

아동기 비만이 혈장 지질, 혈압 및 혈당에 미치는 영향

임현숙[†] · 이종임

전남대학교 식품영양학과

Relationships of Obesity in Childhood to Plasma Lipids, Blood Pressure and Blood Glucose

Hyeon-Sook Lim[†] and Jong-Im Lee

Dept. of Food and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

Abstract

In order to investigate the relationships of obesity in childhood to plasma lipid, blood pressure and blood glucose concentration, we selected 21 subjects for the moderate obese group (MO), 9 for the mild obese group (MI), and 19 for the control group (C) among children aged 10~12. While the level of plasma triglyceride and VLDL-cholesterol of the MO group was much higher than that of group C, a significantly lower percentage of HDL-cholesterol was found in the MO compared to the percentage found in group C. Also the level of the total cholesterol and LDL-cholesterol of the MI group as well as the MO was much higher than that of C. The elevated total-cholesterol level of the MI group was due to increased LDL-cholesterol and that of the MO was due to increases in both VLDL-cholesterol and LDL-cholesterol. As the result of these differences, the atherogenic index of the MO was significantly higher than that of C. The incidence of hypercholesterolemia ($\geq 200\text{mg/dl}$) of the MI and MO was 60.0% and 77.8% respectively. All of the physical parameters and indexes except height were positively correlated with plasma lipid levels, systolic blood pressure, and blood glucose concentration. The analyses of the correlation indicated that central fat to peripheral fat ratio and waist to thigh girth ratio seemed to be closely associated to plasma lipid levels and atherogenic index. The MO had significantly higher systolic blood pressure than C and significantly higher blood glucose concentration was found in both MI and MO than in C. These results confirmed that obesity in childhood may be relevant to chronic metabolic diseases such as abnormal lipid metabolism, atherosclerosis, high blood pressure and diabetes mellitus.

Key words : obesity, childhood, plasma lipids

서 론

최근 우리나라로 선진국형의 성인병으로 인한 사망율이 증가되고 있으며¹⁾, 또한 성장기 아동의 비만율이 높아지고 있다^{2,3)}. 양자는 상호 밀접한 관계를 갖고 있다고 생각된다. 비만은 당뇨병, 고혈압, 동맥경화증 및 심혈관 질환과 지질대사 이상 등을 초래하며 이와 관련된 사망율을 높이기 때문이다^{4,5)}. 또한 아동기 비만은 성인기로 이행되는 경향을 보이며, 비만 아동의 경우 비만 성인에서 보이는 성인병의 임상적 증상을 나타낸다

는 보고가 있다^{6~8)}. 동맥경화증이나 관상동맥심장질환은 만성적으로 서서히 진행되며 이미 아동기부터 그 유발요인이 시작되는 것으로 인정되고 있다^{9,10)}. 따라서 이를 질환의 유발 가능성이 높은 비만 아동의 계속적인 추적 관찰은 아동 성인병의 예방과 조기 치료에 중요한 의의를 갖는다고 하겠다.

외국의 경우 아동기 또는 사춘기 비만과 혈장 지질농도의 변화에 관하여 많은 연구가 수행되었으며, 그 결과 성장기의 비만 정도 및 지방세포수의 증가가 혈장 지질 또는 지단백의 변화와 밀접히 관련됨이 밝혀졌다^{11~14)}, 아동기에 높은 혈장 콜레스테롤 수준을 보였던 아동은 성인기에도 계속 높은 상태를 유지한다는 보고도 있다¹⁵⁾. 체격이나 식생활 양상이 서구와 다른

[†]To whom all correspondence should be addressed

이 논문은 1992년도 전남대학교 학술 연구비에 의해 연구되었음

한국인의 경우 아직도 비만 판정에 대한 적합한 지표도 설정되어 있지 않으며, 아동기의 정상 혈장 지질 농도 범위도 제정되어 있지 못한 실정이다. 그러나 일부 보문을 통해 밝혀진 내용은 4~12세 아동에서 비만도가 높을수록 혈장 지질 수준에 이상이 있는 경우가 많았으며¹⁶⁾, 10~12세 아동의 고지혈증 발생율은 11.14% 이었고¹⁷⁾, 비만도가 50% 이상인 고도 비만아에서 고지 혈증, 지방간, 고혈압 및 당뇨병 등 합병증 유병율이 높았다¹⁸⁾는 점 등이다.

이에 본 연구에서는 비만 발생율이 가장 높은 11세 연령²⁾을 전후한 아동을 대상으로 하여 비만도에 따른 혈장 지질 농도, 혈압 및 혈당치 등에 관한 기초 자료를 얻고 또한 이를 성적과 체위와의 상관성을 알아보기로 하였다.

재료 및 방법

대상자 선정 및 실험군 구분

광주직할시에 소재한 일 국민학교의 4~6학년에 재학 중인 10~12세 남자 아동의 체질량지수 (body mass index ; BMI, 체중(kg)/신장(m)²)를 산출하여 BMI가 20.1~25.0에 속하는 21명을 경도 비만군 (mild obese group ; MI)으로, 25.1~30.0에 속하는 9명을 중등도 비만군 (moderate obese group ; MO)으로 구분하였으며, BMI가 16.1~20.0에 속하는 아동 중 MI 또는 MO군과 근사한 신장을 지닌 19명을 선정하여 대조군 (control group ; C)으로 하였다.

