는 적절하지 않다(Zimmet et al., 2007). 본 연구와 2008년 KNHANES는 동일한 대사증후군 진단 기준을 적용하여 분석하였으나, 본 연구의 대상은 과체중 또는 비만 초등학생으로 제한한 반면, 2008년 KNHANES는 정상체중을 포함한 10-18세의 소아청소년이라는 점에서 유병률 간 정확한 비교를 하기에는 제한점이 있다. 그러나 본 연구에서 대사증후군 위험요인이 1가지 이상인 학생의 비율은 2008년 KNHANES 보다 약 2배 이상 높은 수준이고, 대사증후군 유병률은 약 4배 이상 높은 수준이다. 또한 절반 이상의 학생이 고혈압, 이상지질혈증, 제2형 당뇨병 및 대사증후군의 주요 위험인자로 제시되고 있는 인슐린저항성(대한가정의학회 대사증후군연구회, 2007)으로 나타났다. 인슐린저항성 및 대사증후군 발병 위험은 비만도가 높을수록 급격하게 증가하고(대한가정의학회 대사증후군연구회, 2007), 제주지역 소아비만 유병률이 다른 지역에 비해 상대적으로 높은 지역(질병관리본부, 2011)임을 고려할 때, 현재 제주지역 비만 초등학생은 단순히 비만 유병률이 높은 것뿐만 아니라 인슐린저항성 및 대사증후군 발병 위험이 높고, 비알코올성 지방간질환, 심혈관질환, 제2형 당뇨병, 호르몬 민감성 암 등 다양한 대사성질환의 잠재적 위험이 내포되어 있음을 보여주고 있다.

## 2) 소아비만 유병률

소아비만의 실태를 정확히 판단하기 위해서는 적절한 측정방법과 그에 따른 기준을 결정하는 것이 중요하다. 현재 초등학생의 비만 판정을 위해 임상적으로 적합한 측정방법과 기준의 제시는 미흡하다(원혜숙 등, 2000; Kopelman, 2010). 본 연구에서는 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도 측정방법을 사용하여 제주지역 초등학생의 비만 유병률을 조사하였다.

체질량지수는 신장과 체중의 비율을 사용하여 비만도를 계산하는 방법으로 측정하기 간편하고, 체지방량 및 고지혈증, 고혈압, 심혈관질환 등의 대사성질환과 높은 상관성이 입증되어 전 세계적으로 가장 널리 이용되고 있고(Himes & Dietz, 1994; WHO, 1998), 우리나라에서도 학교의 신체검사, 병원 검진, 국가 통

계 등 다양한 분야에서 사용되고 있다. 그러나 체질량지수는 체성분을 반영하기 어렵기 때문에 근육량과 지방량을 정확히 구분할 수 없고(Bray & Bourchard, 2004), 성장단계에서의 신장 변화 및 성성속도, 성별에 의한 영향을 받는다는 제한점이 있다(Veldhuis et al., 2005). 또한 소아청소년을 위한 공인된 체질량지수의 기준점이 마련되어 있지 않고, 체격이 작은 아시아 지역의 소아청소년에게는 적합하지 않다는 제한점이 있다(Widhalm, Schonegger, Huemer & Auterith, 2001).

허리둘레는 허리의 둘레를 측정하여 복부비만을 추정하는 방법으로 측정과 해석이 간단하고 비용-효율적인 것이 장점이다. 또한 복부의 내장지방과 높은 상관성을 지니고 있어 임상진료에서 복부비만을 진단하는데 널리 사용되고 있다(Taylor, Keil, Gold, Williams & Goulding, 1998). 일부 연구에서 허리둘레 측정 결과가 소아의 내장지방을 얼마나 잘 반영하는가에 대한 불명확성이 논의되기도 하였지만, 복부비만이 소아의 인슐린저항성(Gower, Nagy & Goran, 1999) 및 심혈관질환 위험도(Savva et al., 2000)를 예측하는 적절한 방법으로 사용되고 있고, 허리둘레가 복부비만을 대표하는 가장 효율적인 지표로써 사용되고 있기 때문에 최근에는 허리둘레 측정의 중요성이 강조되고 있다(Klein et al., 2007).

체지방률은 전체 체중에서 체지방량의 분포 비율을 측정하는 방법으로 체성분 자료를 정확하게 산출하는 장점이 있다(이성은, 정영미, 정길수, 2004). 체지방률을 검사하기 위한 방법 중 생체전기저항분석기(Bioelectric Impedance Analysis, BIA)는 고가의 장비를 구비해야 하는 제한점이 있으나, 측정방법이 간편하여 임상에서 뿐만 아니라 대규모 역학조사 연구에서 널리 사용되고 있다(Sun et al., 2003). 성인은 물론 소아에서도 정확한 비만도를 진단할 수 있기 때문에(조병기, 강지현, 이정석, 유병연, 2007), 최근 비만도 측정방법으로 선호도가 증가하고 있다. 우리나라의 학생건강체력평가시스템(Physical Activity Promotion System, PAPS)에서 체지방률을 필수항목으로 포함시킨 것은 체성분 자료의 중요성 때문일 것이다(교육과학기술부, 2009).

본 연구에서 전체연구 대상자의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 비만도 측정방법에 따라 소아비만 유병률이 매우 상이하게 나타났다. 체질량지수 측정방법으로 50.4%의 대상자가 비만으로 분류되었고, 체지방률 측정방법으로 92.1%가 비만으로 분류되었다. 또한, 남·여학생 모두 체지방률, 허리둘레, 체질량지수 순으로 소

아비만 유병률이 증가하였다. 소아청소년 329명을 대상으로 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도 측정방법을 사용하여 비만 유병률을 분석한 결과, 체지방률, 허리둘레, 체질량지수 순으로 비만 유병률이 높게 나타났고, 체질량지수 측정방법 보다 허리둘레 측정방법에 의한 비만 유병률이 약 4배, 체지방률 측정방법에 의한 비만 유병률이 약 7배 이상 높게 나타났다(정승교, 2009). 또한 1988-1994년 National Health and Nutrition Examination Survey(NHANES) III 자료를 이용하여 소아비만 유병률을 분석한 결과, 체질량지수 측정방법 보다 체지방률 측정방법에 의한 소아비만 유병률이 약 3배 이상 높게 나타났다(Burkhauser & Cawley, 2008).

체질량지수는 신장과 체중을 이용하여 간편하게 측정할 수 있다는 편리성으로 인해 전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있고, 현재 우리나라에서도 소아비만 진단 시 체질량지수를 사용하여 유병률을 추정하고 있다(보건복지부, 2011). 그러나 건강, 의학, 보건 분야 연구에서 널리 사용하고 있는 체지방률(Nagaya, Yoshida, Takahashi, Matsuda & Kawai, 1999) 및 허리둘레(문현경, 김유진, 2005)의 비만도 측정방법을 사용하여 소아비만을 진단한다면 제주지역은 물론 전국의 소아비만 유병률은 보다 더 증가할 것으로 예상된다. 체질량지수가  $30 \text{ kg/m}^2$  미만에서는 체질량지수에 의한 비만 진단의 정확도가 낮아지므로 체질량지수 대신 체지방률을 측정하는 것이 필요하다는 연구결과(Frankenfield, Rowe, Cooney, Smith & Becker, 2001)와 같이 향후 소아비만 진단 시에는 체질량지수와 더불어 체지방률 및 허리둘레 등의 비만도 측정방법을 함께 사용하는 것이 소아비만 실태를 정확히 파악하고 소아비만으로 인해 야기될 수 있는 다양한 대사성질환의 위험을 조기에 발견하고 예방(Wabitsch et al., 2004)할 수 있을 것이라 사료된다.

## 2. 건강증진 프로그램의 참여 효과

본 연구의 <연구 1>은 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률을 분석하여 현재 제주지역 소아비만의 실태를 규명하였다.

질병관리본부(2011) 조사에 의하면 2010년 제주지역 소아청소년의 주관적 건강 인지률은 57.1%로 전국 평균 65.1%에 비해 낮은 수준으로 나타났다. 격렬한 신체활동 및 중등도 신체활동 실천률도 각각 30.9%, 10.0%로 전국 평균 각각 33.0%, 10.9% 보다 낮은 수준으로 나타났고, 고위험 인터넷 사용자률은 4.3%로 전국 평균 3.0% 보다 높은 수준으로 나타났다. 이는 제주지역 소아청소년의 건강 수준의 잠재적 위험성을 보여주고 있다.

소아청소년의 비만을 예방하고 치료하기 위해 국내·외에서 다양한 중재프로그램이 이루어지고 있으나(최순남, 김현정, 윤미은, 이상엽, 2010; Cooper et al., 2006), 방학기간 동안 초등학생의 건강증진을 위한 프로그램을 수행한 연구는 미흡하다. 초등학생에게 있어 방학기간은 학기 중에 비해 신체활동의 기회가 상대적으로 감소하게 되어 운동실천 습관이 감소해질 가능성이 높아지고 이로 인해 비만의 위험성이 증가할 것으로 예상된다는 점에서 비만을 예방하고 체력 및 건강을 증진시키는데 중요한 시간으로 사료된다.

본 연구는 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생이 방학기간 동안 건강증진을 위한 운동, 건강·영양교육, 상담 및 부모교육으로 이루어진 중재프로그램의 참여가 체력과 인슐린저항성 및 대사증후군에 미치는 영향을 분석하였다

본 연구에서 중재프로그램 참여 전 과체중 또는 비만 초등학생은 정상체중 초등학생에 비해 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도가 유의하게 높게 나타났고, 근지구력(윗몸일으키기), 유연성(앉아윗몸앞으로굽히기), 심폐체력(왕복오래달리기)의 체력수준이 유의하게 낮게 나타났다. 또한 이완기혈압, 중성지방, 공복인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 높게 나타났고, 고밀도지단백콜레스테롤이 유의하게 낮게 나타났다. 이는 과체중 또는 비만 초등학생의 비만도 감소와 함께 체력 및 건강증진을 위한 관리와 노력이 필요함을 시사한다.

