

걷기운동과 행동수정 프로그램이 비만여중생의 체조성, 체력 및 대사증후군 관련인자에 미치는 영향

김종원 · 전재영 · 김태운*

부산대학교 체육교육과

Received November 15, 2007 / Accepted December 13, 2007

Effects of Walking and Behavior Modification Program on Body Composition, Physical Fitness and Metabolic Syndrome Related Factors in Obese Girls. Kim, Jong-Won, Jeon, Jae-Young and Kim, Tae-Un*. *Department of Physical Education, Pusan National University, Busan 609-735, Korea* - The purpose of this study was to provide obese middle school girls with walking and behavior modification program(WBMP) by investigating effects of the exercise on their body composition(BC), physical fitness(PF) and metabolic syndrome(MS). Analysis result of the difference between before and after the exercise(paired and independent *t*-test) was acquired by measuring BC, PF and MS for 12 weeks(60 min/day, three a week). 24 Volunteers were 14 years over $\geq 23.64 \text{ kg/m}^2$ and 15 years over $\geq 24.00 \text{ kg/m}^2$. In the body composition, waist circumference(WC), body fat mass(BFM), %fat, arm muscle circumference(AMC), total body water(TBW), physical score(PS) were significant difference between the exercise group(EG) and the control group(CG), also including all factors in PF. The components of metabolic syndrome were significant difference between EG and CG, but HDL-C, systolic & diastolic blood pressure were no difference. The metabolic syndrome factors by separate of waist girth were no difference between EG and CG, but BMI, diastolic blood pressure were significant difference. The prevalence of metabolic syndrome was 4 of 24(16.7%) before intervention, but it dropped from 2 to 1 after intervention in WBMP. The components of metabolic syndrome was distributed a big WC > low HDL-C > high TG > hypertension. The changes of AMC, WC, PS, BW, 50m run and BFM effect the factors on BMI(35%), WHR(waist-hip ratio, 69%), HDL-C(42%), fasting blood glucose(65%), HOMA-IR index(34%) and systolic blood pressure(39%) respectively. There were significantly increased in breakfast frequency, walking steps, and meal eating period, but decreased in snacks and eating out in exercise group.

Key words : Walking, behavior modification, body composition, metabolic syndrome, obese girls

서 론

청소년 비만의 문제점은 성인비만으로 진행될 위험이 높고, 성인이 되었을 때 심혈관 질환의 위험이 증가한다는 점이다. 특히 15세에 비만 일 때에는 성인비만이 될 확률이 정상인의 17배로 높음이 보고 되었다[31]. 청소년기에서부터 비만증을 가진 성인은 사회적, 정신적 장애를 가지기 쉽기 때문에 비만에 있어서 청소년기는 가장 위험성에 노출되기 쉬운 시기라고 하였다[51]. 비만의 유병률은 유럽인에서보다 아시아인에서 더 낮다고 알려져 있는데, 아시아인에서는 더 낮은 체질량지수와 더 작은 복부둘레를 갖는 사람에서도 비만에 의한 이환율이나 사망률을 보여준다[47]. 2002년 현재 남아의 17.9%, 여아의 10.9%가 비만에 해당하였는데 이는 1979년 남아 1.7%, 여아 2.4%에 비하면 남자는 9배, 여자는 4배 증가한 것이다[23]. 전향적 연구에 따르면 비만 청소년이 성인이 되어도 비만할 확률은 20-50%이다. 소아비만이 다양

한 정신사회적, 신체적 위험과 연관되어 있을 뿐 아니라, 성인이 된 후 발생하는 것으로 알려졌던 제2형 당뇨병도 최근 비만 청소년에서도 유병률이 증가함이 보고되는 등 질병을 초래한다는 증거들이 광범위하게 쏟아져 나오면서 인식의 전환이 이루어지고 있다[10].

2007년 1월 미국 심장, 폐 그리고 혈액 협회 연구원들은 미국에 살고 있는 9-10세 사이의 소녀 2,379명을 10년 동안 연구하여 어린 시절에 과체중이었던 소녀들이 이후에 비만해질 가능성이 11배에서 30배나 더 높다는 것을 발견하였고[1], 미국의 내과협회 의사들에 의하면, 2004년 약 350명의 어린이 위절제술 수술건수가 합병증의 위험성이 있음에도 불구하고, 2007년에는 1000명까지 늘어날 것으로 예상한다고 하였다 [2]. 2007년 국제 비만학회지에 실린 시드니 34개 학교에서 1,740명의 6세 어린이들을 연구한 호주 한 연구에서 비만 아동의 눈의 변화는 나중에 심장병에 걸린 신호가 될 수 있으며, 뚱뚱해 질수록 눈의 혈관은 확장된다고 하였다[3].

대사증후군의 진단기준은 미국국립콜레스테롤교육프로그램 성인처치위원회 제3차보고서에서는 대사증후군을 공복시 높은 혈당과 TG, 낮은 HDL-C, 고혈압, 복부비만의 5가지 인

*Corresponding author

Tel : +82-51-510-2717, Fax : +82-51-515-1991

E-mail : tukim@pusan.ac.kr

자 중 3가지 이상의 인자가 진단기준에 합치되었을 때라고 정의하고 있으며[15], 대사증후군 유병률은 비만청소년의 경우는 미국이 32.1%[13], 우리나라는 50.5%[27]로 보고되어 공중보건상 매우 중요한 문제로 부각되고 있다.

아직까지 대사증후군을 유발시키는 병리, 생리적 메커니즘은 명확히 밝혀지지 않았지만 복부비만과 인슐린저항성이 대사증후군을 유발시키는 주요발병 메커니즘으로 작용한다는 것이 성인[39]과 아동 및 청소년[47]을 대상으로 실시한 연구결과에 의해 지지되어지고 있으며, 또한 대규모 역학연구를 통해 대사증후군의 유병률이 비활동적이고 체력이 약한 사람에서 더 높은 것으로 확인되어[53], 신체활동의 중요성이 강조되고 있다.

그 중 중정도 강도의 규칙적인 걷기운동은 혈압감소, 혈중 지질 프로파일개선, 정신건강증진, 관상동맥 심장질환 발병위험을 감소시키며 간, 골격근, 지방조직의 인슐린작용에 대한 감수성을 증진시켜 공복시 인슐린농도와 혈당에 대한 인슐린 반응을 개선시키고 혈당의 활용능력을 증가시키는 것으로 알려져 있다[19]. 신체활동과 대사증후군 간에는 운동을 잘 안하는 사람에서 더 강한 역상관계가 있다고 밝혀졌다[18].

운동과 함께 비만 치료를 위해서는 행동수정요법이 필요하다. 아무리 운동을 지속적으로 실천하더라도 올바르게 않은 식습관과 생활습관은 운동의 효과를 나타나지 못하기 때문이다. 행동수정은 학습, 인지, 사회심리이론들과 연구에 기초를 두고 있다. 따라서 비만 처치에 있어 행동수정은 부적절한 식사, 운동 및 사고습관에 관련된 문제점들을 기능적으로 분석하는데 그 원리를 두고 있으며, 이는 선행문제점의 검사, 행동수정, 결과의 순차적인 과정을 통해 이루어진다[6].

최근까지 체중감량과 유산소운동 및 생활양식변화가 대사증후군 유병률과 위험인자에 미치는 효과에 대해서 성인을 대상으로 많은 연구가 보고 되어 있지만, 더욱 위험한 청소년을 대상으로 한 연구는 부족한 실정이다.