체위 계측

오전 9:00~11:00 사이의 공복 상태에서 신장, 체중, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 오른쪽 허벅지둘레 및 피하지방두께 (오른쪽 삼두박근부 및 견갑골 하부)를 계측하였으며, 이를 성적으로 부터 BMI, PIBW (percent of ideal body weight, (실체중-표준체중) × 100/표준체중), RI (Roehrer index, 체중(kg) × 10/신장(m)³), WHR (waist / hip girth ratio), WTR (waist / thigh girth ratio) 및 CF/PF (central fat (견갑골 하부)/peripheral fat (삼두박근부)) 비율을 산출하였다. PIBW 산출 시 표준체중은 한국소아발육표준치¹⁹⁾의 신장별 체중 배분위 자료 중 50백분위수를 이용하였다.

영양섭취실태 조사

식품기록법 (food recording method)으로 1일간의 식품섭취 실태를 조사하였다. 조사 대상자의 어머니

또는 본인으로 하여금 배부된 양식에 기록하도록 하였으며 체위 계측시 본인과의 면접을 통하여 기록된 내용을 확인하였다. 이를 자료로 부터 1일 평균 에너지, 단백질, 지질, 당질 및 콜레스테롤 섭취량을 식품성분 표²⁰⁾에 의거하여 산출하였으며, 섭취 지질의 P/S (polyunsaturates/saturates) 비율과 P+M/S (polyunsaturates + monounsaturates/saturates) 비율을 구하였다.

에너지 소비량 측정

식품섭취실태 조사일의 활동 내용을 조사 대상자의 어머니 또는 본인으로 하여금 배부된 양식에 본 단위로 기록하도록 하였으며, 역시 체위 계측시 본인과의 면접을 통하여 기록된 내용을 확인하였다. 이를 자료로 부터 Taylor와 McLeod²¹⁾가 구분한 활동 단계에 따라 조사된 활동 내용을 해당되는 단계에 기록하여 각 단계의 시간 및 몸무게당 소비 열량을 곱하여 활동 대사량을 구하였으며, 기초 대사량은 Du Bois의 공식²²⁾에 의거하여 구하였다. 기초 대사량, 활동 대사량 및 식품의 열효과를 합하여 총 에너지 소비량을 산출하였다. 또한 활동 강도 (에너지 소비량 (kcal)/체중 (kg))를 계산하였다.

혈압 측정, 채혈 및 혈액 성분 분석

오전 9:00~11:00 사이에 공복의 안정 상태에서 혈압을 2회 측정하여 평균값을 사용하였다. 혈액은 주정중피정맥으로부터 약 10ml를 heparin 처리된 주사기로 취하였으며, 채혈 즉시 heparin 처리된 모세관에 혈액을 채우고 microhematocrit centrifuge (Triac centrifuge, Clay Adams Co., USA)를 이용하여 5분간 원침시켜 적혈구 용적비를 구하였다²³⁾. 나머지 혈액을 1,000×g로 30분간 원침시켜 혈장을 분리하였으며 이를 냉장 보관하면서 혈장 성분의 분석에 이용하였다.

혈당치는 효소법²³⁾을 이용한 시약 (Glzyme, Eiken Chem. Co., Japan)으로, 총 단백질 농도는 Biuret법²³⁾을 이용한 시약 (Biuret reagent, 상동)으로, 알부민 농도는 BCG법²³⁾을 이용한 시약 (BCG reagent, 상동)으로 비색 정량하였다. 중성지방 (triglyceride ; TG) 농도는 Foster 와 Dunn법²⁴⁾으로, 인지질 (phospholipid ; PL) 농도는 효소법을 이용한 시약 (Glzyme, 상동)으로, total cholesterol (TC) 농도는 효소법을 (Cholestezyme-V555, 상동)으로, 유리 지방산 (free fatty acid ; FFA) 농도는 Brunk와 Swanson법²⁵⁾에 따라 비색 정량하였다. High density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) 함량은 phosphotungstate-MgCl₂에 의해 β -lipoproteins을 침전시킨 후²⁶⁾ 효

소법으로 정량하였고, low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C) 함량은 Fridewald 등²⁷⁾이 제안한 공식 [$TC - (HDL-C + \text{triglyceride}/5)$]을 이용하여 산출하였으며, very low density lipoprotein-cholesterol (VLDL-C) 함량은 TC에서 HDL-C와 LDL-C를 감하여 산출하였다. 또한 이를 성적으로 부터 동맥경화지수 (atherogenic index ; AI, $(TC-HDL-C)/HDL-C$)를 구하였다.

통계처리

모든 결과의 통계처리는 SAS (Statistical Analysis System) package로 수행하였다. 각 조사 항목의 평균과 표준편차를 대조군, 경도 비만군 및 중등도 비만군으로 구분하여 구하였으며, 실험군 사이의 평균의 차이는 Duncan's multiple range test를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였으며 세반 항목 간의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient로 검증하였다.

결과 및 고찰

체위

조사대상자의 실험군별 체위 및 체격 지수는 Table 1과 같았다. 측정된 체위 항목 중 신장은 실험군간에 유의한 차이는 없었으나 기타 모든 항목 즉 체중, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 허벅지둘레, 삼두박근부 및 견갑골 하부의 피하지방두께 모두 MO군, MI군 및

C군 순으로 유의하게 높았다. 이를 체위 항목간의 상관도는 모두 $p < 0.001$ 수준으로 높았다. 또한 BMI를 비롯한 체격 지수 즉 PIBW, RI, WTR, WHR 및 CF/PF 비율도 모두 MO군, MI군 및 C군 순으로 유의하게 높았다. 이를 체격 지수간의 상관도도 모두 $p < 0.001$ 수준으로 높았다.