복부비만은 체질량지수와 독립적으로 고혈압(Kanai et al., 1990), 이상지질혈증(Leenen, Kooy, Seidell & Deurenberg, 1996), 제2형 당뇨병(Kissebah, 1996), 인슐린저항성(Boyko, Leonetti, Bergstrom, Newell-Morris & Fujimoto, 1996) 및 관상동맥질환(St-Pierre et al., 2002) 등의 대사성질환과 높은 관련성을 지니고 있고, 허리둘레는 복부비만을 판정하는 가장 효율적인 지표이다(Lean, Han & Morrison, 1995). 본 연구에서 중재프로그램 참여 후 과체중 또는 비만 초등학생

의 복부비만을 예측할 수 있는 지표인 허리둘레와 엉덩이 둘레가 유의하게 감소하였다. 허리둘레는 비만인의 중재프로그램 참여 전·후 복부지방량의 변화를 분석하는데 적합한 방법이고(Molarius, Seidell, Sans, Tuomilehto & Kuulasmaa, 1999), 운동프로그램의 참여를 통한 허리둘레의 감소는 복부 내장지방의 감소를 의미한다(Slantz et al., 2005). 복부의 내장지방을 분석에 포함시키지 않았기 때문에 본 연구에서 통계학적인 결과를 산출하지는 못하였지만, 허리둘레의 유의한 감소는 복부 내장지방의 감소가 원인일 것으로 추측된다. 향후 연구에서는 복부의 내장지방의 변화를 측정하여 구체적으로 검증할 필요가 있다고 사료된다.

본 연구에서 중재프로그램 참여 후 과체중 또는 비만 초등학생의 근력, 근지구력, 유연성, 심폐체력의 체력수준이 유의하게 증가하였고, 공복혈당, 중성지방, 공복인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 감소하였다. 또한 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률이 감소하였다. 이는 비만 소아청소년을 대상으로 운동프로그램을 수행하여 근력, 근지구력, 유연성, 심폐체력 등 체력수준의 증가와 혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, 인슐린 및 인슐린저항성 등 대사성질환 위험요인의 유의한 개선효과를 보고한 연구결과(김종원, 전재영, 김태운, 2007; Jekal et al., 2009)와 유사하다. 비만도 및 체력수준과 대사성질환의 관계를 분석한 연구결과, 비만하지만 근력(Steene-Johannessen, Anderssen, Kolle & Andersen, 2009) 및 심폐체력(Eisenmann et al., 2007) 수준이 높으면, 저체중이지만 근력 및 심폐체력 수준이 낮은 사람보다 심혈관질환, 인슐린저항성 등 대사성질환의 위험이 유의하게 감소한다. 규칙적인 운동을 실시하여 체력수준이 향상되면 혈당조절능력이 향상되고(Maiorana, O'Driscoll, Goodman, Taylor & Green, 2002), 공복인슐린 수준이 개선되어 인슐린저항성이 감소하게 되고(Szamosi et al., 2008), 제2형 당뇨병(Misra et al., 2008), 관상동맥질환(Lee, Jacobs, Hankinson, Iribarren & Sidney, 2009) 등 대사성질환의 위험이 감소하게 된다(Armstrong et al., 2006). 따라서 규칙적인 신체활동의 참여를 통하여 근력, 근지구력, 유연성, 심폐체력 등의 체력수준을 향상시키는 것이 인슐린저항성 및 대사증후군 발병의 위험을 예방하고 건강을 유지, 증진하는데 중요한 요소임을 입증하였다.

결론적으로 건강증진을 위한 4주간의 방학 중재프로그램 참여를 통해 체질량지수와 체지방률 등 비만도는 여전히 비만한 수준이지만, 복부비만을 나타내는 허

리둘레가 유의하게 감소하였다. 또한 근력, 근지구력, 유연성, 심폐체력의 건강체력 수준이 향상되었고, 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률이 감소하여 과체중 또는 비만 초등학생의 건강수준이 증진되었음을 규명하였다. Jekal et al.(2009)은 비만 청소년에게 중재프로그램을 수행한 결과, 체질량지수는 여전히 비만 이상의 수준이었으나 체력수준이 향상되고, 수축기혈압, 총콜레스테롤, 고밀도지단백콜레스테롤, 인슐린 및 인슐린저항성 등의 대사성질환 위험요인이 유의하게 개선되었다는 연구결과를 보고하였다. 또한, Dengel, Pratley, Hagberg, Rogus & Goldberg(1996)는 비만인의 규칙적인 신체활동 참여는 체중감량이나 신체조성 성분의 변화가 나타나지 않더라도 대사성질환 위험요인에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침하고 있다. 규칙적인 신체활동에 참여하기 시작하면 체력수준을 포함한 건강수준은 점차 향상된다(Jekal et al., 2009). 이를 기반으로 지속적으로 신체활동에 참여할 때 비만도를 포함한 신체조성 성분의 개선 효과가 기대된다. 따라서 신체활동 참여 효과를 단순히 체중, 체질량지수, 체지방률 등의 비만도 감소에 한정하여 판단하기 보다는 체력수준과 건강수준의 향상 측면에서 판단할 필요가 있다고 사료된다.

본 연구에서 정상체중 초등학생의 6.7%가 인슐린저항성으로 나타났고, 33.3%가 대사증후군 위험요인이 1가지 이상으로 나타났다. 이는 인슐린저항성 및 대사증후군을 예방하고 건강을 유지, 증진하기 위해서는 비만도 감소와 함께 체력 향상의 중요성을 시사한다. 따라서 과체중 또는 비만 학생뿐만 아니라 정상체중 학생도 규칙적인 신체활동에 참여해야 할 것이다. 정상체중의 학생에게는 비만 예방과 체력 및 건강증진을 목적으로, 과체중 또는 비만 학생에게는 비만 감소와 체력증진 그리고 인슐린저항성 및 대사증후군의 예방과 치료를 목적으로 규칙적인 신체활동에 참여할 것을 권장한다.

## Ⅸ. 결 론

본 연구는 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생의 비만도와 인슐린저항성 및 대사증후군의 관계를 분석하고, 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도 측정방법을 사용하여 소아비만 유병률을 조사하였다. 또한, 방학기간 동안 건강증진을 위한 중재프로그램 참여가 체력과 인슐린저항성 및 대사증후군에 미치는 효과를 분석하였다. 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 남학생의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률은 수축기혈압, 이완기혈압, 공복혈당, 중성지방, 총콜레스테롤, 고밀도지단백콜레스테롤, 저밀도지단백콜레스테롤, 공복인슐린 및 인슐린저항성과 유의한 상관관계가 나타났고, 여학생의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률은 수축기혈압, 이완기혈압, 중성지방, 공복인슐린과 유의한 상관관계가 나타났다.

둘째, 남학생의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 기준 비만학생(평균 이상)은 과체중학생(평균 이하)에 비해 수축기혈압, 이완기혈압, 공복혈당, 중성지방, 총콜레스테롤, 공복인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 높게 나타났고, 고밀도지단백콜레스테롤이 유의하게 낮게 나타났다. 여학생의 체질량지수 기준 비만학생(평균 이상)은 과체중학생(평균 이하)에 비해 중성지방이 유의하게 높게 나타났다.

셋째, 남학생의 57.6%가 인슐린저항성으로 나타났고, 80.6%가 대사증후군 위험요인이 1가지 이상으로 나타났으며, 13.9%가 대사증후군으로 나타났다. 여학생의 66.6%가 인슐린저항성으로 나타났고, 91.9%가 대사증후군 위험요인이 1가지 이상으로 나타났으며, 18.9%가 대사증후군으로 나타났다.

넷째, 성성속도를 통제한 남학생의 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 기준 비만학생(평균 이상)은 과체중학생(평균 이하)에 비해 고인슐린혈증 위험이 약 2.39-3.69배, 인슐린저항성 위험이 약 2.84-3.72배, 대사증후군 위험이 약

3.09-4.63배 유의하게 높게 나타났다. 성성속도를 통제한 여학생의 체질량지수, 허리둘레 기준 비만학생은 과체중학생에 비해 고인슐린혈증 위험이 약 3.32-5.87배, 인슐린저항성 위험이 약 3.73-4.78배, 대사증후군 위험이 18.25배 유의하게 높게 나타났다.

다섯째, 제주지역 소아비만 유병률은 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 비만도 측정방법에 따라 상이하게 나타났고, 체지방률, 허리둘레, 체질량지수 순으로 비만 유병률이 증가하였다. 체지방률 기준 남학생 98.7%, 여학생 79.2%가 비만으로 분류되었다.

여섯째, 과체중 또는 비만초등학생의 건강증진을 위한 방학 중재프로그램의 참여 결과, 허리둘레 및 엉덩이둘레가 유의하게 감소하였다. 또한 근력(배근력), 근지구력(윗몸일으키기), 유연성(앉아윗몸앞으로굽히기), 심폐체력(왕복오래달리기)의 체력수준이 유의하게 증가하였고, 공복혈당, 중성지방, 공복인슐린 및 인슐린저항성이 유의하게 감소하였다.

일곱째, 과체중 또는 비만초등학생의 건강증진을 위한 방학 중재프로그램의 참여 결과, 인슐린저항성 유병률이 62.1%에서 17.4%로 감소하였고, 대사증후군 위험요인이 1가지 이상인 학생의 비율이 79.3%에서 56.5%로 감소하였다. 또한 대사증후군 유병률이 20.7%에서 8.7%로 감소하였다.

여덟째, 정상체중 초등학생의 6.7%가 인슐린저항성으로 나타났고, 33.3%가 대사증후군 위험요인이 1가지 이상으로 나타났다.

이상의 결론을 종합해 보면, 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생의 비만도가 높을수록 인슐린저항성 및 대사증후군의 위험이 증가하였다. 이를 통해 현재 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생의 인슐린저항성 및 대사증후군의 위험성을 규명하였다. 비만도 측정방법에 따라 소아비만 유병률은 상이하게 나타났고, 체지방률, 허리둘레, 체질량지수 순으로 소아비만 유병률이 증가하였다.

방학 건강증진 프로그램의 참여가 과체중 또는 비만 초등학생의 체질량지수, 체지방률의 감소는 나타나지 않았으나, 복부비만을 나타내는 허리둘레가 감소하였다. 또한 건강체력수준이 향상되었고, 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률이 감소하였다.

본 연구의 <연구 1>의 대상은 연구에 참여를 희망하는 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생으로 한정하여 이루어졌고, 비만도와 관련이 높은 신체활동 참여도를 분석에 포함시키지 않아, 정상체중 초등학생과의 비교 및 신체활동 참여도와와의 관계를 통계학적으로 산출하기에는 제한점이 있다.