현재 대사증후군과 관련된 비만 학생을 대상으로 한 연구들에서 유산소운동과 저항운동의 비교, 유산소운동과 병행한 저항운동에 대한 연구들이 종종 발표되고 있는데, 실제 실험결과와 효과를 비교하여 어느 운동이 좋다는 것 자체가 중요한 것이 아니라 얼마만큼 자주 운동을 접할 수 있는가가 비만 학생들에게는 중요하다고 본다. 특히 중학교부터는 방과 후에도 각종 학원들을 다니다보면 잠잘 시간조차 부족한 실정에서 자신의 체형을 바꾼다고 운동시간을 내기는 어렵다. 그렇다면 특별히 운동시간을 만들지 않더라도 운동이 될 수 있는 걷기운동이 가장 효율적인 방법이라고 생각되며, 생활형태만 조금만 바꾸면 걷기운동은 언제 어느 곳이든 가능하고, 다른 운동에 비해 체력적인 부담이 적어, 시간이 부족한 재학생들에게는 최적의 운동이 되는 것이다. 다시 말해 비만학생에게는 지속적인 운동이 가장 중요한 것이다.

본 연구는 이러한 연구의 필요성에 기초하여 비만 여중생

에게 걷기운동과 행동수정 프로그램을 12주동안 적용하여, 체조성, 체력 및 대사증후군 관련인자에 어떠한 영향을 미치는가를 규명하고, 비만 치료에 효과적인 운동중에서 가장 손쉽게 접근할 수 있는 걷기운동을 제시하여 비만학생 스스로 비만을 조절하고 완치할 수 있는 기초 자료를 제공하는데 연구 목적을 두었다.

재료 및 방법

연구대상

본 연구는 B광역시 H중학교에 재학 중인 3학년 여학생 중 연령과 성별에 따른 체질량지수 백분위수 95이상(14세: ≥ 23.64 , 15세: $\geq 24.00 \text{ kg/m}^2$) [32]인 비만 여학생 중 본 연구의 목적과 취지를 이해하고 본인과 학부모의 동의를 얻은 자를 의도적으로 추출하여 걷기운동군 20명, 대조군 15명 총 35명을 연구대상으로 분류하였다. 하지만 걷기운동군에서 중도포기 2명, 실험참여 불성실 4명, 체혈 불참 2명, 대조군에서 체혈 불참 3명으로 최종적으로 걷기운동군 12명, 대조군 12명 총 24명을 분석대상으로 하였다. 대상자는 특별한 운동경험이 없고, 심혈관질환이나 내분비장애에 이상이 없으며, 비만관련 합병증으로 치료를 받은 적이 없는 학생으로 대상자들의 신체적 특성은 Table 1 과 같다.

측정항목 및 방법

인체측정, 체조성 및 체력 측정

신장은 하루 중 편차를 고려하여 오전 10시 전에 실시하였고, 허리둘레는 숨을 내쉬 뒤 멈춘 상태에서 줄자를 이용하여 장골능과 늑골 하연부의 중간지점을 0.1 cm단위까지, 엉덩이둘레는 직립자세에서 엉덩이의 가장 돌출된 부분의 수평위를 각각 2회 측정하여 평균값을 구하였으며, 체중, 체지방량, 체지방률, 체지방률, 상완팔둘레, 체수분량, 뼈무기 질량량, 신체발달지수, 허리/힙 비율, 복부지방을 등 체조성은 체성분 분석기인 Inbody 720(Biospace, Korea)로 측정하였다. 정확한 측정을 위하여 검사 전 12시간동안 심한 운동을 삼가도록 지시하였으며, 4시간 전부터 식음료를 금하도록 하였다. 가벼운 옷차림으로 금속류(시계, 팔찌, 귀걸이 등)의 물건을 제거한 후 맨발로 받침대 위에 올라서서 측정하였다.

Table 1. Physical characteristics of subjects M±SD

	EXP(n=12)	CON(n=12)	t value	P value
Age(yrs)	14.5±5.22	14.5±5.54	0.00	1.00
Height(cm)	162.33±6.00	159.81±6.64	.974	.341
Weight(kg)	74.32±12.57	71.14±8.65	.721	.479
BMI(kg/m ²)	28.31±3.90	27.94±2.84	.263	.795

EXP: Experimental group, CON: Control group

BMI: body mass index

체력은 학교보건법 제2조 및 제7조와 학교 신체검사 규칙(교육부령 제676호) 제2조, 제3조, 제7조에 근거하여 50m 달리기, 팔굽혀펴달리기, 윗몸일으키기, 제자리멀리뛰기, 윗몸굽히기 등을 측정하였으며 오래달리기-걷기는 제외하였다.

혈압측정 및 혈액검사

혈압의 측정은 10분간 앉아서 안정을 취한 상태에서 좌측 상박을 심장과 같은 높이로 하여, 자동혈압측정기(BAUM)를 이용하여 숙련된 간호사가 5 mmHg 단위로 수축기 혈압과 이완기 혈압을 측정하였다. 총 2회 측정된 혈압치의 평균을 내어 혈압을 나타내었다. 혈액검사는 12시간이상 공복상태를 유지하여 전완 주정맥으로부터 정맥혈 5 ml를 채혈하여 자동혈액분석기(Toshiba 120-FR, Japan)를 이용하여 TG와 HDL-C 농도는 효소비색법, 혈당은 glucose oxidase method 법, 인슐린은 방사선면역측정법을 이용하여 분석하였으며, 이러한 분석은 S 임상병리센터에 의뢰하였다. 인슐린 저항성 평가의 간접 지표인 인슐린저항성지수(HOMA index)는 산출 공식을 이용하여 구했으며 공식은 아래와 같다.

$HOMA-IR = [공복인슐린 농도(uU/mL) \times 공복 혈당농도 (mmol/L) \div 22.5]$ 이 지수는 직접적으로 인슐린감수성을 평가하는 정상혈당-고인슐린 클램프기법과 비교했을 때 그 타당도($R=0.83, p<.01$)가 높은 것으로 나타났다[41].

행동수정요법

본 연구에서 사용된 행동요법은 비만의 요인이 될 수 있는 문제행동습관을 발견하여 바람직한 방향으로 수정하여 체중을 조절하는 프로그램으로, 기존에 개발된 비만관리프로그램[26,45,42]을 근거로 연구자가 재구성하였다. 청소년비만과 관련된 동영상자료도 시청하게 하여 흥미도를 높였으며, 대부분 한국방송공사의 생노병사의 비밀 프로그램에서의 비만시리즈를 요약해서 전달하였다. 일지는 매주 프로그램 실시일 오전 중에 수거하여 식사 및 신체활동내용을 확인하였고, 먹은 양과 칼로리를 적게 하였다. 칼로리 계산을 위해 미리 미니수첩 크기로 칼로리북을 전달하였다. 신체활동내용은 만보계(pedometer)를 바탕으로 확인하도록 하였다. 이를 바탕으로 개별적인 상담을 통해 개인이 가장 지키지 않는 나쁜 습관에 대해 해결방법을 논의하여 보상(시집)과 처벌(책상청소)의 기준을 마련하였다. 지속적인 참여를 유도할 수 있도록 전체 비만학생의 표를 만들어 잘하는 학생에게는 스티커를 붙이도록 하여 경쟁심을 유발하도록 하였으며, 필요한 경우(실험참여를 중단하려는 학생)에는 개별교육을 실시하여 동기를 부여하였다. 프로그램 운영은 주 1회, 1일 60분, 12주간 실시하였으며, 프로그램은 연구자가 진행하였다.