우리나라의 경우 아직 비만을 판정하는 적합한 지표가 없어 신장과는 상관이 제일 적고 체지방량과 가장 상관이 높다고^{28,29)} 알려진 BMI를 이용하여 실험군을 구분하였으며 10~12세 일본 아동에서 BMI가 20 이상인 경우를 비만으로 정의하는 濱喜와 岩尾³⁰⁾의 기준을 사용하였는데 각 실험군의 PIBW 범위는 C군은 -4.0~14.7이었고, MI군은 22.8~48.0이었으며, MO군은 49.8~89.0이었다. 비만 체형의 분류에 사용되는 WHR, WTR 및 CF/PF 비율이 실험군간에 유의한 차이를 보여 비만도의 증가는 심부지방량의 증가를 수반하고 있음을 시사하여 주었다. 특히 WHR은 심부지방량을 잘 반영하는 지표로 알려져 있으며³¹⁾, 김 등³²⁾이 성인 여성들 대상으로 체지방의 분포 형태를 조사하면서 WHR에 따라 분류한 기준, 즉 상체형군 (0.87), 중간체형군 (0.82~0.86) 및 하체형군 (0.81)을 적용하여 보면 C군의 경우 상체형군 사례는 없었고 하체형군이 84.2%이었고, MI군의 경우는 상체형군이 66.7%이었고 하체형군은 9.5%이었으며, MO군의 경우는 전원이 상체형군으로 분류되어 실험군별로 뚜렷한 차이를 나타

Table 1. Anthropometric data and related indexes of the subjects

	C	MI	MO
Height (cm)	144.5 ± 6.3 ^a	146.1 ± 5.2 ^a	142.0 ± 6.5 ^a
Weight (kg)	37.9 ± 4.4 ^c	50.0 ± 4.4 ^b	55.9 ± 7.9 ^a
Circumference (cm)			
Chest	70.3 ± 4.1 ^c	81.7 ± 4.6 ^b	86.6 ± 5.4 ^a
Waist	61.6 ± 3.2 ^c	76.4 ± 5.6 ^b	85.9 ± 5.3 ^a
Hip	78.2 ± 3.9 ^c	86.4 ± 3.2 ^b	91.7 ± 4.7 ^a
Thigh (right, medial)	42.2 ± 3.2 ^c	48.7 ± 2.5 ^b	51.8 ± 4.1 ^a
Skinfold thickness (mm)			
Subscapular (right)	9.1 ± 2.2 ^c	20.2 ± 4.3 ^b	29.8 ± 5.2 ^a
Triceps (right)	13.8 ± 2.7 ^c	21.5 ± 2.2 ^b	25.9 ± 5.8 ^a
BMI	18.1 ± 0.9 ^c	23.4 ± 1.1 ^b	27.6 ± 2.2 ^a
PIBW	6.8 ± 5.7 ^c	37.0 ± 7.4 ^b	65.5 ± 12.7 ^a
RI	125.2 ± 6.9 ^c	160.3 ± 9.5 ^b	194.8 ± 16.5 ^a
WTR	1.47 ± 0.08 ^c	1.57 ± 0.11 ^b	1.66 ± 0.08 ^a
WHR	0.79 ± 0.03 ^c	0.89 ± 0.06 ^b	0.94 ± 0.03 ^a
CF/PF ratio	0.66 ± 0.14 ^c	0.93 ± 0.17 ^b	1.18 ± 0.21 ^a

Values are mean ± standard deviation

Values with the different superscript in a row are significantly different ($p < 0.05$). Abbreviations : C : control group, MI : mild obese group, MO : moderate obese group, BMI : body mass index=weight (kg)/height (m)², PIBW : percent of ideal body weight=(observed weight-standard weight for height) × 100/standard weight for height, RI : Roehrer index=weight (kg) × 10/height (m)³, WTR : waist/thigh girth ratio, WHR : waist/hip girth ratio, CF/PF ratio=central fat (subscapular)/peripheral fat (triceps)

내었다. WHR가 나이에 비례해 증가되는 사실을 고려한다면 본 조사 대상자의 상체형군 비율은 성인 여성의 기준을 사용하여 계산된 것보다 더욱 높으리라 생각된다. WHR와 BMI가 상관도가 높다는 점은 Lanska 등³³⁾에 의해서도 주장된 바 있으며 Terry 등³⁴⁾은 WHR 가 혀혈성 심장 질환 및 뇌동맥 질환으로 인한 사망율과 유관하며 나이 어린 집단에서 더욱 상관성이 높다고 하였다.