본 연구는 우리나라에서 소아비만 유병률이 높은 지역 중 하나인 제주지역 과체중 또는 비만 초등학생을 대상으로 체질량지수, 허리둘레, 체지방률의 다양한 비만도 측정방법을 사용하여 현 소아비만 실태를 규명하고, 방학기간을 이용한 건강증진 프로그램의 효과를 입증하였다는 측면에서 본 연구만의 차별성이 있고, 매우 가치 있는 연구라 생각된다.

본 연구결과를 토대로 향후 연구에서는 소아청소년기를 대표할 수 있는 연구대상 선정과 신체활동 참여시간 및 복부 내장지방의 분석 등 보다 심층적인 실태조사 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 건강증진 프로그램의 효과 측면에서 지속적인 종단적 연구를 통해 보다 명확히 입증할 필요성이 있다고 사료된다.

## 참고문헌

- 강두식, 최태희(2008). 제주도 초등학생의 체질량 지수가 신체능력검사와 식·생활습관에 미치는 영향. **한국초등체육학회지**, 14(3), 85-100.
- 강설중, 정성림(2010). 12주간 유산소 운동이 비만 청소년의 비만 지표, 인슐린저항성, 심혈관질환 위험인자 및 운동능력에 미치는 영향. **운동과학**, 19(3), 277-288.
- 강재현, 김규남, 이선영, 유선미(2009). 청소년기 공복혈당장애와 관련된 요인. **대한비만학회지**, 18(1), 38-45.
- 강현식, 홍혜련, 박진국(2010). 성별에 따른 아동의 비만지표, 대사성위험인자, 신체활동 비교. **한국체육학회지**, 49(6), 581-589.
- 교육과학기술부(2009). **학교건강검사규칙, 제8조 2항**. 교육과학기술부령 제38호.
- 권유찬, 윤미숙, 박상갑(2003). 유산소와 근저항의 복합트레이닝이 비만 청소년의 림프구 및 TNF- $\alpha$  농도에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 42(2), 335-345.
- 김봉석(2008). 유산소운동이 비만 초등학생의 혈중 leptin 및 ghrelin에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 22(4), 63-73.
- 김상훈, 이정필, 오재근(2005). 여자중학생의 일일 평균 보행수와 비만지수와의 관계. **한국여성체육학회지**, 19(1), 67-75.
- 김영준, 석재욱, 석혜경, 어경철, 최진관, 김주혁, 이윤관(2003). 유산소운동이 비만 청소년의 렙틴 및 지질농도에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 42(1), 583-591.
- 김영혜, 박남희, 이선미(2004). 비만관리프로그램이 초등학교 비만아동의 비만도, 신체조성, 체력, 지식 및 식행동에 미치는 효과. **아동간호학회지**, 10(1), 14-21.
- 김은성, 제갈윤석, 전용관(2009). 남자 고등학생들의 비만도와 심폐체력의 변화가 만성질환 위험요인에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 48(4), 525-533.
- 김종식(2010). 비만 청소년의 체중조절 프로그램이 신체구성, 혈중지질, 인슐린 민감도 및 IGF-1 농도에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 40, 719-730.

- 김종원, 전재영, 김태운(2007). 걷기운동과 행동수정 프로그램이 비만여중생의 체 조성, 체력 및 대사증후군 관련인자에 미치는 영향. **생명과학회지**, 17(12), 1744-1753.
- 김태운(2005). 생활양식 변화프로그램 적용이 비만 여자청소년의 대사증후군 관련 인자와 아디포넥틴에 미치는 영향. **운동영양학회지**, 9(3), 281-289.
- 김태운, 박장준, 박태곤, 김현준, 박찬호, 최문기, 이경희, 전재영, 양영옥(2007). 유 산소운동과 영양교육이 비만 아동의 심혈관질환 위험인자와 인슐린저항성 지표에 미치는 효과. **운동영양학회지**, 11(2), 123-128.
- 김현준(2007). 건강교육과 자발적 운동참여 프로그램이 비만 및 과체중아동의 신 체조성과 자기효능감에 미치는 영향. **대한비만학회지**, 16(3), 130-137.
- 김현준(2008). 과체중 및 비만 청소년에서 복합운동에 따른 c-reactive protein과 대사증후군 위험인자의 관계. **한국사회체육학회지**, 33, 787-794.
- 김현준, 이가영, 김윤진, 이상엽, 김영주, 한성호, 공은희, 노명숙(2006). 소아의 비 만도와 체력 및 사회성에 관한 분석. **대한비만학회지**, 15(1), 32-36.
- 김희경, 이현주(2006). 비만아동에 대한 비만관리프로그램의 효과. **아동간호학회 지**, 12(4), 451-461.
- 대한가정의학회 대사증후군연구회(2007). **대사증후군 매뉴얼**. 서울: 청운.
- 대한비만학회(2001). **임상비만학**. 서울: 고려의학.
- 대한비만학회(2005). **대사증후군의 병태적 분자생물학**. 서울: 의학문화사.
- 대한비만학회(2006). **소아·청소년 비만관리 지침서**. 서울: 대한비만학회.
- 대한비만학회(2008). **임상비만학**. 서울: 고려의학.
- 대한소아과학회(1999). **한국 소아 및 청소년 신체 발육 표준치**. 서울: 대한소아 과학회 보건통계위원회.
- 류현승, 노희태(2011). 아버지 직업유형에 따른 청소년 자녀의 비만도 및 체력에 관한 연구. **한국웰니스학회지**, 6(1), 103-108.
- 문현경, 김유진(2005). 한국중년층에서 체질량지수, 허리-엉덩이 둘레비 및 허리둘 레의 심장혈관계질환 위험인자 타당도 비교. **대한영양사협회학술지**, 11(3), 365-374.
- 박상갑, 김은희, 권유찬(2005). 복합트레이닝이 비만청소년의 복부지방과

- Adipocytokines에 미치는 영향. **대한스포츠의학회지**, 23(3), 270-277.
- 박상갑, 김은희, 신주화(2006). 장기간 에어로빅스가 비만 청소년의 최대산소섭취량과 복부지방 및 인슐린 저항성에 미치는 영향. **한국생활환경학회지**, 13(1), 18-23.
- 박소양, 이성숙, 최인선, 오승호(2001). 단기간의 운동 및 식이 조절이 비만아동의 질소 평형에 미치는 영향. **한국영양학회지**, 34(6), 637-644.
- 박정숙, 박은숙(2008). 일부 비만 중학생의 대사증후군 유병율과 영양소 섭취 실태 연구. **한국생활과학회지**, 17(1), 159-170.
- 박지혜, 김은성, 제갈윤석, 전용관(2010). 남자 고등학생들의 2년간 여가시간 신체 활동 참여시간과 비만도가 인슐린 저항성 및 심혈관질환 위험요인에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 49(1), 403-411.
- 박태곤(2008). 유산소 트레이닝과 식사조절 병행이 비만아동의 혈중지질과 아포지단백에 미치는 효과. **생명과학회지**, 18(10), 1384-1389.
- 박혜순(1998). 고지혈증과 비만. **제9차 대한비만학회 춘계학술대회**.
- 박혜순, 강운주, 신은수(1994). 서울지역 일부 비만아에서의 혈중 지질 및 식이 섭취 양상. **대한비만학회지**, 3(1), 47-54.
- 백상진, 이한, 박중훈, 정태상(2009). 복합줄넘기 트레이닝이 초등학교 비만학생의 인슐린 저항성, Adiponectin, CRP에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 17(1), 1-7.
- 백일영(2006). **운동과 에너지 대사**. 서울: 대한미디어.
- 보건복지부(2011). **2010 국민건강통계. 국민건강영양조사 제5기 1차년도(2010)**.
- 서주석, 정진원(2000). 줄넘기 운동이 초등학교 비만아의 체지방, 순환기능과 혈청지질에 미치는 영향. **운동영양학회지**, 4(1), 35-48.
- 송혜영(2010). **서울시 일부 초등학교 아동의 비만과 관련된 건강행태 특성**. 미간행 석사학위논문, 이화여자대학교 대학원.
- 신영오, 김정규, 문희원(2006). 웨이트 트레이닝을 병행한 유산소 운동이 비만 청소년의 혈중 성장호르몬 및 IGF-1 수준에 미치는 효과. **한국체육학회지**, 45(6), 575-582.
- 신윤아, 신윤정, 박진경, 박형재(2011). 서울시 중·고등학생의 과체중과 비만 진

- 단기준 비교. **대한비만학회지**, 20(2), 65-74.
- 안근영, 최윤선, 이동원, 김건영, 김정현, 성한나, 최경묵, 김선미, 이창범(2009). C-반응성 단백질과 소아비만과의 관계. **대한비만학회지**, 18(4), 131-137.
- 오경원, 장명진, 이나연, 문진수, 이종국, 유명환, 김영택(2008). 한국 소아청소년의 비만 유병률 추이: 1997년과 2005년 비교. **대한소아과학회지**, 51(9), 950-955.
- 오수일, 김세환, 강호민, 김정규(2007). 유산소 운동이 비만 청소년의 인슐린 저항성과  $\beta$ -세포 기능 및 adipokines에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 46(6), 473-485.
- 오수일, 장재훈, 허선(2008). 초등학교 비만아동을 대상으로 한 방과 후 비만관리 프로그램의 생활습관 및 신체활동량 평가. **운동영양학회지**, 12(1), 1-6.
- 우진희, 강성훈(2008). 개별 열량 소비 트레이닝이 비만 어린이의 산화-항산화체계에 미치는 영향. **체육과학연구**, 19(4), 75-81.
- 원종순, 전선환, 한애경(2008). 비만아동을 위한 율동적 춤 운동을 포함한 비만관리 프로그램의 효과. **기본간호학회지**, 15(4), 475-484.
- 원혜숙, 한성숙, 오세영, 김혜영, 김우경, 이현숙, 장영애, 조성수, 김숙희(2000). 한국 초·중·고등학생 비만의 BMI 기준 제시 및 체력과의 관계에 대한 연구. **한국영양학회지**, 33(3), 279-288.
- 이규진, 이경영, 신윤아(2007). 여자 청소년의 대사증후군, 인슐린 저항성, 아디포 사이토키인 및 심폐체력의 관련성 비교. **운동과학**, 16(3), 201-212.
- 이기화, 정종운(2010). 한국 소아청소년 대사증후군의 유병률과 10년간 추이: 1998-2008년도 국민건강영양조사. **대한피부미용학회지**, 8(4), 1-9.
- 이다홍(2005). 익산지역 비만 아동의 식습관, 체형 인식, 체중 조절 행동, 영양 섭취 상태와 혈액성상에 관한 연구. **동아시아식생활학회지**, 15(6), 663-674.
- 이동환(1996). 비만아의 진단과 관리. **소아과**, 39(8), 155-165.
- 이미숙, 김종규, 이남주, 김응준(2011). 초등학생의 교육청별, 비만수준에 따른 자기효능감과 건강관련체력. **한국체육측정평가학회지**, 13(1), 91-103.
- 이민철(2007). 비만 초등학생의 산소섭취량과 심박수 및 RPE 변화 비교. **한국발육발달학회지**, 15(4), 265-269.
- 이봉한, 고진호, 박정화, 김기진(2009). 아동의 비만과 골연령의 관련성 및 복합운