운동프로그램

걷기운동 프로그램은 Table 2 와 같다. 주 3회(월, 수, 금요일)에는 아침 10분 걷기와 오후에는 구조화된 걷기운동 프로그램을 3주기로 나누어 점진적 과부하의 원리를 적용하여 준

Table 2. Walking program

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

비운동과 정리운동은 정적스트레칭과 제자리 가볍게 뛰기 및 신체가동운동을 각각 5분 내외로 실시하였고, ACSM에서는 저강도 운동강도를 55-64% HRmax, 중강도 운동강도를 65-75% HRmax로 정의하고 있어, 이를 근거하여 점진적 과부하의 원리를 적용하여, 본 운동은 1주기(1-4주)는 HRmax의 55-64%(113-132회/분)로 35분간, 2주기(5-8주)는 HRmax의 65-75%(134-155회/분)로 40분간, 3주기(9-12주)는 HRmax 65-75%(134-155회/분)로 40분간 운동시간을 달리하여 걷기운동을 실시하였다. 1주일간의 적응과정을 통해 걷기의 바른 자세 및 동작을 이해하고 익히게 하였고, 무산심박수 측정기인 X-trainer(Polar, Finland)를 이용하여 목표심박수 범위에서 걷기운동이 될 수 있도록 하였다.

자료 처리

통계적 방법으로서, SPSS Ver 12.0 통계 프로그램을 이용하여 모든 변인에 대한 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였고, 사전 실험군과 대조군의 신체적 특성과 각 측정변인에 대한 동질성은 independents t-test 검정으로 확인하였다. 프로그램 실시에 대한 차이검정은 paired t-test, 집단간 차이검정은 차이 값(사후-사전)에 대한 independent t-test를 이용하였다. 또한 대사증후군 위험인자 수 및 개별 위험인자의 분포빈도는 빈도분석을 이용하여 실수와 백분율로 표시하였으며, 프로그램실시에 따른 체격과 체조성의 변화가 대사증후군 위험인자에 미치는 영향력을 예측하기 위하여 대사증후군 위험인자 변인의 변화량을 종속변수로 하고 체격과 체조성의 변화량을 독립변수로 한 단계별선택법에 의한 다중선형 회귀분석을 적용하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

결 과

체조성의 변화

체조성의 변화는 Table 3 과 같다. 집단내 변화에서 걷기운동군은 허리둘레, 체지방량, 체지방률은 유의하게 감소하

Table 3. Change of physical fitness and body composition before and after walking

M±SD

Item	EXP(n=12)		P *	CON(n=12)		P *	P #
	pre	post		pre	post		
Height(kg)	74.3±12.6	73.7±13.0	.159	71.1±8.6	71.7±8.1	.255	.073
WG(cm)	92.3±7.3	90.5±6.2	.012	87.8±8.6	89.1±8.6	.002	.000
LBM(kg)	45.2±5.6	45.8±6.3	.204	43.1±3.3	43.5±3.1	.014	.640
BFM(kg)	29.1±8.0	27.8±8.2	.006	28.4±5.1	28.9±4.8	.115	.001
%fat(%)	39.4±3.7	37.7±3.4	.001	41.0±4.6	41.0±4.2	.827	.003
AC(cm)	25.9±2.0	26.3±2.1	.032	25.8±1.8	25.6±1.6	.044	.004
TBW(ℓ)	33.1±4.1	34.0±4.2	.009	31.4±2.7	30.8±2.3	.048	.001
BMC(kg)	2.70±.32	2.76±.36	.025	2.58±.21	2.59±.21	.644	.082
FS	66.3±4.8	67.0±4.6	.231	67.0±4.1	66.1±4.3	.034	.027
50m Run(sec.)	10.2±.45	9.4±.32	.000	9.8±.80	10.0±.81	.036	.000
arm flex hang(sec.)	3.2±6.0	6.0±6.3	.000	3.3±2.5	3.2±2.3	.339	.000
Sit-up(beats/min.)	28.3±4.9	31.2±4.9	.000	27.3±6.2	27.4±5.8	.761	.001
Standing long jump(cm)	164.2±16.4	169.7±13.2	.002	163.2±11.3	164.0±10.3	.355	.006
Trunk flexion(cm)	17.3±6.5	18.2±6.2	.000	15.5±3.6	15.4±3.5	.591	.000

EXP: Experimental group, CON: Control group

WG: waist girth, LBM: lean body mass, BFM: body fat mass, AC: arm circumference, TBW: total body water, BMC: bone mineral content, FS: fitness score

* Significant difference within groups in paired t-test

Significant difference between groups in independent t-test

였고, 상완위팔근육둘레, 체수분, 무기질량은 유의하게 증가하였으나, 체중, 체지방량, 신체발달지수는 변화가 없었다. 대조군은 허리둘레, 체지방량은 유의하게 증가하였고, 상완위팔근육둘레, 체수분, 신체발달지수는 유의하게 감소하였으나, 체중, 체지방량, 체지방률, 무기질량은 변화가 없었다. 집단간 변화량 차이검정에서는 체중, 체지방량, 무기질량을 제외한 모든 항목에서 유의한 차이를 나타냈다.

체력의 변화

체력의 변화는 Table 3 과 같다. 집단내 변화에서 걷기운동

군은 50m달리기에서 유의하게 감소하였고, 팔굽혀대달리기, 윗몸일으키기, 제자리멀리뛰기, 윗몸앞으로굽히기는 유의하게 증가하였다. 대조군은 50m달리기에서 유의한 증가를 보였을 뿐, 모든 항목에서 유의한 차이가 없었다. 집단간 변화량 차이검정에서는 모든 항목에서 유의한 차이를 나타냈다.

대사증후군 위험인자의 변화

대사증후군 위험인자의 변화는 Table 4 와 같다. 집단내 변화에서 걷기운동군은 체질량지수(BMI), 복부지방률(WHR), HDL-C, 공복혈당에서 유의하게 향상되었으나, 중성지방, 공

Table 4. Change of metabolic syndrome related factors

M±SD

Item	EXP(n=12)		P *	CON(n=12)		P *	P #
	pre	post		pre	post		
BMI(kg/m ²)	28.3±3.9	27.6±4.1	.006	27.9±2.8	27.9±2.9	.777	.029
WHR	0.90±.05	0.89±.05	.026	0.89±.05	0.89±.05	.007	.001
TG(mg/dl)	128.8±151.7	115.0±139.3	.129	95.3±61.8	111.3±41.6	.115	.027
HDL-C(mg/dl)	51.7±12.2	55.8±12.8	.006	51.5±10.4	52.5±8.4	.574	.184
FBG(mg/dl)	79.9±7.4	75.1±4.9	.002	81.3±4.1	83.0±6.4	.175	.001
FGI(mg/dl)	20.9±17.0	17.5±9.8	.212	14.7±6.6	16.9±7.6	.016	.047
HOMA-IR index	4.24±3.7	3.28±2.0	.105	2.96±1.4	3.48±1.7	.009	.016
SBP(mm Hg)	128.7±8.5	122.1±9.4	.091	120.5±15.9	124.8±9.5	.362	.071
DBP(mm Hg)	67.6±7.6	71.8±7.3	.112	72.0±12.9	70.6±8.6	.588	.125

EXP: Experimental group, CON: Control group

BMI: body mass index, WHR: waist hip ratio, TG: triglyceride, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, FBG: fasting blood glucose, FGI: fasting blood insulin, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure

* Significant difference within groups in paired t-test

Significant difference between groups in independent t-test

Table 5. Compared Metabolic syndrome factors by waist girth (n=24)

	>87	87-92	93≤	p
BMI(kg/m ²)	27.2±1.9	25.6±1.2	32.5±1.9	.000
TG(mg/dl)	96.7±78.8	94.1±71.2	158.3±183.4	.512
HDL-C(mg/dl)	57.1±14.5	52.8±8.1	46.2±8.9	.178
FBG(mg/dl)	79.3±6.0	81.1±6.6	82.1±5.1	.672
FGI(mg/dl)	10.9±3.3	16.4±8.2	26.8±19.9	.070
HOMA-IR index	2.13±0.4	3.34±1.7	5.51±4.3	.071
SBP(mm Hg)	122.7±9.9	123.7±12.3	132.6±9.3	.184
DBP(mm Hg)	75.6±8.2	63.3±4.3	76.0±9.2	.003

복인슐린, HOMA지수, 수축기혈압, 이완기혈압은 유의한 변화가 없었다. 대조군은 복부지방률, 공복인슐린 및 HOMA지수에서 유의하게 악화되었고, 나머지 항목에서는 유의한 변화가 없었다. 집단간의 변화량 차이검정에서는 HDL-C, 수축기혈압 및 이완기혈압을 제외한 모든 항목에서 유의한 차이를 나타냈다.

허리둘레 분류에 따른 대사증후군 지표 비교

허리둘레 분류에 따른 대사증후군 지표비교는 Table 5와 같다. 프로그램실시 전 걷기운동군과 대조군을 허리둘레에 따라 3개 집단으로 분류하여 비교해 본 결과, BMI, 이완기혈압에서만 유의한 증가를 보였을 뿐, 모든 항목에서 유의한 차이가 없었다.

대사증후군 위험인자 수 분포빈도 변화

대사증후군 위험인자 수 분포빈도의 변화는 Table 6 과 같다. 프로그램실시 전 걷기운동군과 대조군에 있어 대사증후군 위험인자를 1개도 갖고 있지 않는 빈도(0개)는 각각 0, 1명으로 대상자 전체 중 23명(95.8%)이 1개 이상의 위험인자를 갖고 있는 것으로 나타났으며, 대사증후군으로 정의되는 3개 이상의 위험인자를 갖고 있는 빈도는 각각 2, 2명으로 대상자 전체의 대사증후군 유병률은 16.7%이었다. 프로그램실

Table 6. Variation of frequency distribution in metabolic syndrome risk factors

risk factors number		0	1	2	3	4	≥ 3
EXP (n=12)	pre	0(0.0)	4(33.3)	6(50.0)	1(8.3)	1(8.3)	2(16.7)
	post	0(0.0)	8(66.7)	3(25.0)	1(8.3)	0(0.0)	1(8.3)
	difference	0(0.0)	4(33.3)	-3(-25.0)	0(0.0)	-1(-8.3)	-1(-8.3)
CON (n=12)	pre	1(8.3)	4(33.3)	5(41.7)	1(8.3)	1(8.3)	2(16.7)
	post	1(8.3)	4(33.3)	4(33.3)	2(16.7)	1(8.3)	3(25.0)
	difference	0(0.0)	0(0.0)	-1(-8.3)	1(8.3)	0(0.0)	1(8.3)
Total (n=24)	pre	1(4.2)	8(33.3)	11(45.8)	2(8.3)	2(8.3)	4(16.7)
	post	1(4.2)	12(50.0)	7(29.2)	3(12.5)	1(4.2)	4(16.7)
	difference	0(0.0)	4(16.7)	-4(-16.7)	1(4.2)	-1(-4.2)	0(0.0)

EXP: Experimental group, CON: Control group
() : %, difference = (post value - pre value)

시 후 걷기운동군과 대조군에 있어 위험인자를 1개도 갖고 있지 않는 빈도는 각각 0, 1명으로 변화가 없었고, 3개 이상의 위험인자를 갖고 있는 빈도는 각각 1, 3명으로 나타나 프로그램실시 전과 비교해 볼 때 대사증후군 유병률이 걷기운동군에서는 8.3% 개선되었으나 대조군은 8.3% 증가하였다. 특히 2개 이상의 위험인자를 갖고 있는 빈도에서 걷기운동군에서는 25.0%의 개선을 나타냈다.

집단간 변화량 차이비교에서는 모든 항목에서 유의한 차이를 나타냈다.

대사증후군 개별 위험인자 분포빈도 변화

대사증후군 개별 위험인자 분포빈도의 변화는 Table 7 과 같다. 프로그램실시 전 걷기운동군과 대조군에 있어 대사증후군 개별 위험인자 중 큰 허리둘레는 각각 12, 10명이 판정준거에 해당되어 대상자 전체(n=24)의 유병률이 91.7%로 가장 높은 빈도를 보였고, 낮은 HDL-C는 각각 7, 6명이 판정준거에 해당되어 유병률이 54.2%로 두 번째 높은 빈도를 나타내었다. 프로그램실시 후 걷기운동군과 대조군에 있어 큰허리둘레는 각각 11, 11명이 판정준거에 해당되어 프로그램실시 전과 비교해 볼 때 각각 8.3% 개선과 8.3% 증가를 나타냈고, 낮은 HDL-C는 각각 3, 5명이 판정준거에 해당되어 각각 33.3, 8.3%가 개선되었다. 높은 공복혈당에서는 걷기운동군과 대조군에서 어느 누구도 판정준거에 해당되지 않았다.

체조성 및 체력 변인 변화량과 대사증후군 위험인자 변화량 간의 관련성

프로그램실시 후 걷기운동군의 체조성 및 체력변인 변화량과 대사증후군 위험인자 변화량 간의 관련성을 단계별 다중선형회귀 분석을 이용하여 분석한 결과는 Table 8 과 같다. 체조성과 체력변인의 AMC, 허리둘레, 신체발달지수, 체수분, 50m 달리기와 체지방량 변화가 각각 BMI, WHR, HDL-C, 공복혈당, HOMA지수와 수축기혈압의 변화를 결정하는 독립예측인자로 나타났으나, TG, 공복인슐린과 이완기

Table 7. Variation of frequency distribution in metabolic syndrome risk factors

risk factors		Wide WG	High FBG	High TG	Low HDL-C	Hypertension
EXP (n=12)	pre	12(100.0)	0(0.0)	3(25.0)	7(58.3)	1(8.3)
	post	11(91.7)	0(0.0)	2(16.7)	3(25.0)	0(0.0)
	difference	-1(-8.3)	0(0.0)	-1(-8.3)	-4(-33.3)	-1(-8.3)
CON (n=12)	pre	10(83.3)	0(0.0)	2(16.7)	6(50.0)	3(25.0)
	post	11(91.7)	0(0.0)	3(25.0)	5(41.7)	2(16.7)
	difference	1(8.3)	0(0.0)	1(8.3)	-1(-8.3)	-1(8.3)
Total (n=24)	pre	22(91.7)	0(0.0)	5(20.8)	13(54.2)	4(16.6)
	post	22(91.7)	0(0.0)	5(20.8)	8(33.3)	2(8.3)
	difference	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	-5(-20.8)	-2(-8.3)

EXP: Experimental group, CON: Control group

() : %, difference = (post value - pre value)

WG: waist girth, FBG: fasting blood glucose, TG: triglyceride, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol

Table 8. Relation between body composition(>) and physical fitness(>) after exercise and variation of metabolic syndrome factors(>)(n=12)

dependent variable	independent variable	R ²	β	p
BMI(kg/m ²)	AMC	.347	.589	.044
WHR	WG	.681	.825	.001
TG(mg/dl)	None			
HDL-C(mg/dl)	PS	.419	-.647	.023
FBG(mg/dl)	TBW	.647	-.805	.002
FGI(mg/dl)	None			
HOMA-IR index	50m run	.335	.799	.001
SBP(mm Hg)	BFM	.389	.623	.030
DBP(mm Hg)	None			

BMI: body mass index, WHR: waist to hip ratio, TG: triglyceride, HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, FBG: fasting blood glucose, FGI: fasting blood insulin, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure AMC: arm muscle circumference, WG: waist girth, FS: fitness score, TBW: total body water, BFM: body fat mass
>: change volume(post value - pre value)

혈압의 변화를 결정하는 독립예측변인은 없었다.