혈장 지질 농도

조사 대상자의 실험군별 혈장 지질 농도는 Table 2 와 같았다. 아동기의 혈장 지질 농도 정상치를 일본 문현³⁵⁾에 기준할 때 TG 농도는 3개 실험군 모두 정상 범위내의 값이었으며, 고중성지방혈증($\geq 160\text{mg/dl}$) 사례는 한명도 없었다. 그러나 MO군, MI군 및 C군 순으로 높은 경향을 나타내었고, MO군은 C군에 비하여 유의하게 높았다. 이러한 결과는 임 등¹⁶⁾이 비만군은 정상군에 비해 TG 농도가 높았다는 결과와 일치되며 또한 Albrink 등³⁶⁾이 미국 성인 남자에서 비만한 사람은 TG 농도가 높은 반면 수척한 사람은 낮았다는 내용을 지지하여 주었다. 따라서 아동기에도 성인기와 동일한 경향이 나타난다는 점을 시사하여 준다. C군의 값은 최등¹⁷⁾이 보고한 국민학교 5, 6학년 아동 또는 임 등¹⁶⁾이 보고한 4~12세 아동의 TG 농도와 근사하였다. 그러나 본 조사 결과를 비롯하여 상기 문현들의 한국인 아동의 TG 농도는 Frerichs 등³⁷⁾이 보고한 미국 아동(5~14세)의 경우에 비하여 높은 수준이었다. 다만 Hongo 등³⁸⁾이

보고한 일본 아동(국교 6학년)보다는 낮았다. TG 농도는 C군은 정상범위내의 값이었으나 MI군과 MO군은 이보다 높았으며, 양비만군 모두 C군에 비하여 유의하게 높았다. 고콜레스테롤혈증($\geq 200\text{mg/dl}$) 사례는 C군은 한 명도 없었으나 MI군은 60.0%였고, MO군은 77.8%이었다. 이 등¹⁸⁾은 비만도가 50% 이상인 비만군에서 고콜레스테롤혈증 사례는 48.2%이었다고 하였다. C군의 값도 한국 아동^{16,17)}, 일본³⁸⁾ 및 미국 아동³⁷⁾의 보고치보다 높았다. Frerichs 등³⁷⁾은 TC 농도는 촉인이 백인보다 높았다고 하였고 Resnicow¹⁹⁾도 촉인, 히스페닉, 동양인 및 백인 순으로 높았다고 하여 인종에 따른 차이를 보고한 바 있다. 본 조사 대상자의 TG 및 TC 농도가 높은 것은 분석 방법의 차이로 이해될 수도 있으나 인종에 따른 특성으로 생각되기도 한다. 전통적으로 곡체식 문화권의 식생활을 영위하며 아직 비만이 환율이 서구에 비해 낮은 우리나라지만 성장기 아동에 있어 혈장 지질 농도의 이상이 추측보다 우려할 만한 단계에 와 있음을 시사하여 준다. Consensus conference¹⁰⁾에서는 미국 아동(2~19세)에서 TC 농도 200mg/dl 이상은 95백분위수에 해당되며 이들에게는 엄격한 식이 조절이 실시되어야 하고 반응이 없을 경우에는 지질강하제의 투약이 고려되어야 한다고 하였다. Voller와 Strong³⁹⁾도 이들에게 콜레스테롤, 포화지방산 및 단순 당질의 섭취 제한 등 식이조절이 필요하다고 주장하였다. HDL-C 농도는 실험군간에 유의한 차이를 보이지 않았다. C군과 MI군은 정상범위내의 값이었으나 MO군은 이를 벗어나는 낮은 값을 보였다. 저HDL-콜레스테롤혈증($\leq 40\text{mg/dl}$) 사례는 C군의 경우도 42.1%였고, MI군은 25.0%, MO군은 55.6%이었다. 이 등¹⁸⁾은 비만도 50% 이상의 비만군에서 저HDL-콜레스테롤혈증 사례가 18.3%이었다고 하였다. C군의 값은 한국^{16,17)} 및 일본 아동³⁸⁾의 보고치보다 낮았다. 한편 %HDL-C는 MO군, MI군 및 C군 순으로 낮았으며, MO군은 C군에 비하여 유의하게 낮았다. LDL-C 농도는 TC 농도처럼 C군은 정상범위내의 값을 보였고 MI군과 MO군은 이보다 높았으며, 두 비만군 모두 C군에 비하여 유의하게 높았다. 고LDL-콜레스테롤혈증($\geq 130\text{mg/dl}$) 사례는 C군도 52.6%였고, MI군은 85.0%, MO군은 100.0%이었다. VLDL-C 농도는 MO군, MI군 및 C군 순으로 높은 경향을 나타내었으며 MO군만 C군에 비해 유의하게 높았다. 한편 PL과 FFA 농도는 실험군간에 유의한 차이를 보이지 않았다. AI는 MO군이 C군 및 MI군에 비하여 유의하게 높았다. AI가 3.0을 넘는 동맥경화성이 높은 사례는 C군의 경우 52.

Table 2. Plasma lipid levels of the subjects (mg/dl)

	C	MI	MO
TG	87.8 ± 11.5^b	98.6 ± 17.0^b	109.1 ± 31.0^a
TC	185.4 ± 7.9^b	204.9 ± 20.9^a	208.0 ± 17.6^a
HDL-C	43.7 ± 8.9^a	44.3 ± 5.4^a	39.7 ± 8.7^a
LDL-C	124.2 ± 10.1^b	141.0 ± 18.5^a	147.1 ± 14.5^a
VLDL-C	17.5 ± 2.3^b	19.7 ± 3.4^ab	21.8 ± 6.2^a
PL	193.0 ± 10.4^a	204.1 ± 16.8^a	198.4 ± 12.4^a
FFA	8.5 ± 2.2^a	9.9 ± 2.2^a	9.6 ± 2.4^a
(%HDL-C)	$(23.6 \pm 4.6)^a$	$(21.7 \pm 2.5)^ab$	$(19.2 \pm 4.5)^a$
AI	3.4 ± 0.9^b	3.7 ± 0.6^b	4.5 ± 1.4^a

Values are mean \pm standard deviation

Values with the different superscript in a row are significantly different ($p < 0.05$). Abbreviations ; C : control group, MI : mild obese group, MO : moderate obese group, TG : triglyceride, TC : total cholesterol, HDL-C : high density lipoprotein cholesterol, LDL-C : low density lipoprotein cholesterol, VLDL-C : very low density lipoprotein cholesterol, PL : phospholipid, FFA : free fatty acid, % HDL-C = HDL-C \times 100/T-C, AI : atherogenic index = (TC-HDL-C)/HDL-C

6%이었고, MI군은 95.0%, MO군은 88.9%이었다. 이 등^[16]은 비만도 50% 이상의 비만군의 56.7%가 3.0 이상이었다고 하였다. C군의 값은 한국 아동^[16,17]의 보고치보다 높았다.