- 동 후 신체구성, 혈중지질농도와 체력의 변화. **한국발육발달학회지**, 17(2), 65-72.
- 이상진, 김찬웅, 임인석, 안지현(2010). 일개 대학병원 고등학생 검진에서 정상 간 효소치와 비만 간의 관계. **대한비만학회지**, 19(2), 56-61.
- 이성민, 양점홍, 김수진, 전영남(2005). 초등학교 정상아와 비만아의 건강관련체력과 신체활동량의 비교분석. **한국체육학회지**, 44(6), 1185-1193.
- 이성은, 정영미, 정길수(2004). 생체전기임피던스법을 이용한 체성분 분석에 의한 신체외형도(Somatotype Drawing)의 타당성 연구-비만평가도구로서의 타당도 평가-. **한국보건간호학회지**, 18(2), 299-311.
- 이양구, 오수학(2009). 학생건강체력평가 프로그램(Physical Activity Promotion System)을 통한 비만도와 건강체력의 관계. **한국초등체육학회지**, 15(3), 247-256.
- 이정민, 윤지영, 이주희(2010). 비만 아동을 위한 영양-운동 병행 체중조절 프로그램 운영에 관한 연구. **대한지역사회영양학회지**, 15(6), 727-739.
- 이재현(2006). 대사증후군 요인 유무에 따른 비만 아동의 신체 활동 양상. **한국체육학회지**, 45(3), 599-607.
- 이형우(2006). 대사 증후군의 진단과 치료. **대한내과학회지**, 17(4), 463-467.
- 이현숙, 최진선, 김화영(2005). 비만 아동의 혈청 Resistin, Adiponectin 및 Leptin 농도에 관한 연구. **한국영양학회지**, 38(3), 197-202.
- 이혜진, 윤경은, 박혜순, 김선미, 최경목(2009). 소아에서 C-reactive Protein 및 아디포카인과 대사위험인자와의 관계. **대한비만학회지**, 18(4), 158-166.
- 장현용, 홍상완, 김봉석, 강호율(2003). 6주간의 유산소성 운동이 비만 청소년의 혈중 leptin 수준에 미치는 영향. **한국체육교육학회**, 8(3), 125-134.
- 전재영(2007). 생활양식변화 중재프로그램이 비만 아동의 대사증후군 관련인자와 C-반응단백에 미치는 효과. **한국사회체육학회지**, 31, 1235-1245.
- 정소봉, 정찬복(2005). 복합운동이 비만 남·여 초등학생 신체조성과 혈청지질 변화에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 13(3), 71-81.
- 정승교(2009). 20대 여성의 비만 검진 방법으로서의 체질량지수와 허리둘레. **기본간호학회지**, 16(1), 14-20.

- 정한상, 현무성(2011). 비만 여자청소년들의 뇌건강 평가를 위한 심폐체력과 혈중 BDNF, 심혈관질환 위험요인의 유용성 평가. **한국체육측정평가학회지**, 13(2), 105-113.
- 제갈윤석, 김은성(2010). 남자 고등학생의 비만도 상관요인으로써 여가시간 신체 활동과 체력 비교. **한국생활환경학회지**, 17(1), 47-55.
- 제갈윤석, 김은성, 박지혜, 전용관, 임지애(2008). 한국 남자 고등학생의 체력과 인슐린 저항성 및 심혈관질환 위험요인과의 관계. **한국체육학회지**, 47(3), 485-493.
- 제주특별자치도교육청(2010). **2010년도 비만예방협의회 제1차 회의록**.
- 조병기, 강지현, 이정석, 유병연(2007). 초중학생에서 이중에너지 방사선 흡수법을 기준으로 InBody 720 및 신체계측치를 이용한 소아 비만진단의 유용성. **가정의학회지**, 28(7), 523-531.
- 조옥수, 노호성, 장명재(2006). 비만 아동의 감량프로그램이 혈중 렙틴농도, 에너지 대사, 체지방 분포에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 14(2), 115-125.
- 조현철, 이기세(2008). 12주간 걷기 운동이 비만 아동의 체구성, 인슐린 및 렙틴에 미치는 효과. **한국사회체육학회지**, 34, 1147-1156.
- 질병관리본부(2007). **소아·청소년 표준 성장도표(2007)**.
- 질병관리본부(2011). **제6차(2010년) 청소년건강행태온라인조사 통계**.
- 최동희, 박은숙(2005). 초등학생의 비만 이환율 및 비만도에 따른 지방 섭취량·혈청 총콜레스테롤/중성지방 수준 연구. **동아시아식생활학회지**, 15(1), 29-39.
- 최미경, 김미현, 이윤신, 조혜경, 김경희, 이보배, 성미경, 승정자(2005). 비만 중학생의 비만도와 영양지식, 영양섭취상태 및 혈액성상과의 상관성. **한국식품영양과학회지**, 34(2), 181-189.
- 최순남, 김현정, 윤미은, 이상엽(2010). 비만 관리 프로그램이 비만 아동의 체성분과 혈청지질에 미치는 영향. **한국식생활문화학회지**, 25(1), 91-99.
- 최현석, 신현호(1998). 고혈압과 비만. **제9차 대한비만학회 춘계학술대회**.
- 한국교육개발원(2008). **학생 건강검진 기준(가이드라인) 개발 연구**.

- 한상철, 강계윤, 한보미(2003). 운동형태에 따른 비만 초등학생의 신체성분 및 기초체력에 미치는 영향. *한국발육발달학회지*, 11(1), 157-167.
- 허만동, 이경렬, 정성림(2009). 12주간의 다양한 스포츠활동이 비만 초등여학생의 체지방율, GH, IGF-1 및 대사성증후군 위험인자에 미치는 영향. *한국사회체육학회지*, 37, 1091-1099.
- 허선, 장재훈(2009). 방과 후 뉴스포츠 운동프로그램이 비만 아동의 신체구성과 혈액 성분에 미치는 영향. *한국발육발달학회지*, 17(2), 73-80.
- Alberti, K. G., & Zimmet, P. Z.(1998). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabetic medicine*, 15(7), 539-553.
- Alberti, K. G., Zimmet, P., & Shaw, J.(2005). Metabolic syndrome—a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federations. *Diatetic Medicine*, 23, 469-480.
- Allison, D. B., Fontaine, K. R., Manson, J. E., Stevens, J., & Vanltallie, T. B.(1999). Annual deaths attributable to obesity in the United States. *The Journal of the American Medical Association*, 282(16), 1530-1538.
- ACSM(2009). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Wolters Kluwer: Lippincott Williams & Wilkins.
- ADA(2000). Type 2 Diaberes in Children and Adolescents. *Pediatrics*, 105(3pt1), 671-680.
- Armstrong, K., Rakhit, D., Jeffriess, L., Johnson, D., Leano, R., Prins, J., Garske, L., Marwick, T., & Isbel, N.(2006). Cardiorespiratory fitness is related to physical inactivity, metabolic risk factors, and atherosclerotic burden in glucose-intolerant renal transplant recipients. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 1(6), 1275-1283.
- Ascaso, J. F., Romero, P., Real, J. T., Lorente, R. I., Martinez-Valls, J., & Carmena, R.(2003). Abdominal obesity, insulin resistance, and metabolic syndrome in a southern European population. *European Journal of*

*Internal Medicine*, 14(2), 101-106.

- Baker, J. L., Olsen, L. W., & Sorensen, T. I.(2007). Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *New England Journal of Medicine*, 357(23), 2329-2337.
- Balkau, B., & Charles, M. A.(EGIR)(1999). Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance(EGIR). *Diabetic Medicine*, 16(5), 442-443.
- Bao, W., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S.(1996). Persistent elevation of plasma insulin levels is associated with increased cardiovascular risk in children and young adults: The Bogalusa Heart Study. *Circulation*, 93(1), 54-59.
- Barness, L. A., Dallman, P. R., Anderson, H., Collipp, P. J., Nichols Jr, B. L., Walker, W. A., Woodruff, C. W., Tomarelli, R. M., Benson, J. D., Purvis, G. A., LiCari, J., Lockhart, H. B., Saperstein, S., Anderson, B. E., White, P. L., Egan, M. C., Cheney, M., Roy, C., Moore, M., Chopra, J., Brown, M. L., Sarett, H. P., Fjellstedt, T. J., Teply, L. J., Kennedy, E., Darby, W. J., & Lewy, P.(1981). Nutritional aspects of obesity in infancy and childhood. *Pediatrics*, 68(6), 880-883.
- Bassuk, S. S., & Manson, J. E.(2005). Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. *Journal of Applied Physiology*, 99(3), 1193-1204.
- Bell, S. K., & Morgan, S. B.(2000). Children's attitudes and behavioral intentions toward a peer presented as obese: Does a medical explanation for the obesity make a difference? *Journal of Pediatric Psychology*, 25(3), 137-145.
- Boney, C. M., Verma, A., Tucker, R., & Vohr, B. R.(2005). Metabolic syndrome in childhood: association with birth weight, maternal obesity, and gestational diabetes mellitus. *Pediatrics*, 115(3), e290-296.
- Bonora, E., Moghetti, P., Moghetti, C., Cigolini, M., Querena, M., Cacciatori, V.,