행동수정요법에 의한 걷기운동군 생활양식의 변화

행동수정요법에 의한 걷기운동군의 생활양식의 변화는 Table 9 와 같다. 실험전과 실험후 변화에서 걷기운동군은 아침식사횟수, 걷기횟수, 식사소요시간에서 유의하게 증가하였고, 간식횟수와 외식횟수는 유의하게 감소하였다.

고 찰

본 연구에서 체조성 변인의 허리둘레, 체지방량, 체지방률이 프로그램실시 후 감소하고, 상완위팔근육둘레, 체수분, 무기질량은 증가하였다. 유산소 운동과 체지방률의 관계에서

Table 9. Variation of life style in exercise group by behavior modification program

Item	EXP(n=12)		P *
	pre	post	
Breakfast frequency (freq./week)	2.83±.84	5.67±.98	.000
Eating snack(freq./day)	1.92±.67	1.08±.69	.005
Walking steps (steps/day)	3896.7±801.4	8013.3±659.8	.000
Going out frequency (freq./week)	2.0±.60	1.08±.69	.001
Meal eating period (min/time)	19.58±7.8	32.08±4.5	.000

Barbeau 등은 71명의 비만 아동을 대상으로 최대심박수 157-162 회/분의 강도로 주당 4회씩 16주동안 실시한 후 25%의 유의한 감소를 보였고[5], 이남희는 홀라후프 운동을 일일 40분간, 주 4일, 8주동안 시킨 결과 체지방률이 16.7%에서 15.2%로 감소한 것으로 보고하였으며[38], 이명재 등은 줄넘기 운동을 50분간 주 5일, 8주 실시함으로써 체지방률을 25.8%에서 21%로 감소시켰다고 보고하였다[37]. 김선희도 마찬가지로 운동요법, 식이요법, 행동요법을 병행하고 운동 프로그램은 에어로빅, 배드민턴, 줄넘기로 구성하였는데[29], 일회 1시간씩 주 3회, 20주 실시한 결과 체중이 1.76 kg 감소하였다고 하였다. 체조성 변인의 긍정적인 변화는 유산소성 운동인 걷기운동에 따른 에너지소비량의 증가, 지방조직의 지질분해율의 증가 및 지방산의 활동근육으로의 유입증가에 의한 β산화과정을 통한 지방기질의 이용이 증가한 것[20]으로 여겨진다. 한편 대조군에서는 허리둘레와 체지방량은 증가하고 상완위팔근육둘레, 체수분, 신체발달지수가 감소하여 몸의 불균형상태를 나타냈다. 체지방량의 증가는 여자청소년의 사춘기 시기인 중 2, 3학년에서 신장과 체중의 증가가 원인으로 생각된다. 성인 비만에서의 치료 목표는 체중 감량

에 있지만 청소년에서는 체중증가 예방에 있다. 청소년은 성장을 하면서 체지방 조직이 증가하기 때문에 지방조직을 감소시키거나, 그대로 유지만 하여도 신체조성의 변화 특히, 체중 감소는 여러 가지 질환의 위험성을 낮추는데 도움이 될 수 있다[54].

본 연구에서 체력 변인의 50m달리기, 팔굽혀펴달리기, 윗몸일으키기, 제자리멀리뛰기, 윗몸앞으로굽히기가 프로그램 실시 후 향상되었고, 집단간 차이검정에서도 모두 차이가 나타났다. 유산소 운동은 체지방량을 감소시키면서 체지방 체중이나 기초 대사량 및 체력을 증대시키고 비만과 관련된 대사성 질환을 정상화시키므로 가장 유용한 비만치료요법으로 권장되고 있다[28]. 이는 걷기운동을 통한 상·하지 근육군의 역동적인 움직임에 의한 운동효과[46]와 관련되어 나타난 결과로 생각된다. 대사증후군과 심폐기능 간에 유의한 역상관 관계가 있고[33], 중증도의 신체활동만으로도 대사증후군의 발생을 현저히 줄여준다고 알려져 있다[35].

본 연구에서 대사증후군의 복부비만 지표인 BMI는 걷기 운동군에서 감소하였으며, 대조군과의 비교에서도 차이가 있는 것으로 나타났다. 비만 여자청소년은 정상 여자청소년보다 복부의 피하지방량과 내장지방량이 2.3배 높고 이들의 복부내장지방량이 심혈관질환 위험인자와 상관관계를 나타내 심혈관질환의 발생위험성이 높은 것으로 알려져 있다[7]. BMI는 아동과 청소년의 비만도 평가의 유용한 지표로서 체지방의 축적과 상관관계가 있으며 종단적 연구결과 성인의 대사증후군 발병 유무를 추정할 수 있는 강력한 예측인자로 알려져 있다[49].

본 연구에서 대사증후군의 복부비만과 인슐린저항성 위험인자인 복부지방률과 공복혈당이 프로그램 실시 후에 감소하였고, 집단간의 차이도 나타났다. 이러한 결과는 Katzmarzyk 등[25]과 Park 등[44]이 대사증후군과 관련하여 운동과 생활양식변화 프로그램을 실시한 결과 허리둘레가 감소하였다는 보고, Tokmakidis 등[52]이 비만여성을 대상으로 복합운동을 실시한 결과 공복혈당이 감소하였다는 보고와 유사하였다. 이러한 결과는 실험과정에서 방학기간이 아닌 재학중에 실험을 진행한 것이 여학생의 신체활동을 증가시키는 원인이 될 수 있었다는 점 등도 고려해야 할 것이다. 국내 일부 연구에서 비만은 독립적으로 CRP(C-reactive protein) 증가와 관련이 있는 것으로 나타나 서양인에 비해 비만의 정도가 심하지 않더라도 한국인에서 과다한 체중은 만성 염증상태와 관련이 있음이 증명된 바 있다. 특히, 복부의 비만은 지방분해 증가, 조직 내 중성지방 증가, acyl CoA 증가, 유리지방산의 농도 증가로 인슐린저항성과 고인슐린혈증을 나타낸다[8].

공복혈당은 체지방량 감소에 따른 체지방 분포의 변화 즉 피하지방량에 대한 내장지방량 비율의 감소와 인슐린감수성의 증진에 의해 말초조직에서의 당 흡수 및 간의 당 생성 억제능력이 개선되어 감소하는 것으로 알려져 있다. 이 같은

허리둘레의 감소는 체중감량에 의한 체지방량이 줄어든 것에 그 원인이 있는 것으로 생각되고, 공복혈당의 감소는 허리둘레의 감소에 따른 체지방분포의 변화가 개선되어 나타난 것으로 생각된다[34].