이러한 결과는 비만 아동은 TG, TC, LDL-C 및 VLDL-C 농도가 높고 HDL-C 농도가 낮아 동맥경화성 경향이 큰 혈장 지질 양상을 보이고 있음을 시사하여 준다. 이 등^[18]은 비만도 50% 이상의 비만 아동에서 고지혈증 61.7% 및 지방간 38.3%의 합병증 유병률을 보고한 바 있다. 아울러 본 조사 결과는 C군 즉 정상 아동의 경우도 기 보고된 문헌에 비해 바람직하지 않은 양상을 나타내고 있음을 알려 주었다.

혈압 및 혈액성상

조사 대상자의 실험군별 혈압과 혈액성상은 Table 3과 같았다. 3개 실험군 모두 정상 범위내의 수축기 및 확장기 혈압을 나타내었으며 고혈압(수축기 ≥ 135 mmHg, 이완기 ≥ 80 mmHg) 사례는 한명도 없었다. 수축기 및 확장기 혈압 모두 MO군, MI군 및 C군 순으로 높은 경향을 나타내었으나 확장기 혈압은 실험군간에 유의 차가 없었고, 수축기 혈압에서는 MO군이 C군에 비하여 유의하게 높았다. 이러한 결과는 체중의 증가는 혈압 상승을 야기시킨다는 내용과 일치되었다^[19]. 이 등^[20]도 성인 여성에서 비만군의 혈압이 정상군보다 유의하게 높았다고 밝힌 바 있는데 본 조사 결과는 아동기에도 비만으로 인한 혈압 상승 현상이 나타나고 있음을 시사하여 주었다. 이 등^[18]은 비만도 50% 이상의 비만군에서 7.4%의 고혈압 유병률을 보고한 바 있다.

적혈구 용적비는 3개 실험군 모두 정상 범위^[21]내의 값을 보였다. 실험군간에 유의한 차이를 보이지 않았으며 한국^[22] 또는 일본 아동의^[23] 보고치와 근사하였다.

Table 3. Blood pressure, hematocrit and plasma levels of glucose, total protein and albumin of the subjects

	C	MI	MO
Blood pressure (mmHg)			
Systolic	108.7 ± 9.6 ^a	115.3 ± 11.5 ^{ab}	117.4 ± 8.2 ^a
Diastolic	60.7 ± 7.3 ^a	64.1 ± 8.3 ^a	65.3 ± 6.5 ^a
Hematocrit (%)	42.4 ± 2.1 ^a	42.1 ± 2.9 ^a	42.7 ± 1.8 ^a
Glucose (mg/dl)	76.2 ± 7.1 ^b	90.3 ± 9.7 ^a	87.7 ± 6.7 ^a
Total protein (g/dl)	6.6 ± 0.2 ^b	6.8 ± 0.3 ^{ab}	7.0 ± 0.5 ^a
Albumin (g/dl)	3.9 ± 0.2 ^b	4.1 ± 0.3 ^a	4.0 ± 0.3 ^a

Values are mean ± standard deviation

Values with the different superscript in a row are significantly different ($p < 0.05$). Abbreviations ; C : control group, MI : mild obese group, MO : moderate obese group

혈당치는 3개 실험군 모두 정상 범위^[24]내의 값을 보였으나 MO군과 MI군 모두 C군에 비해 유의하게 높아 비만 아동은 이미 당뇨병의 잠재력을 지니고 있음을 나타내 주었다. 문 등^[25]도 국민학교 5학년생에서 BMI가 높을수록 혈당치가 상승되는 경향이 있음을 보고한 바 있다. 혈장 총단백질 농도는 3개 실험군 모두 정상 범위^[23]내의 값을 보였다. 그러나 MO군, MI군 및 C군 순으로 높은 경향을 보였으며, MO군은 C군에 비하여 유의하게 높았다. 한편 혈장 알부민 농도는 전체적으로 낮은 경향이었으며 MO군과 MI군은 정상 범위^[23]내의 값을 보였으나 C군은 이보다 약간 낮았다. 3개 실험군간에 유의차는 없었다. 혈장 총단백질 및 알부민 농도는 일본 아동^[26]에 비해 낮았다.