- Corgnati, A., & Muggeo, M.(1989). Estimates of in vivo insulin action in man: comparison of insulin tolerance tests and euglycemic and hyperglycemic glucose clamp studies. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 68(2), 374-378.
- Boyko, E. J., Leonetti, D. L., Bergstrom, R. W., Newell-Morris, L., & Fujimoto, W. Y.(1996). Visceral adiposity, fasting plasma insulin, and lipid and lipoprotein levels in Japanese Americans. *International Journal of Obesity and Related Metabolic disorders*, 20(9), 801-808.
- Bray, G. A., & Bouchard, C.(2004). *Handbook of Obesity. 2nd Ed.* New York: Taylor & Francis.
- Brunzell, J. D., & Hokanson, J. E.(1999). Dyslipidemia of central obesity and insulin resistance. *Diabetes Care*, 22(3), 10-3.
- Burkhauser, R. V., & Cawley, J.(2008). Beyond BMI: The value of more accurate measures of fatness and obesity in social science research. *Journal of Health Economics*, 27(2), 519-529.
- Caranti, D. A., de Mello, M. T., Prado, W. L., Tock, L., Sigueira, K. O., de Piano, A., Lofrano, M. C., Cristofalo, D. M., Lederman, H., Tufik, S., & Damaso, A. R.(2007). Short-and long-term beneficial effects of a multidisciplinary therapy for the control of metabolic syndrome in obese adolescents. *Metabolism*, 56(9), 1293-1300.
- Carnethon, M. R., Gulati, M., & Greenland, P.(2005). Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiovascular fitness in adolescents and adults. *The Journal of the American Medicine Association*, 294(23), 2981-2988.
- Centers for Disease Control and Prevention(2010). *Obesity and Overweight. Prevalence of Overweight, obesity, and extreme obesity among adults: United States, Trends 1960-1962 Through 2007-2008.* [http://www.cdc.gov/NCHS/data/hestat/obesity\\_adult\\_07\\_08/obesity\\_adult\\_07\\_08.pdf](http://www.cdc.gov/NCHS/data/hestat/obesity_adult_07_08/obesity_adult_07_08.pdf).
- Centers for Disease Control and Prevention(2011). *Health, United States, 2011.*

-With Special Feature on Socioeconomic Status And Health-.  
<http://www.cdc.gov/nchs.hus.contents2011.htm#074>.

- Chapman, M. J., Assmann, G., Fruchart, J. C., Shepgerd, J., & Sirtori, C.(2004). Raising high-density lipoprotein cholesterol with reduction of cardiovascular risk: the role of nicotinic acid—a position paper developed by the European Consensus Panel on HDL-C. *Current Medical Research and Opinion*, 20(8), 1253-1268.
- Chen, W., Srinivasan, S. R., Elkasabany, A., & Berenson, G. S.(1999). Cardiovascular risk factors clustering features of insulin resistance syndrome (syndrome X) in a biracial (Black-White) population of children, adolescents, and you adults: the Bogalusa Heart Study. *American Journal Epidemiology*, 150(7), 667-674.
- Chu, N. F., Rimm, E. B., Wang, D. J., Liou, H. S., & Shieh, S. M.(1998). Clustering of cardiovascular disease risk factors among obese schoolchildren: The Taipei Children Heart Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 67(6), 1141-1146.
- Cook, S., Weitzman, M., Auinger, P., Nguyen, M., & Dietz, W. H.(2003). Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Archivea of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 157(8), 821-827.
- Cooper, C., Sarvey, S., Collier, D., Willson, C., Green, I., Pories, M. L., Rose, M. A., Escott-Stump, S., & Pories, W.(2006). For comparison: experience with a children's obesity camp. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 2(6), 622-626.
- Coran, M. I., Ball, G. D., & Cruz, M. L.(2003). Obesity and risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease in children and adolescents. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 88(4), 1417-1427.
- Cornier, M. A., Dabelea, D., Hernandez, T. L., Lindstrom, R. C., Steig, A. J.,

- Stob, N. R., Van Pelt, R. E., Wang, H., & Eckel, R. H.(2008) The metabolic syndrome. *Endocrine Reviews*, 29(7), 777-822.
- Cruz, M. L., Weigensberg, M. J., Huang, T. T., Ball, G., Shaibi, G. Q., & Goran, M. I.(2004). The metabolic syndrome in overweight Hispanic youth and the role of insulin sensitivity. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(1), 108-113.
- Csabi, G., Torok, K., Jeges, S., & Molnar, D.(2000). Presence of metabolic cardiovascular syndrome in obese children. *European Journal of Pediatrics*, 159(1-2), 91-94.
- Daniels, S. R., Arnett, D. K., Eckel, R. H., Gidding, S. S., Hayman, L. L., Kumanyika, S., Robinson, T. N., Scott, B. J. StJeor, S., & Williams, C. L.(2005). Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation*, 111(15), 1999-2012.
- Daniels, S. R., Khoury, P. R., & Morrison, J. A.(2000). Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents. *American Journal of Epidemiology*, 152(12), 1179-1184.
- de Ferranti, S. D., Gauvreau, K., Ludwig, D. S., Neufeld, E. J., Newburger, J. W., & Rifai, N.(2004). Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation*, 110(16), 2494-2497.
- DeFronzo, R. A., Bonadonna, R. C., & Ferrannini, E.(1992). Pathogenesis of NIDDM. A balanced overview. *Diabetes Care*, 15(3), 318-368.
- DeFronzo, R. A., & Ferrannini, E.(1991). Insulin resistance. A multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care*, 14(3), 173-194.
- Dengel, D. R., Pratley, R. E., Hagberg, J. M., Rogus, E. M., & Goldberg, A. P.(1996). Distinct effects of aerobic exercise training and weight loss on glucose homeostasis in obese sedentary men. *Journal of Applied*

- Physiology*, 81(1), 318-325.
- Despres, J. P.(1993). Abdominal obesity as important component of insulin resistance syndrome. *Nutrition*, 9(5), 452-459.
- Dietz, W. H.(1995). *Childhood obesity: Prevalence and effects*. New York: Guilford Press.
- Dietz, W. H., & Robinson, T. N.(2005). Clinical practice. Overweight children and adolescents. *New England Journal of Medicine*, 352(20), 2100-2109.
- DuBose, K. D., Eisenmann, J. C., & Donnelly, J. E.(2007). Aerobic fitness attenuates the metabolic syndrome score in normal-weight, at-risk-for-overweight, and overweight children. *Pediatrics*, 120(5), 1262-1268.
- Eckel, R. H., Grundy, S. M., & Zimmel, P. Z.(2005). The metabolic syndrome. *Lancet*, 365, 1415-1428.
- Eisenmann, J. C., Welk, G. J., Ihmels, M., & Dollman, J.(2007). Fatness, fitness, and cardiovascular disease risk factors in children and adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1251-1256.
- Epstein, L. H., Klein, K. R., & Wisniewski, L.(1994). Child and parent factors that influence psychological problems in obese children. *International Journal of Eating Disorders*, 15(2), 151-158.
- Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight in Adults(1998). Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight in adults: executive summary. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 68(4), 899-917.
- Falkner, B., Hassink, S., Ross, J., & Gidding, S.(2002). Dysmetabolic syndrome: multiple risk factors for premature adult disease in an adolescent girl. *Pediatrics*, 110(1), e1-5.
- Farris, J. W., Taylor, L., Williamson, M., & Robinson, C.(2011). A 12-week Interdisciplinary Intervention Program for Children who are Obese.

*Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, 22(4), 12-20.

- Ford, E. S.(2005). Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence. *Diabetes Care*, 28(7), 1769-1778.
- Ford, E. S., Ajani, U. A., & Mokdad, A. H.(2005). The metabolic syndrome and concentrations of C-reactive protein among U.S. youth. *Diabetes Care*, 28(4), 878-881.
- Ford, E. S., Giles, W. H., & Dietz, W. H.(2002). Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *The Journal of the American Medical Association*, 287(3), 356-359.
- Frankenfield, D. C., Rowe, W. A., Cooney, R. N., Smith, J. S., & Becker, D.(2001). Limits of body mass index to detect obesity and predict body composition. *Nutrition*, 17(1), 26-30.
- Freedman, D. S., Burke, G. L., Harsha, D. W., Srinivasan, S. R., Creanta, J. L., Webber, L. S., & Berenson, G. S.(1985). Relationship of changes in obesity to serum lipid and lipoprotein changes in childhood and adolescence. *The Journal of the American Medical Association*, 254(4), 515-520.
- Friedewald, W. T., Levy, R. I., & Fredrickson, D. S.(1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6), 499-502.
- Fujikawa, R., Okubo, M., Egusa, G., & Kohno, N.(2001). Insulin resistance precedes the appearance of albuminuria in non-diabetic subjects: 6 years follow up study. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 53(2), 99-106.
- Fujimoto, W. Y., Abbate, S. L., Kahn, S. E., Hokanson, J. E., & Brunzell, J. D.(1994). The visceral adiposity syndrome in Japanese-American men.