본 연구에서 대사증후군의 이상지질혈증 위험인자인 TG 농도는 프로그램 실시 후 유의성은 없었으나, 감소하는 경향을 보였고, 집단간에 차이도 나타났다. TG는 심혈관질환 독립위험인자로 일반적으로 규칙적인 운동에 의해 체지방량 및 체중의 감소와 인슐린과 혈당의 감소 따른 인슐린감수성 증진과 함께 대부분 감소하는 것으로 알려져 있다. 중성지방 농도가 높으면 지방분해가 항진되고 유리지방산이 증가되어 인슐린저항성이 발생되어, 중성지방의 농도는 인슐린저항성의 정도와 인슐린의 지방분해 억제 작용과 연관관계를 가지고 있으며, 간에서 인슐린저항성은 초저밀도 지단백(VLDL) 생산에 의하여 특징 지워진다[28].

HDL-C 농도는 걷기운동군에서 유의한 증가를 보였지만, 집단간의 차이에서는 유의성이 나타나지 않았는데, 그 이유는 대조군에서도 유의성은 없었으나 약간의 증가를 보였기 때문이다. 여성의 연구에서 HDL-C이 유의성 있게 증가하는 것은 남성보다 여성에게서 어렵다. 이는 여성의 HDL-C의 수치는 남성보다 높아 일반적인 운동으로는 그 수치를 의미 있게 변화시키기 어렵기 때문이라는 체법적 연구[9]와 관련이 있을 것으로 추정되지만 이와 관련된 후속연구가 더 필요한 것으로 생각된다. Baker는 최대산소섭취량의 70%이상의 운동이 HDL-C 수준의 증가에 영향을 미치며 이를 통하여 HDL-C의 농도가 5-10%정도 증가하였다고 보고하였고[4], 본 연구 결과에서도 걷기운동군은 운동전에 비해 운동후에 5%정도의 유의한 증가를 보여 비슷한 경향을 보였다.

본 연구에서 대사증후군의 고혈압 위험인자인 수축기 및 이완기혈압에서 유의한 차이가 없었다. 대사증후군과 관련된 복합운동 연구[21]에서도 수축기혈압과 이완기혈압에서 유의성이 없어 같은 결과를 보였지만, 윤영숙 등[14]과 박태곤[45]의 대사증후군 관련한 운동과 체중조절 프로그램을 실시한 연구에서는 수축기혈압이 유의하게 감소하였다는 보고와는 상반되었다. 이 같은 결과에 대해 정확한 원인을 밝힐 수는 없으나, 정규 학기가 끝나고 방학이 시작되는 당일에 마지막 측정을 하여 심리상태에 따라 민감한 혈압측정에서 대상자들의 들뜬 심리상태가 영향을 미쳤을 수도 있다고 추정해 본다.

본 연구에서 허리둘레 분류에 따른 대사증후군 지표를 프로그램 실시 전 3개 그룹으로 나누어 비교해 본 결과 허리둘레 93 cm 이상 그룹이 BMI와 이완기혈압에서 유의한 차이를 나타냈는데, 다른 항목에서들에서도 유의성은 나타나지 않았지만 뚜렷한 차이를 보이는 것으로 나타나 청소년 시기라 해도 허리둘레가 증가함으로써 성인들과 같은 위험성을 가진다고 볼 수 있다. 특히 여성의 경우 허리둘레가 80 cm 이

상이면 복부비만으로 판정되어 심혈관질환의 위험 요소로 간주되는 바[22], 폐경전 여성에서는 지방조직이 주로 엉덩이와 대퇴에 분포하고 폐경후 여성에서는 에스트로겐의 결핍으로 복부와 유방의 지방분해가 감소하고 복부 지방의 축적이 두드러진다[55]고 하여 허리둘레의 유의한 감소는 무척이나 중요한 의미를 가진다고 볼 수 있다. BMI와 복부 둘레는 성별이나 인종과는 독립적으로 약 0.9의 상관계수를 갖는 밀접한 관계에 있다[16].

본 연구에서 프로그램 실시 전 연구대상자 전체의 대사증후군 유병률은 16.7%, 대사증후군 개별 위험인자인 큰 허리둘레, 높은 공복혈당, 높은 TG농도, 낮은 HDL-C농도, 고혈압의 유병률은 각각 91.7%, 0%, 41.7%, 54.2%, 33.3%로 나타났다. NCEP ATP III의 비만 정의를 이용한 한국인에서의 대사증후군 유병률은 약 15% 이내였으나, 아시아 태평양 비만 기준을 적용한 강미라 등의 연구[24]에서는 대사증후군 유병률은 20.4%, Third National Health and Nutritional Examination Survey에서의 22%로 나타났다는 연구[17]보다는 다소 낮았다. 이 같은 대사증후군 유병률의 차이는 연구대상자 수의 차이와 인종 차이에 그 원인이 있는 것으로 생각되지만 아직 명확한 원인은 밝혀지지 않고 있고, 대사증후군을 정의하기 위해 여러 가지 기준들이 난립하고 있는 것도 이유이다[36].

남자의 대사증후군의 유병률은 WHO 기준을 적용한 대사증후군 외에는 모두 40세 이상 나이가 들수록 감소하는 경향을 보이고 있고, 여자의 대사증후군은 나이가 들수록 증가하며 특히 폐경기인 50세를 전후해서 갑자기 많이 증가하는 것을 관찰할 수 있으며[36], 이러한 경향은 한국인을 대상으로 한 연구에서 일정하게 발견할 수 있다[43].

대사증후군 개별 위험인자인 큰 허리둘레, 높은 공복혈당, 높은 TG농도, 낮은 HDL-C농도, 고혈압의 유병률을 Cook 등이 비만청소년 자료를 조사한 결과 각각 74.5%, 2.6%, 51.8%, 50.0%, 11.2%로 나타났다는 보고[11]와 비교해 볼 때, 큰 허리둘레(91.7 vs 74.5%), 공복혈당(0 vs 2.6%), 높은 TG농도(20.8 vs 51.8%), 낮은 HDL-C농도(54.2 vs 50.0%), 고혈압(16.6 vs 11.2%)에서 차이가 나타남을 알 수 있다. 이러한 개별 위험인자의 유병률 차이는 그 원인을 명확히 알 수는 없지만 연구대상자 수의 차이, 식습관의 차이 및 인종에 따른 인체 대사반응의 차이[12]에 그 원인이 있는 것으로 생각된다.

NCEP-ATP III 자료를 따른 1998년과 2001년에 시행한 국민건강영양조사에서 대사증후군의 구성인자들을 각각 비교하였을 때 남자에서 고혈압과 고중성지방혈증의 유병률이 높은 데 비하여 여성에서는 복부비만과 낮은 HDL-C의 유병률이 높은 것으로 나타났다[40].

본 연구에서 대사증후군 위험인자 수를 2개(25%)와 3개 이상(8.3%) 지닌 분포빈도와 개별 위험인자 중 큰 허리둘레(8.3%), 높은 TG농도(8.3%), 낮은 HDL-C농도(33.3%), 고혈압

(8.3%)의 개선도가 프로그램 실시 후 걷기운동군이 대조군보다 더 높게 나타났다. 98국민건강영양조사를 토대로 1634명의 청소년을 연구한 결과 소아비만과 위험인자의 관계를 보면 5-17세 소아의 30%에서 하나 이상의 위험인자를 가지고 있다고 하여[50], 본연구의 결과와 비슷하였다. 규칙적인 유산소성 운동은 혈중지질 프로파일과 호흡순환기능 및 신체구성을 개선하며 간과 골격근 및 지방조직의 인슐린작용을 개선시키며[19], 대사증후군 유병률과 대사증후군 개별 위험인자를 동시에 개선시킬 수 있음을 시사한다고 할 수 있겠다.