에너지, 단백질, 당질, 지질 및 콜레스테롤 섭취량

조사 대상자의 실험군별 1일 평균 에너지, 단백질, 당질, 지질 및 콜레스테롤 섭취량은 Table 4와 같았다. 에너지 섭취량은 MO군, MI군 및 C군 순으로 많은 경향을 보였으나 한국인 영양권장량^[27]에 비해 3개군 모두 낮았다. 반면에 단백질 섭취량은 3개군 모두 권장량을 상회하였으며 역시 MO군, MI군 및 C군 순으로 섭취량이 많은 경향을 보였다. 단백질 에너지비는 MO군, MI군 및 C군 각각 15.1%, 15.7% 및 15.4%이었다. 동물성 단백질 섭취율은 53.1~57.9%으로 3군 모두 절반을 상회하였다. 당질 섭취량은 실험군간에 유의차를 보이지 않았으며 당질 에너지비는 MO군, MI군 및 C군 각각 60.1%, 57.6% 및 61.1%이었다. 지질 섭취량 역시 MO군, MI군 및 C군 순으로 많은 경향을 보였으며, 각 군의 지방 에너지비는 24.9%, 24.2% 및 23.5%로 자질 섭취량과 동일한 순서를 나타내었고 3군 모두 20%를 상회하였다. 그러나 본 조사 대상자의 지방 섭취량 또는 지방 에너지비는 한국^[24,25] 또는 일본 아동^[28]의 최근 보고치에 비교할 때 낮은 편이었다. 이와 이^[24]는 국민학교 5학년 남아에서 지방 에너지비가 24%이었다고 하였고 강과 백^[29]은 국민학교 5, 6학년 남아에서 정상군은 29.0%이었고, 비만군은 28.0%이었다고 하였으며, Hongo 등^[30]은 일본 국민학교 6학년 남아에서 31.6%를 보고하였다. 한편 포화지방산, 단일불포화지방산 및 다가불포화지방산 섭취량 모두 실험군간에 유의한 차이를 보이지 않았고, 따라서 P/S 비율 및 P+M/S 비율도 차이를 보이지 않았다. 다만 MO군의 경우 다가불포화지방산 섭취량이 많은 경향을 보였고, 그 결과 P/S 비율 및 P+M/S 비율도 높은 경향을 보였다. 콜레스테롤 섭취량은 유의한 차이는 아니나 MO군, MI군

및 C군 순으로 적은 경향을 나타내었다. 이는 MO군과 MI군의 상당수가 식이 조절을 하고 있다고 응답한 점으로 미루어 콜레스테롤 섭취도 제한하고 있음을 나타내주었다.

에너지 소비량

조사 대상자의 실험군별 1일 평균 에너지 소비량은 Table 5와 같았다. 1일 총에너지 소비량은 MO군, MI군 및 C군 순으로 많았으며 MO군과 MI군 모두 C군 보다 유의하게 많았다. 기초대사량과 활동대사량도 동일한 경향을 보였다. C군의 에너지 소비량은 김과 윤⁴⁶⁾의 국민학교 5학년 정상 남아의 보고치와 근사하였으나, MI군과 MO군의 경우는 동 문헌의 비만 남아의 보고치보다 높았다. MI군 및 MO군의 에너지 소비량이 C군에 비해 많았던 것은 기초대사량 뿐만아니라 활동대사량도 유의하게 많았기 때문이었다. 그러나 활동 강도는 MO군, MI군 및 C군 순으로 유의하게 낮았다. 이러한 내용은 김과 윤⁴⁶⁾에서 비만 아동이 정상 아동보다 활동 강도는 낮았으나 에너지 소비량은 오히려 많았다는 보고와 잘 일치된다. 강과 백⁴⁵⁾은 비만군은 정상군에 비해 가벼운 활동을 하는 시간은 길었고 중등 또는 심한 활동을 하는 시간은 짧았다고 하였다. Waxman과 Stunkard⁴⁷⁾도 비만 소년들이 정상 소년에 비해 비활동적이지만 에너지 소비량은 오히려 높았다고 하였다. 이는 체중의 차이가 현저하여 활동 강도의 차이에 따른 영향이 크게 나타나지 않기 때문이라 생각된다.

한편 C군의 경우 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 155kcal/day 적었고, MI군과 MO군은 각각 411kcal/day 및 425kcal/day 적었다. 이는 에너지의 섭취량과

소비량 조사가 불확실한 점을 감안하더라도 MO군의 88.9%와 MI군의 55%가 체중감량을 위한 식이조절을 하고 있다고 응답한 점으로 미루어 음에너지평형을 나타낸 것으로 생각된다.

혈장지질 농도와 체위와의 관계

조사 대상자의 혈장지질농도와 체위와의 상관은 Table 6과 같았다. 신장을 제외한 각 체위 항목과 체격지수는 광범위하게 혈장 TG, TC, LDL-C, VLDL-C 농도 및 AI와 유의한 정상관을 보였으며 특히 TC 및 LDL-C 농도와의 상관도가 가장 높았다. 반면에 %HDL-C과는 대체로 유의한 역상관을 보였다. 혈장 FFA, PL 및 HDL-C 농도는 별다른 상관을 나타내지 않았다. 특기할만한 내용은 CF/PF 비율이 PL와 FFA를 제외한 모든 혈장 지질 농도와 상관을 나타낸 점이다. 특히 HDL-C 농도 및 %HDL-C과 유의한 역상관을 보임

Table 5. Daily energy expenditures by the subjects

	C	MI	MO
Energy expenditure (kcal)	2050 ± 204 ^b	2359 ± 211 ^a	2476 ± 234 ^a
Basal	1389 ± 109 ^b	1565 ± 88 ^a	1612 ± 120 ^a
Physical	475 ± 104 ^b	580 ± 121 ^a	639 ± 118 ^a
Food effect	186 ± 19 ^b	215 ± 19 ^b	225 ± 21 ^a
EE/BW (kcal/kg)	54.3 ± 2.7 ^a	47.2 ± 2.1 ^b	44.6 ± 3.0 ^c