- Obesity Research*, 2(4), 364-371.
- Garrow, J. S.(1978). *Energy balance and obesity in men: 2nd rev.ed.* NY: Elsevier.
- Gately, P. J., Cooke, C. B., Barth, J. H., Bewick, B. M., Radley, D., & Hill, A. J.(2005). Children's residential weight-loss programs can work: a prospective cohort study of short-term outcomes for overweight and obese children. *Pediatrics*, 116(1), 73-77.
- Gil-Campos, M., Canete, R. R., & Gil, A.(2004). Adiponectin, the missing link in insulin resistance and obesity. *Clinical Nutrition*, 23(5), 963-974.
- Goodpaster, B. H., Katsiaras, A., & Kelley, D. E.(2003). Enhanced fat oxidation through physical activity is associated with improvements in insulin sensitivity in obesity. *Diabetes*, 52(9), 2191-2197.
- Goodyear, L. J., & Kahn, B. B.(1998). Exercise, glucose transport, and insulin sensitivity. *Annual Review of Medicine*, 49, 235-261.
- Goran, M. I., & Gower, B. A.(1999). Relation between visceral fat and disease risk in children and adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(1), 149-56.
- Gortmaker, S. L., Must, A., Perrin, J. M., Sobol, A. M., & Dietz, W. H.(1993). Social and economic consequences of overweight in adolescence and young adulthood. *The New England Journal of Medicine*, 329(14), 1008-1012.
- Gower, B. A., Nagy, T. R., & Goran, M. I.(1999). Visceral fat, insulin sensitivity, and lipids in prepubertal children. *Diabetes*, 48(8), 1515-1521.
- Grundy, S. M., Brewer, H. B. Jr., Cleeman, J. I., Smith, S. C. Jr., & Lenfant, C.(2004). American Heart Association, National Heart, Lung, and Blood Institute. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition, *Circulation*, 109(3), 433-438.
- Grundy, S. M.(1990). *Dietary factors affecting lipoprotein metabolism. In:*

- Cholesterol and atherosclerosis*. Philadelphia: Lippincon company.
- Guo, S. S., Roche, A. F., Chumlea, W. C., Gardner, J. D., & Siervogel, R. M.(1994). The predictive value of childhood body mass index values for overweight at age 35y. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 59(4), 810-819.
- Hall, J. E.(1994). Luis K. Dahl Memorial Lecture. Renal and cardiovascular mechanisms of hypertension in obesity. *Hypertension*, 23(3), 381-394.
- Heymsfield, S. B., Pietrobelli, A., Wang, Z., & Saris, W. H.(2005). The end of body composition methodology research? *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 8(6), 591-594.
- Himes, J. H., & Dietz, W. H.(1994). Guidelines for overweight in adolescent preventive services: recommendations from an expert committee. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 59(2), 307-316.
- Himsworth, H. P.(1936). Diabetes mellitus: its differentiation into insulin-sensitive and insulin-insensitive types. *Lancet*, 1, 127-130.
- Houmard, J. A., Tanner, C. J., Slentz, C. A., Suscha, B. D., McCartney, J. S., & Kraus, W. E.(2004). Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *Journal of Applied Physiology*, 96(1), 101-106.
- Hsing, A. W., Gao, Y. T., Chua, S. Jr., Deng, J., & Stanczyk, F. Z.(2003). Insulin resistance and prostate cancer risk. *Journal of the National Cancer Institute*, 95(1), 67-71.
- IDF(2005). *The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome*.
- IOTF(2011). *The Global Epidemic*.  
<http://www.iaso.org/iotf/obesity/obesitytheglobalepidemic/>.
- Ivy, J. L.(1997). Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Sports Medicine*, 24(5), 321-336.

- Jekal, Y., Kim, E. S., Im, J. A., Park, J. H., Lee, M. K., Lee, S. H., Suh, S. H., Chu, S. H., Kang, E. S., Lee, H. C., & Jeon, J. Y.(2009). Interaction between fatness and fitness on CVD risk factors in Asian youth. *International Journal of Sports Medicine*, *30*(10), 733-740.
- Jekal, Y., Yun, J. E., Park, S. W., Jee, S. H., & Jeon, J. Y.(2010). The Relationship between the Level of Fatness and Fitness during Adolescence and the Risk Factors of Metabolic Disorders in Adulthood. *Korean Diabetes Journal*, *34*(2), 126-134.
- Juhan-Vague, I., Thompson, S. G., & Jespersen, J.(1993). Involvement of the hemostatic system in the insulin resistance syndrome: A study of 1500 patients with angina pectoris. The ECAT Angina Pectoris Study Group. *Arteriosclerosis and Thrombosis*, *13*(12), 1865-1873.
- Kanai, H., Matsuzawa, Y., Kotani, K., Keno, Y., Kobatake, T., Fujioks, S., Tokunaga, K., & Tarui, S.(1990). Close correlation of intra-abdominal fat accumulation to hypertension in obese women. *Hypertension*, *16*(5), 484-490.
- Kaplan, N. M.(1989). The deadly quartet. Upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia, and hypertension. *Archives of Internal Medicine*, *149*(7), 1514-1520.
- Katz, A., Nambi, S. S., Mather, K., Baron, A. D., Follmann, D. A., Sullivan, G., & Quon, M. J.(2000). Quantitative insulin sensitivity check index: a sample, accurate method for assessing insulin sensitivity in humans. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *85*(7), 2402-2410.
- Kelishadi, R., Razaghi, E. M., Gouya, M. M., Ardalan, G., Gheiratmand, R., Delavari, A., Motaghian, M., Ziaee, V., Siadat, Z. D., Majdzadeh, R., Heshmat, R., Barekati, H., Arabi, M. S., Heidarzadeh, A., & Shariatinejad, K.(2007). Association of physical activity and the metabolic syndrome in children and adolescents: CASPIAN Study.

*Hormone Research*, 67(1), 46-52.

- Kim, E. S., Im, J. A., Kim, K. C., Park, J. H., Suh, S. H., Kang, E. S., Kim, S. H., Jekal, Y., Lee, C. W., Yoon, Y. J., Lee, H. C., & Jeon, J. Y.(2007). Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. *Obesity*, 15(12), 3023-3030.
- King, D. S., Staten, M. A., Kohrt, W. M., Dalsky, G. P., Elahi, D., & Holloszy, J. O.(1990). Insulin secretory capacity in endurance-trained and untrained young men. *The American Journal of Physiology*, 259(2 pt 1), E155-161.
- King, N. A., Hester, J., & Gately, P. J.(2007). The effect of a medium term activity and diet induced energy deficit on subjective appetite sensations in obese children. *International Journal of Obesity*, 31(2), 334-339.
- Kissebah, A. H.(1996). Intra-abdominal fat: is it a major factor in developing diabetes and coronary artery disease? *Diabetes Research and Clinical Practice*, 30, 25-30.
- Klein, R.(1996). *EAT FAT*. New York: Pantheon Books.
- Klein, S., Allison, D. B., Heymsfield, S. B., Kelley, D. E., Leibel, R. L., Nonas, C., & Kahn, R.(2007). Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(5), 1197-1202.
- Knopfli, B. H., Radtke, T., Lehmann, M., Schatzle, B., Eisenblatter, J., Gachnang, A., Wiederkegr, P., Hammer, J., & Brooks-Wildhaber, J.(2008). Effects of a multidisciplinary inpatient intervention on body composition, aerobic fitness, and quality of life in severely obese girls and boys. *The Journal of Adolescent Health*, 42(2), 119-127.
- Kopelman, P. G.(2010). *Clinical Obesity in Adults and Children*. Melbourne:

Wiley-Blackwell.

- Kourti, M., Tragiannidis, A., Makedou, A., Papageorgiou, T., Rousso, I., & Athanassiadou, F.(2005). Metabolic syndrome in children and adolescents with acute lymphoblastic leukemia after the completion of chemotherapy. *Journal of Pediatric Hematology/Oncology*, 27(9), 499-501.
- Kovacs, V. A., Fajcsak, Z., Gabor, A., & Martos, E.(2009). School-based exercise program improves fitness, body composition and cardiovascular risk profile in overweight/obese children. *Acta Physiologica Hungarica*, 96(3), 337-347.
- Kylin, E.(1923). Studien. Hypertonie-Hyperglykamie-Hyperurikamiesyndrom. *Zentralblatt fur Ineere Medizin*, 44, 105-127.
- Lean, M. E., Han, T. S., & Morrison, C. E.(1995). Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *British Medical Journal*, 311(6998), 158-161.
- Lee, C. D., Jacobs, D. R. Jr., Hankinson, A., Iribarren, C., & Sidney, S.(2009). Cardiorespiratory fitness and coronary artery calcification in young adults: The CARDIA Study. *Atherosclerosis*, 203(1), 263-268.
- Leenen, R., Kooy, V. K., Seidell, J. C., & Deurenberg, P.(1996). Visceral fat accumulation measured by magnetic resonance imaging in relation to serum lipids in obese men and women. *Atherosclerosis*, 94(2-3), 171-181.
- Li, S., Chen, W., Srinivasan, S. R., Bond, M. G., Tang, R., Urbina, E. M., & Berenson, G. S.(2003). Childhood cardiovascular risk factors and carotid vascular changes in adulthood. *The Journal of the American Medicine Association*, 290(17), 2271-2276.
- Liese, A. D., Mayer-Davis, E. J., & Haffner, S. M.(1998). Development of the multiple metabolic syndrome: an epidemiologic perspective. *Epidemiologic Reviews*, 20(2), 157-172.

- Lurbe, E., Alvarez, V., & Redon, J.(2001). Obesity, body fat distribution, and ambulatory blood pressure in children and adolescents. *Journal of Clinical Hypertension*, 3(6), 362-367.
- Maiorana, A., O'Driscoll, G., Goodman, C., Taylor, R., & Green, D.(2002). Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 56(2), 115-123.
- Mamalakis, G., Kafatos, A., Manios, Y., Kalogeropoulos, N., & Andrikopoulos, N.(2002). Abdominal vs buttock adipose fat: relationships with children's serum lipid levels. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(11), 1081-1086.
- Manson, J. E., Skerrett, P. J., Greenland, P., & Vanltallie, T. B.(2004). The escalating pandemics of obesity and sedentary lifestyle. A call to action for clinicians. *Archives of Internal Medicine*, 167(3), 249-258.
- Mark, A. L., & Anderson, E. A.(1995). Genetic factors determine the blood pressure response to insulin resistance and hyperinsulinemia: A call refocus the insulin hypothesis of hypertension. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 208(4), 330-336.
- Mather, K. J., Hunt, A. E., Steinberg, H. O., Paradisi, G., Hook, G., Katz, A., Quon, M. J., & Baron, A. D.(2001). Repeatability characteristic of simple indices of insulin resistance: implications for research applications. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 86(11), 5457-5464.
- Matthews, D. R., Hosker, J. P., Rudenski, A. S., Naylor, B. A., Treacher, D. F., & Turner, R. C.(1985). Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*, 28(7), 412-419.
- McGuigan, M. R., Tatasciore, M., Newton, R. U., & Pettigraew, S.(2009). Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. *Journal of Strength and*

*Conditioning Research*, 23(1), 80-85.