본 연구에서 프로그램 실시 후 걷기운동군의 체조성 및 체력 변화량과 대사증후군 위험인자 변화량 간의 관련성을 다중선형회귀 분석을 이용하여 분석한 결과 체조성 변인의 상완위팔근육둘레(AMC), 허리둘레, 신체발달지수, 체수분과 체지방량 변화가 각각 BMI, WHR, HDL-C, 공복혈당, 수축기혈압의 변화를 결정하는 독립예측인자로 나타났고, 체력 변인의 50m달리기 변화가 HOMA지수의 변화를 결정하는 독립예측인자로 나타났다. 이러한 결과는 체조성의 상완위팔근육둘레, 허리둘레, 신체발달지수, 체수분과 체지방량의 변화가 대사증후군 위험인자의 BMI, WHR, HDL-C, 공복혈당, 수축기혈압 개선시킬 수 있고, 체력 변인의 50m달리기(순발력)의 향상이 대사증후군 위험인자의 MOMA지수를 개선시킬 수 있다는 의미로 해석할 수 있겠다.

본 연구에서 행동수정요법에 의한 걷기운동군의 생활양식의 변화에서 아침식사횟수, 간식횟수, 걷기횟수, 외식횟수, 식사소요시간 등 모든 항목에서 유의한 변화를 가져왔다. 걷기운동을 통한 운동의 효과에 못지 않게 실험결과에 행동수정요법에 의한 생활양식의 변화도 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 특히, 바람직한 식사와 운동습관을 형성할 수 있도록 하는 교육에 초점을 맞추어 교육을 실시하였으며, 학생들에게 지속적인 관심만 가져준다면 기대이상의 효과를 볼 수 있고, 치료목적의 즉각적인 체중감소보다는 일상생활에서의 바람직한 식습관과 운동습관을 형성 시켜주는 행동수정요법의 병행이야말로 성장과 발달 과정에 있으면서 변화가 많은 청소년에게 이상적인 방법이라고 생각된다.

요 약

비만 여중생을 대상으로 하여 12주간 행동수정 프로그램을 포함한 걷기운동을 실시한 결과 비만 여중생의 체조성, 체력, 대사증후군의 유병률 및 대사증후군 위험인자에서 긍정적인 변화를 가져오는 것을 확인하였다. 또한 다중선형회귀분석 결과 체조성의 상완위팔근육둘레, 허리둘레, 신체발달지수, 체수분, 체지방량의 개선과 체력의 50m달리기 향상이 BMI, WHR, HDL-C, 공복혈당, 수축기혈압, HOMA지수를 개선시킬 수 있는 것으로 나타나 유산소성 걷기운동과 행동수정 프로그램에 의한 식사량조절과 식습관 변화가 비만

청소년에 있어서 대사증후군에 의한 심혈관질환과 당뇨병, 심리적 우울증에 효과적인 프로그램이 될 수 있다고 생각된다. 그러나 피험자 수가 적고, 실험기간이 짧아 실험결과를 일반화하기에는 주의가 필요하며, 실험이후에 학생들의 지속적 운동 습관을 유지하기 위한 프로그램의 개발이 필요하다고 생각된다.

참고 문헌

- Ahn, L. 2007a, 20. January. Overweight Girls Are at Risk of Getting Heart Disease. *The Kids Times*, pp. A6.
- Ahn, L. 2007b, 16. February. U. S. Kids Getting Surgery to Lose Weight. *The Kids Times*, pp. A6.
- Ahn, L. 2007c, 13. July. Eye Sight Linked to Heart Disease. *The Kids Times*, pp. A6.
- Baker, A. 1986. Alteration in lipid and protein profile of lipoprotein in middle aged men consequent to an aerobic exercise program. *Metabolism* **35(11)**, 1037-1043.
- Barbeau, P., B. Gutin, M. Litaker, S. Owens, S. Riggs and T. Okuyama. 1999. Correlates of individual difference in body composition changes resulting from training in obese children. *Am. j. Clin. Nutr.* **69(4)**, 705-711.
- Brownell, K. D. Wadden, T. A. 1999. The LEARN program for weight control. Dallas, TX: *American Health Publishing Company*.
- Caprio, S., M. Bronson, R. S. Sherwin, F. Rife and W. V. Tamborlane. 1996. Co-existence of severe insulin resistance and hyperinsulinaemia in pre-adolescent obese children. *Diabetologia* **39(12)**, 1489-1497.
- Carantoni, M., G. Zuliani, S. Volpato, E. Palmieri, A. Mezzetti & L. Vergnani et al. 1998. Relationships between fasting plasma insulin, anthropometries, and metabolic parameters in a very old healthy population. *Metabolism* **47**, 535-540.
- Che, B. S. 1998. Fat metabolism. *Seoul : Seoul National University Publishing department*.
- Cole, T. J., M. C. Bellizzi, K. M. Flegal and W. H. Dietz. 2000. Establishing standard definition for child overweight and obesity women wide: international survey. *B. M. J.* **320**, 1240-1243.
- Cook, S., M. Weitzman, P. Auinger, M. Nguyen and W. H. Dietz. 2003. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* **157(8)**, 821-827.
- Cruz, M. L., M. J. Weigensberg, T. T. Huang, G. Ball, G. Q. Shaibi and M. I. Goran. 2004. The metabolic syndrome in overweight Hispanic youth and the role of insulin sensitivity. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **89(1)**, 108-113.
- Duncan, G. E., S. M. Li and X. H. Zhou. 2004. Prevalence and trends of a metabolic syndrome phenotype among U. S. Adolescents, 1999-2000. *Diabetes Care* **27(10)**, 2438-2443.
- Eun, Y. S., K. J. Kim and H. S. Park. 2001. Effect of Multidisciplinary Weight Control Program on Weight and Comorbidity in Obese Adolescents. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity.* **10(4)**, 325-335.
- Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adult. 2001. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program(NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults(Adult Treatment Panel III). *J. A. M. A.* **285**, 2486-2497.
- Ford, E. S., A. H. Mokdad and W. H. Giles. 2003. Trends in waist circumference among U. S. adults. *Obes. Res.* **11**, 1223-1231.
- Ford, E. S., W. H. Giles and W. H. Dietz. 2002. Prevalence of the metabolic syndrome among U. S. adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA.* **287**, 356-359.
- Franks, P. W., U. Ekelund, S. Brage, M. Y. Wong and N. J. Wareham. 2004. Does the association of habitual physical activity with the metabolic syndrome differ by level of cardiorespiratory fitness?. *Diabetes Care* **27**, 1187-1193.
- Gudat, U., S. Bungert, F. Kemmer and L. Heinemann. 1998. The blood glucose lowering effects of exercise and glibenclamide in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabet. Med.* **15(3)**, 194-198.
- Horowitz, J. F. 2003. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *Trends Endocrinol. Metab.* **24(5)**, 321-336.
- Jeon, J. Y. 2007. The Effects of Combined Exercise on Cardiovascular Disease Risk Factor, CRP, Adiponectin, TNF- α in Obese Middle School Girls. *Unpublished Doctor Dissertation, Pusan National University, Pusan*.
- Journal of Korean Society for the Study of Obesity. 2000. The Asia-Pacific perspective : redefining obesity and its treatment. *Seoul : Hanyeehak Publishing Co.*
- Journal of Korean Society for the Study of Obesity. 2006. Infant · Young Obesity Control Manual. *Seoul : Journal of Korean Society for the Study of Obesity*.
- Kang, M. R., J. D. Sung, B. C. Yoo, Y. H. Choi, S. Y. Je and J. H. Jung et al. 2005. Maximal Oxygen Uptake (VO₂max) and Metabolic Syndrome. *Korean Diabetes Association* **29(1)**, 65-71.
- Katzmarzyk, P. T., A. A. Leon, J. H. Wilmore, J. S. Skinner, D. C. Rao, T. Rankinen and C. Bouchard. 2003. Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the HERITAGE Family Study. *Med. Sci. Sports Exer.* **35(10)**, 1703-1709.
- Kim, H. J. 2001. Effects of behavioral modification therapy on body composition and serum lipid in obese children. *Unpublished Thesis, Pusan National University, Pusan*.
- Kim, H. M., J. Park, H. S. Kim and D. H. Kim. 2006. Prevalence of the metabolic syndrome in Korean adolescents aged 12-19 years from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 1998 and 2001. *Diabetes Res. Clin. Pract.* in press.