Values are mean ± standard deviation

Values with the different superscript in a row are significantly different ($p < 0.05$)

Abbreviations ; C : control group, MI : mild obese group, MO : moderate obese group, EE/BW : energy expenditure (kcal)/body weight(kg)

Table 4. Daily nutrient intakes by the subjects

	C	MI	MO
Energy (kcal)	1895 ± 312 ^a	1948 ± 364 ^a	2051 ± 458 ^a
Protein (g)	73.0 ± 25.5 ^a	76.8 ± 29.0 ^a	77.3 ± 8.3 ^a
Animal (%)	55.3 ± 17.2 ^a	57.9 ± 17.0 ^a	53.1 ± 17.3 ^a
Carbohydrate(g)	289.4 ± 49.8 ^a	280.7 ± 61.8 ^a	308.1 ± 67.8 ^a
Lipid(g)	49.5 ± 16.0 ^a	52.5 ± 25.9 ^a	56.7 ± 22.5 ^a
Saturated	19.2 ± 6.3 ^a	20.7 ± 9.2 ^a	20.8 ± 9.4 ^a
Monounsaturated	18.7 ± 7.9 ^a	20.3 ± 11.8 ^a	20.7 ± 9.5 ^a
Polyunsaturated	11.6 ± 5.0 ^a	11.5 ± 8.0 ^a	15.2 ± 6.1 ^a
P/S ratio	0.7 ± 0.4 ^a	0.6 ± 0.4 ^a	0.9 ± 0.5 ^a
P+M/S ratio	1.7 ± 0.6 ^a	1.6 ± 0.6 ^a	1.9 ± 0.6 ^a
Cholesterol (mg)	332.8 ± 186.9 ^a	263.6 ± 236.3 ^a	203.8 ± 134.4 ^a

Values are mean ± standard deviation

Values with the different superscript in a row are significantly different ($p < 0.05$). Abbreviations ; C : control group, MI : mild obese group, MO : moderate obese group, P/S ratio : polyunsaturated/saturated fatty acid, P+M/S ratio : polyunsaturated + monounsaturated/saturated fatty acid

으로써 AI와의 상관도가 가장 높았다.

BMI의 증가에 따른 혈장지질 농도의 변화를 살펴보면 TC 농도 ($Y=2.3X+146.2$, $p<0.001$) 와 LDL-C 농도 ($Y=2.2X+87.1$, $p<0.001$) 가 뚜렷하게 상승되었고, 다음으로 TG 농도 ($Y=1.8X+56.4$, $p<0.05$) 와 VLDL-C 농도 ($Y=0.4X+10.6$, $p<0.01$) 및 AI ($Y=0.1X+1.9$, $p<0.05$) 가 상승되었다. 한편 %HDL-C ($Y=-0.4X+30$,

$3, p<0.05$) 은 저하되었다. 임 등¹⁹은 비만군은 TG 농도가 유의하게 높았다고 하였고, 문 등²⁰은 BMI값이 클수록 TC 농도가 유의하게 높았다고 하였으며, Murata 등³⁵은 비만도 (ponderal index) 가 증가될수록 TG 농도가 증가되었고 HDL-C농도는 감소되었으며 AI가 상승되었다고 하였고, Laskarzewski 등⁴⁰은 고지혈증 아동은 quatlet index (QI) 가 높았다고 하였는 바 본 조사결

Table 6. Pearson's correlation coefficients between the plasma lipid levels and the anthropometric data of all subjects

	TG	TC	HDL-C	%HDL-C	LDL-C	VLDL-C	PL	FFA	AI
Height	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Weight	0.29*	0.45**	NS	-0.38**	0.47***	0.29*	NS	NS	0.32*
Circumference									
Chest	0.31*	0.47***	NS	-0.46**	0.52***	0.31*	NS	NS	0.39**
Waist	0.33*	0.54***	NS	-0.35*	0.53***	0.32*	0.29*	NS	0.31*
Hip	0.29*	0.44***	NS	0.38**	0.46**	0.29*	NS	NS	0.33*
Thigh (right)	NS	0.35*	NS	NS	0.32*	NS	NS	NS	NS
Skinfold thickness									
Subscapular (right)	0.34*	0.48***	NS	-0.40**	0.50***	0.34*	NS	NS	0.37*
Triceps (right)	NS	0.47***	NS	NS	0.43**	NS	NS	NS	NS
BMI	0.34*	0.47***	NS	-0.37**	0.47***	0.34*	NS	NS	0.33*
PIBW	0.34*	0.44**	NS	-0.34*	0.42**	0.34*	NS	NS	0.31*
RI	0.33*	0.44**	NS	-0.33*	0.43**	0.33*	NS	NS	0.30*
WTR	0.36*	0.53***	NS	-0.41**	0.54***	0.36*	0.30*	NS	0.40*
WHR	0.29*	0.53***	NS	NS	0.47***	0.29*	0.35*	NS	NS
CF/PF ratio	0.44**	0.40**	-0.31*	-0.48***	0.46**	0.44**	NS	NS	0.50***

NS : not significant, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

Abbreviations ; BMI : body mass index, PIBW : percent of ideal body weight, RI : Roehrer index, WTR : waist/thigh girth ratio, WHR : waist/hip girth ratio, CF/PF ratio=central fat/peripheral fat

Table 7. Pearson's correlation coefficients between the blood pressure, hematocrit and blood clinical data and the anthropometric data of all subjects