- Meigs, J. B.(2000). Invited commentary: insulin resistance syndrome? Syndrome X? Multiple metabolic syndrome? A syndrome at all? Factor analysis reveals patterns in the fabric of correlated metabolic risk factors. *American Journal of Epidemiology*, 152(10), 908-911.
- Mikines, K. J., Sonne, B., Tronier, B., & Galbo, H.(1989). Effects of training and detraining on dose-response relationship between glucose and insulin secretion. *The American Journal of Physiology*, 256(5 pt 1), E588-596.
- Misra, A., Alappan, N. K., Vikram, N. K., Goel, N., Mittal, K., Bhatt, S., & Luthra, K.(2008). Effect of supervised progressive resistance-exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and body composition in Asian Indians with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 31(7), 1281-1287.
- Molarius, A., & Seidell, J. C.(1998). Selection of anthropometric indicators for classification of abdominal fatness—a critical review. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 22(8), 719-727.
- Molarius, A., Seidell, J. C., Sans, S., Tuomilehto, J., & Kuulasmaa, K.(1999). Waist and hip circumferences, and waist-hip ratio in 19 populations of the WHO MONICA Project. *International Journal of Obesity and Related Metabolic disorders*, 23(2). 116-125.
- Moreno, L. A., Pineda, I., Rodriguez, G., Fleta, J., Giner, A., Juste, M. G., Sarria, A., & Bueno, M.(2002). Leptin and metabolic syndrome in obese and nonobese children. *Hormone and Metabolic Research*, 34(7), 394-399
- Mulhall, B. P., Ong, J. P., & Younossi, Z. M.(2002). Non-alcoholic fatty liver disease: an overview. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 17(11), 1136-1143.
- Must, A., Jacques, P. F., Dallal, G. E., Bajema, C. J., & Dietz, W. H.(1992).

- Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents. A follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. *The New England Journal of Medicine*, 327(19), 1350-1355.
- Must, A., & Strauss, R. S.(1999). Risks and consequences of childhood and adolescent obesity. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 23, 2-11.
- Nagaya, T., Yoshida, H., Takahashi, H., Matsuda, Y., & Kawai, M.(1999). Body mass index(weight/geight<sup>2</sup>) or percentage body fat by bioelectrical impedance analysis: which variable better reflects serum lipid profile? *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 23(7), 771-774.
- NCEP(2001). Execuitve Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program(NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol In Adults(Adult Treatment Panel III). *The Journal of the American Medical Association*, 285(19), 2486-2497.
- National Cholesterol Education Panel(1991). *Report of the Expert Panel on Blood Cholesterol Levels in Children and Adolescents*. Bethesda, Md: National Institutes of Health. NIH Publication.
- NHBPEP(1996). National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents. Update on the 1987 Task Force Report on High Blood Pressure in Children and Adolescents: a working group report from the National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics*, 98(4pt1), 649-658.
- Nicklas, B. J., Penninx, B. W., Ryan, A. S., Berman, D. M., Lynch, N. A., & Dennis, K. E.(2003). Visceral adipose tissue cutoffs associated with metabolic risk factors for coronary heart disease in women. *Diabetes Care*, 26(5), 1413-1420.
- Nieman, D. C., Haig, J. L., Fairchild, K. S., DeGuia, E. D., Dizon, G. P., &

- Register, U. D.(1990). Reducing-diet exercise training effects on serum lipids and lipoproteins in mildly obese women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 52(4), 640-645.
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Curtin, L. R., McDowell, M. A., Tabak, C. J., & Flegal, K. M.(2006). Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *The Journal of the American Medicine Association*, 295(13), 1549-1555.
- Ogden, C. L., & Flegal., K. M.(2010). Changes in terminology for childhood overweight and obesity. *National Health Statistics Reports*, 25(25), 1-5.
- Pankow, J. S., Jacobs, D. R. Jr., Steinberger, J., Moran, A., & Sinaiko, A. R.(2004). Insulin resistance and cardiovascular disease risk factors in children of parents with the insulin resistance (metabolic) syndrome. *Diabetes Care*, 27(3), 775-780.
- Pasanisi, P., Berrino, F., DePetris, M., Venturelli, E., Mastroianni, A., & Panico, S.(2006). Metabolic syndrome as a prognostic factor for breast cancer recurrences. *International Journal of Cancer*, 119(1), 236-238.
- Pyorala, M., Miettinen, H., & Pyorala, K.(1998). Hyperinsulinemia predicts coronary heart disease risk in healthy middle-aged men: the 22-year follow-up results of the Helsinki Policemen Study. *Circulation*, 98(5), 398-404.
- Quon, M. J.(2001). Limitations of the fasting glucose to insulin ratio as an index of insulin sensitivity. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 86(10), 4615-4617.
- Rao, G.(2001). Insulin resistance syndrome. *American Family Physician*, 63(6), 1159-1163.
- Reis, E. C., Kip, K. E., Marroguin, O. C., Kiesau, M., Hipps, L. Jr., Peters, R. E., & Reis, S. E.(2006). Screening children to identify families at increased risk for cardiovascular disease. *Pediatrics*, 118(6), e1789-1797.
- Reaven, G. M.(1988). Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human

- disease. *Diabetes*, 37(12), 1595-1607.
- Roberts, C. K., & Barnard, R. J.(2005). Effects of exercise and diet on chronic disease. *Journal of Applied Physiology*, 98(1), 3-30.
- Rosner, B., Prineas, R., Daniels, S. R., & Loggie, J.(2000). Blood pressure differences between blacks and whites in relation to body size among US children and adolescents. *American Journal of Epidemiology*, 151(10), 1007-1019.
- Ross, R., Dagnone, D., Jones, P. J., Smith, H., Paddags, A., Hudson, R., & Janssen, I.(2000). Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial. *Annals of Internal Medicine*, 133(2), 92-103.
- Savoie, M., Shaw, M., Dziura, J., Tamborlane, W, V., Rose, P., Guandalini, C., Goldberg-Gell, R., Burgert, T. S., Cali, A. M., Weiss, R., & Caprio, S.(2007). Effects of a weight management program on body composition and metabolic parameters in overweight children: a randomized controlled trial. *The Journal of the American Medical Association*, 297(24), 2697-2704.
- Savva, S. C., Tornaritis, M., Sawa, M. E., Kourides, Y., Panagi, A., Silikiotou, N., Georgiou, C., & Kafatos, A.(2000). Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 24(11), 1453-1458.
- Sawa, S. C., Kourides, Y., Tornaritis, M., Epiphaniou-Sawa, M., Chadjigeorgiou, C., & Kafatos, A.(2002). Obesity in children and adolescent in Cyprus. Prevalence and predisposing factors. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 26(8), 1036-1045.
- Seidell, J. C., & Bouchard, C.(1997). Visceral fat in relation to health: is it a major culprit or simply an innocent bystander? *International Journal of*

- Obesity and Related Metabolic Disorders*, 21(8), 626-631.
- Shapiro, J. P., Baumeister, R. F., & Kessler, J. W.(1991). A three-component model of children's teasing: Aggression, humor, and ambiguity. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 10(4), 459-472.
- Shulman, G. I.(1999). Cellular mechanisms of insulin resistance in humans. *The American Journal of Cardiology*, 84(1), 3-10.
- Sidorenkov, O., Nilssen, O., & Grjibovski, A. M.(2010). Metabolic syndrome in Russian adults: associated factors and mortality from cardiovascular diseases and all causes. *BMC Public Health*, 10, 582.
- Sinha, R., Fisch, G., Teague, B., Tamborlane, W. V., Banyas, B., Allen, K., Savoye, M., Rieger, V., Taksali, S., Barbetta, G., Sherwin, R. S., & Caprio, S.(2002). Prevalence of impaired glucose tolerance among children and adolescents with marked obesity. *The New England Journal of Medicine*, 346(11), 802-810.
- Slentz, C. A., Aiken, L. B., Houmard, J. A., Bales, C. W., Johnson, J. L., Tanner, C. J., Duscha, B. D., & Keaus, W. E.(2005). Inactivity, exercise, and visceral fat. STRRIDE: a randomized, controlled study of exercise intensity and amount. *Journal of Applied Physiology*, 99(4), 1613-1618.
- Steene-Johannessen, J., Anderssen, S. A., Kolle, E., & Andersen, L. B.(2009). Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(7), 1361-1367.
- Strawbridge, W. J., Wallhagen, M. I., & Shema, S. J.(2000). New NHLBI clinical guidelines for obesity and overweight: will they promote health? *American Journal of Public Health*, 90(3), 340-343.
- Styne, D. M.(2001). Childhood and adolescent obesity. Prevalence and significance. *Pediatric Clinics of North America*, 48(4), 823-854.
- St-Pierre, J., Lemieux, I., Vohl, M. C., Perron, P., Tremblay, G., Despres, J. P., & Gaudet, D.(2002). Contribution of abdominal obesity and hypertriglyceridemia to impaired fasting glucose and coronary artery

- disease. *The American Journal of Cardiology*, 90(1), 15-18.
- Sun, S. S., Chumlea, W. C., Heymsfield, S. B., Lukaski, H. C., Schoeller, D., Friedl, K., Kuczmarski, R. J., Flegal, K. M., Johnson, C. L., & Hubbard, V. S.(2003). Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(2), 331-340.
- Szamosi, A., Czinner, A., Szamosi, T., Sallai, A., Hatunic, M., Berla, Z., Tomsits, E., Almassy, Z., & Nolan, J. J.(2008). Effect of diet and physical exercise treatment on insulin resistance syndrome of schoolchildren. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(1), 177-183.
- Tanner, J. M.(1962). *Growth at adolescence. 2nd edn.* Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Taylor, R. W., Keil, D., Gold, E. J., Williams, S. M., & Goulding, A.(1998). Body mass index, waist girth, and waist-to-hip ratio as indexes of total and regional adiposity in women: evaluation using receiver operating characteristic curves. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 67(1), 44-49.
- The Lipid Research Clinics Program Epidemiology Committee(1979). Plasma lipid distributions in selected North American populations: the Lipid Research Clinics Program Prevalence Study. *Circulation*, 60(2), 427-439.
- Thivel, D., Isacco, L., Lazaar, N., Aucouturier, K., Ratel, S., Dore, E., Meyer, M., & Duche, P.(2011). Effect of a 6-month school-based physical activity program on body composition and physical fitness in lean and obese schoolchildren. *European Journal of Pediatrics*, 170(11), 1435-1443.
- Timar, O., Sestier, F., & Levy, E.(2000). Metabolic syndrome X: a review. *The Canadian Journal of Cardiology*, 16(6), 779-789.