28. Kim, K. B., J. H. Shin and J. A. Lee. 2003. The Effects of Aerobic Exercise on Abdominal Obesity, Cardiopulmonary Function and Serum Insulin in Obese Middle School Girls. *Korea Sport Research* **14(6)**, 1675-1684.
29. Kim, S. H. 1991. development and evaluation of a program for obesity prevention. *Unpublished Thesis, Seoul National University, Seoul*.
30. Kim, S. M., K. M. Kim and D. J. Lee. 1997. Relationship of Uric Acid Concentration to Free Fat Acid, Cardiovascular Risk Factors and Intraperitoneal. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity* **6(1)**, 51-58.
31. Kim, Y. H. 2000. Cause and solution of young obese. *KACEP* **2**, 143-147.
32. Korean Journal Pediatrics. 1998. Standard test of physical growth in Korean infant. *Seoul : Kwangmoon Publishing Co.*
33. Kullo, I. J., D. D. Hensrud and T. G. Allison. 2002. Relation of low cardiorespiratory fitness to the metabolic syndrome in middle-aged men. *Am. J. Cardiol.* **90**, 795-797.
34. Kwon, Y. I., T. K. Park, K. H. Park, C. H. Park, J. Y. Jeon and M. K. Choi et al. 2006. Effects of combined exercise training on physical fitness and metabolic syndrome in obese middle school. *The Korean Journal of Physical Education* **45(6)**, 611-621.
35. Laaksonen, D. E., H. M. Lakka, J. T. Salonen, L. K. Niskanen, R. Rauramaa and T. A. Lakka. 2002. Low levels of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness predict development of the metabolic syndrome. *Diabetes Care* **25**, 1612-1618.
36. Lee, H. J., H. S. Kwon, Y. M. Park, H. N. Joen, Y. H. Choi and S. H. Ko. 2005. Waist Circumference as a Risk Factor for Metabolic Syndrome in Korean Adult. *Korean Diabetes Association* **29(1)**, 48-56.
37. Lee, M. J., Y. S. Kim, D. H. Kim, S. H. Kim, H. Y. Lee and Y. B. Yun. 1999. The Effect of Rope-Jumping Exercise on Body % fat, Serum Lipid and Serum Enzyme Level in Obese Children. *International Sport Science Congress* 620-631.
38. Lee, N. H. 1999. The Effect of HulaHoop Exercise on Health Related Physical Fitness and Plasma Lipid Components in Obese Male Middle School Students. *Unpublished Thesis, Korean Physical Education National University, Seoul*.
39. Liese, A. D., E. J. Mayer-Davis and S. M. Haffner. 1998. Development of the multiple metabolic syndrome: an epidemiologic perspective. *Epidemiol. Rev.* **20(2)**, 157-172.
40. Lim, S., E. J. Lee, B. K. Ku, S. I. Jo, K. S. Park, H. C. Jang, S. Y. Kim and H. K. Lee. 2005. Increasing Trends of Metabolic Syndrome in Korea -Based on Korean National Health and Nutrition Examination Surveys. *Korean Diabetes Association* **29(5)**, 432-439.
41. Matthews, D. R., J. P. Hosker, A. S. Rudenski, B. A. Naylor, D. F. Treacher and R. C. Turner. 1985. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* **28**, 412-419.
42. Melin, I. and S. Rossner. 2003. Practical clinical behavioral treatment of obesity. *Patient Educ. Couns.* **49(1)**, 75-83.
43. Park, H. S., H. C. Shin, B. S. Kim, K. Y. Lee, H. S. Choi and J. A. Shin et al. 2003. Prevalence and Associated Factors of Metabolic Syndrome among Adults in Primary Care. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity* **12**, 108-123.
44. Park, H. S., S. J. Sim and J. Y. Park. 2004. Effects of weight reduction on metabolic syndrome in Korean obese patients. *J. Korean Med. Sci.* **19(2)**, 202-208.
45. Park, T. K. 2005. Effects of 12 Weeks Walking Exercise on Metabolic Syndrome Makers in Obese Middle School Girls. *The Korean Journal of Physical Education* **44(6)**, 507-516.
46. Pollock, M. L., B. A. Franklin, G. J. Balady, B. L. Chaitman, J. L. Fleg and B. Fletcher et al. 2000. SHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety and prescription. *Circulation* **101(7)**, 828-883.
47. Region, W. W. P. 2000. The Asia-Pacific perspective: refining obesity and its treatment. *J. Intern. Med.* **250**, 105-120.
48. Sinaiko, A. R., D. R. J. Jacobs, J. Steinberger, A. Moran, R. Luepker, A. P. Rocchini and R. J. Prineas. 2001. Insulin resistance syndrome in childhood: associations of the euglycemic insulin clamp and fasting insulin with fatness and other risk factors. *J. Pediatr.* **139(5)**, 700-707.
49. Srinivasan, S. R., L. Myers and G. S. Berenson. 2002. Distribution and correlates of nonhighdensity lipoprotein cholesterol in children: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* **110(3)**, 29.
50. Sung, E. J. and T. S. Shin. 2003. The Effect of Overweight to Cardiovascular Risk Factors among Korean Adolescents. *The Korean Academy of Family Medicine* **24**, 1017-1025.
51. Tan, C. E., S. C. Emmanuel, B. Y. Tan and E. Jacob. 1999. Prevalence of diabetes and ethnic differences in cardiovascular risk factors. The 1992 Singapore National Health Survey. *Diabetes Care* **22**, 241-247.
52. Tokmakidis, S. P., C. E. Zois, K. A. Volaklis, K. Kotsa and A. M. Touvra. 2004. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *Eur. J. Appl. Physiol.* **92(4)**, 437-442.
53. Torok, K., Z. Szelenyi, J. Porszasz and D. Molnar. 2001. Low physical performance in obese adolescent boys with metabolic syndrome. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* **25(7)**, 966-970.
54. Valoski, A. M. 1995. Do children lose and maintain weight easier than adults. a comparison of acid and parent weight changes from six months to ten years. *Obes. Res.* **3(5)**, 411-417.
55. Ye, A. S. T. 2002. Menopause, Aging and Obesity. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity* **11(3)**, 289-298.