- Torok, K., Szelenyi, Z., Porszasz, J., & Molnar, D.(2001). Low physical performance in obese adolescent boys with metabolic syndrome. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 25(7), 966-970.
- Tracy, R. P.(2003). Inflammation, the metabolic syndrome and cardiovascular risk. *International Journal of Clinical Practice*, 3(134), 10-7.
- Unger, R. H.(1995). Lipotoxicity in the pathogenesis of obesity-dependent NIDDM. Genetic and clinical implications. *Diabetes*, 44(8), 863-870.
- U. S. Department of Health and Human Services(2008). *2008 Physical Activity Guidelines for Americans*. <http://www.health.gov/paguidelines>.
- Valle, M., Gascon, F., Martos, R., Ruz, F. J., Bermudo, F., Morales, R., & Canete, R.(2002). Metabolic cardiovascular syndrome in obese prepubertal children: the role of high fasting insulin levels. *Metabolism*, 51(4), 423-428.
- Vanhala, M., Vanhala, P., Kumpusalo, E., Halonen, P., & Takala, J.(1998). Relation between obesity from childhood to adulthood and the metabolic syndrome: population based study. *British Medical Journal*, 317(7154), 319.
- Veldhuis, J. D., Roemmich, J. N., Richmond, E. J., Rogol, A. D., Lovejoy, J. C., Sheffield-Moore, M., Mauras, N., & Bowers, C. Y.(2005). Endocrine control of body composition in infancy, childhood, and puberty. *Endocrine Reviews*, 26(1), 114-146.
- Wabitsch, M., Hauner, H., Hertrampf, M., Mucbe, R., Hay, B., Mayer, H., Kratzer, W., Debatin, K. M., & Heinze, E.(2004). Type II diabetes mellitus and impaired glucose regulation in Caucasian children and adolescents with obesity living in Germany. *International Journal of Obesity and Related Metabolic disorders*, 28(2), 307-313.
- Wallberg-Henriksson, H., & Holloszy, J. O.(1985). Activation of glucose transport in diabetic muscle: responses to contraction and insulin. *The*

- American Journal of Physiology*, 249(3 pt 1), C233-237.
- Weiss, R. D., Dziura, J., Burgert, T. S., Tamborlane, W. V., Taksali, S. E., Yeckel, C. W., Allen, K., Lopes, M., Savoye, M., Morrison, J., Sherwin, R. S., & Caprio, S.(2004). Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *The New England Journal of Medicine*, 350(23), 2362-2374.
- Whitaker, R. C., Wright, J. A., Pepe, M. S., Seidel, K. D., & Dietz, W. H.(1997). Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *The New England Journal of Medicine*, 337(13), 869-873.
- Widhalm, K., Schonegger, K., Huemer, C., & Auterith, A.(2001). Does the BMI reflect body fat in obese children and adolescent? A study using the TOBEC method. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 25(2), 279-285.
- Williams, P. T., Krauss, R. M., Vranizan, K. M., & Wood, P. D.(1985). Changes in lipoprotein subfractions during diet-induced and exercise-induced weight loss in moderately overweight men. *Circulation*, 81(4), 1293-1304.
- Wilson, J. M., Tripp, D. A., & Boland, F. J.(2005). The relative contributions of subjective and objective measures of body shape and size to body image and disordered eating in women. *Body Image*, 2(3), 233-247.
- WHO(1998). *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic report of a WHO consultation on obesity*. Geneva: World Health Organization.
- WHO(1999). *Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: report of a WHO Consultation. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus*. Geneva: World Health Organization; 1999.
- WHO(2000). *The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity and its Treatment*. Health Communications Australia Pty, Limited.

- WHO(2011). *Obesity and overweight*. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.
- Wood, P. D.(1990). *Effects of exercise in obese, serum lipoproteins and blood pressure*, In: Omura Y ed. *Progress in obese research*. London: John Libbey & Comp Ltd.
- Zhu, S., Wang, Z., Heshka, S., Heo, M., Faith, M. S., & Heymsfield, S. B.(2002). Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(4), 743-749.
- Zimmet, P., Alberi, K. G., Kaufman, F., Tajima, N., Silink, M., Arslanian, S., Wong, G., Bennett, P., Shaw, J., & Caprio, S.(2007), IDF consensus group. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Pediatric Diabetes*, 8(5), 299-306.

## 감사의 글

논문의 마지막 장을 넘기면서 학위과정이 끝났음을 실감하지만 기쁨보다는 부끄러움이 앞섭니다. 산을 넘고 물을 건너듯 숨 가쁘게 보내왔던 지난 시간들을 돌이켜 보면, 제주대학교에서의 학사·석사·박사학위 과정의 시간은 힘겨움과 슬한 고민의 무게만큼 자신을 다듬고 부족한 자신을 성찰할 수 있었던 무엇보다 소중한 시간이었음을 새삼 깨닫습니다. 논문이 완성되기까지 부족한 저를 도와주시고 이끌어주신 많은 분들께 이 글을 빌어 감사의 마음을 전하고자 합니다.

철 없던 학부과정에서 박사과정까지 많은 가르침과 학문에 대한 목표를 제시해주시고 때로는 따끔한 질책으로 때로는 따뜻한 애정으로 격려를 아끼지 않으신 지도교수 이창준 교수님께 머리 숙여 감사를 드립니다. 그리고 제주대학교에 부임하실 때부터 줄곧 믿음과 격려로 아낌없이 지도해주시고, 논문의 주제부터 결론까지 열정과 성의를 다하여 세심하고 꼼꼼하게 지도해주신 심사위원장 제갈윤석 교수님께 가슴 깊이 감사드립니다. 저에게 가장 큰 힘이 되어주신 교수님들께 부끄럽지 않은 제자가 되도록 항상 노력하겠습니다.

최고보다는 최선을 다하는 모습이 아름답다고 항상 격려해주신 남사용 교수님, 삶에 대한 자신감을 가질 수 있도록 많은 조언을 아끼지 않으신 이세형 교수님, 지금의 과정을 견뎌내면 그 어떤 것도 견뎌낼 수 있는 힘을 얻을 수 있다며 격려해주신 류재청 교수님, 한 치의 실수도 용납하지 않으시면서도 세심한 조언을 아끼지 않으신 양명환 교수님, 조교생활을 하면서도 학문에 소홀하지 않을 수 있도록 많은 배려를 해주신 김영표 교수님, 항상 웃는 모습으로 따뜻한 격려와 애정으로 감싸주신 김미예 교수님, 자신감을 갖고 학문을 할 수 있도록 후배에 대한 사랑과 격려를 아끼지 않으신 김덕진 교수님께 진심으로 감사의 말씀을 드립니다. 교수님들께서 베풀어주신 큰 은혜 잊지 않도록 하겠습니다.

부족한 저의 논문을 심사해주시기 위해 바쁘신 시간을 쪼개 먼 제주까지 달려와 문구 하나하나 세심한 부분까지 조언해주시고 학문적 지식을 심어주신 성신여자대학교 최승욱 교수님, 더 좋은 학위논문이 될 수 있도록 아낌없이 조언을 해주신 의학전문대학원 공미희 교수님께 깊은 감사의 말씀을 드립니다. 평생 잊지 않고 기억하겠습니다. 또한, 본 논문의 대상자 모집을 위해 협조해주신 제주특별자치도 교육청 학교보건담당 선생님을 비롯한 제주지역 초등학교 체육, 보건 선

생님들과 연구대상이 되어 주었던 학생들과 부모님들께 감사드립니다.

대학원 생활동안 힘들고 지칠 때마다 서로를 보듬어가며 서로의 힘이 되어준 트레이닝 연구실의 고영호 선생님, 임관철 선생님, 홍인숙 선생님, 한현주 선생님, 신덕수 선생님, 김세민 교수님, 채혜선 선생님, 김호 선생님, 김신 선생님, 양순규 선생님, 송오비 선생님, 양유영 선생님, 곽지혜 선생님께 감사의 마음을 전합니다. 또한 논문 설계부터 측정, 교육 등 논문작성 기간 동안 함께 해준 건강증진 연구실의 김인숙 선생님, 김태홍 선생님, 김형건 선생님, 정성민 선생님께도 감사의 말씀을 드립니다. 그리고 김석훈 선생님, 박병훈 선생님, 김진현 선생님을 비롯한 대학원 동료 선생님들에게도 심심한 감사의 말씀을 드립니다. 그동안 같은 길을 걸어왔고 앞으로도 함께 갈 학문적 동반자인 선생님들이 함께 있었기에 지금의 제가 가능한 것 같습니다.

무엇보다 제가 존재하고 이 자리까지 올 수 있도록 아낌없는 사랑과 믿음으로 지켜봐 주었던 가족들에게 감사드립니다. 자식의 일이라면 모든 것을 희생하시고 큰 사랑으로 힘과 용기를 주신 든든한 버팀목인 사랑하는 아버지와 어머니! 부모님의 깊은 사랑에 고개 숙여 감사드립니다. 그리고 바쁘다는 핑계로 매일 같이 은서를 맡기면서도 안부전화도 제대로 못하는 부족한 사위에게 항상 사랑의 마음으로 너그럽게 대해주시는 장모님! 말로 다할 수 없는 깊은 감사의 마음을 전합니다. 울산에 있으면서도 집안일에 크게 신경 쓰지 말고 열심히 하라고 격려해주시는 사랑하는 형님과 형수님, 바쁘다는 핑계로 자주 보지 못하고 대화도 자주 나눌 수 없었던 사랑하는 동생과 제수에게도 미안하고 고맙다는 말을 전합니다.

마지막으로 학위과정에 있으면서 어려운 여건 속에서도 남편을 끝까지 믿고 큰 힘이 되어준 나보다 더 힘들었을 나의 사랑하는 아내! 깊은 사랑과 감사의 마음을 전합니다. 그리고 공부를 핑계로 많이 놀아주지 못했는데 건강하게 잘 성장해 주고 있는 딸 은서에게 미안하고 사랑한다는 말을 전하고 싶습니다.

저를 아끼고 격려해주신 모든 분들께 감사드립니다. 부끄럽지 않은 학자가 될 수 있도록 더욱 열심히 학문에 정진하겠습니다. 감사합니다!

2012년 7월

노 동 진 올림