	Blood pressure		Hematocrit	Glucose	Total protein	Albumin
	Systolic	Diastolic				
Height	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Weight	0.42*	NS	NS	0.44**	NS	NS
Circumference						
Chest	0.37*	NS	NS	0.47***	0.31*	NS
Waist	0.37*	0.31*	NS	0.47***	NS	NS
Hip	0.45**	NS	NS	0.42**	NS	NS
Thigh (right, medial)	0.47***	NS	NS	0.35*	NS	NS
Skinfold thickness						
Subscapular (right)	0.33*	NS	NS	0.46**	0.31*	NS
Triceps (right)	NS	NS	NS	0.46**	NS	NS
BMI	0.40**	NS	NS	0.50***	0.34*	NS
PIBW	0.36*	NS	NS	0.48***	0.37*	NS
RI	0.36*	NS	NS	0.48***	0.36*	NS
WTR	NS	0.40**	NS	0.40**	NS	NS
WHR	NS	0.37*	NS	0.44**	NS	NS
CF/PF ratio	0.31*	NS	NS	0.39**	0.35*	NS

NS : not significant, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

Abbreviations ; BMI : body mass index, PIBW : percent of ideal body weight, RI : Roehrer index, WTR : waist/thigh girth ratio, WHR : waist/hip girth ratio, CF/PF ratio=central fat/peripheral fat

과는 이를 내용을 종합적으로 분명하게 드러내 주었다. 비만 체형의 분류에 이용되는 두가지 지수 중 본 조사에서는 WTR가 WHR보다 BMI와의 상관도는 낮았으나 혈장 지질 농도 및 AI와의 상관도는 더욱 높게 나타났다. Van der Kooy 등⁴⁹⁾은 WHR이 내장지방량을 제대로 나타내주지 못한다고 지적하였는 바 비만과 고지 혈증과의 관계는 WTR이 보다 적합한 지표로 사용될 수 있다고 생각된다.

혈압 및 혈액 성상과 체위와의 관계

조사 대상자의 혈압 및 혈액 성상과 체위와의 관계는 Table 7과 같았다. 혈당치와 수축기 혈압이 광범위하게 체위 항목 및 체격 지수와 유의한 상관을 나타내었으며, 혈장 총단백질 농도와 이완기 혈압도 약간의 상관을 보였다. 적혈구 용적비와 혈장 알부민 농도는 아무런 상관을 보이지 않았다. 혈당치는 신장을 제외한 전 체위 항목 및 체격 지수와 유의한 정상관을 보였으며 특히 가슴둘레, 허리둘레, BMI, PIBW 및 RI와 경도의 상관을 나타내었다. 이러한 점은 비만이 포도당 불내성을 야기시켜 당뇨병 발현율을 증가시킨다는 내용^{50,51)}이 아동기에도 그대로 나타나고 있음을 시사하여 준다. 한편 김 등⁵²⁾은 한국 성인 여성에서 비만할수록 또한 상체형일수록 혈청 인슐린 농도가 높았다고 보고하였고 WHR이 WTR보다 유용한 지표라고 주장하였으며, Lundgren 등⁵³⁾도 WHR이 당뇨병 발현율 및 혈당치의 변화와 관련성이 높다고 하였으나, 본 조사 결과 WHR도 혈당치와 상당한 상관을 보였으나 WTR의 상관도도 이에 뭇지 않은 것으로 나타났다. 김⁵²⁾은 WTR이 한국인의 체격조선상 더욱 적당한 지표라고 말한 바 있다. 그러나 본 조사 결과 혈당치와의 상관도는 WHR이나 WTR보다도 BMI, PIBW 및 RI가 보다 높게 나타났으며, 다음으로 가슴둘레와 허리둘레도 높은 상관을 보였다. 한편 BMI, PIBW 및 RI는 수축기 혈압과 유의한 정상관을 보였으며 신장과 견갑골하부 피하지방두께를 제외한 전 체위 항목 및 CF/PF 비율과 유의한 정상관을 나타내었다. 그러나 이완기 혈압은 수축기 혈압과는 달리 WTR 및 WHR와 유의한 정상관을 보였으며 허리둘레와도 유의한 정상관을 나타내었다. 이러한 결과는 비만이 혈압을 상승시킨다는 내용^{4,50)}이 아동기에도 나타나고 있음을 시사하여 준다.

결론 및 요약

최근 우리나라로 선진국형의 성인병으로 인한 사망율이 증가되고 있으며 성장기 아동의 비만율이 높아지고 있어 성인병과 아동기 비만과의 관련에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 본 연구에서는 11세 연령을 전후한 남자 아동을 BMI에 따라 대조군, 경도 비만군 및 중등도 비만군으로 구분하고 이들의 혈장 지질 농도, 혈압, 혈당치, 에너지 섭취량 및 에너지 소비량에 관한 실태를 조사하였고 각 인자와의 상관 관계를 고찰하였다. 신장-율 제외한 전 체위 항목(체중, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 허벅지둘레, 삼두박근부 피하지방두께 및 견갑골하부 피하지방두께)이 중등도 비만군, 경도 비만군 및 대조군 순으로 높았고, BMI 이외의 체격 지수(PIBW 및 RI)와 WHR, WTR 및 CF/PF 비율도 역시 같은 순서를 보였다. 이러한 결과는 BMI가 높은 경우 둘레항목도 모두 크며 피하지방두께가 두껍다는 점을 나타내주었으며, 또한 성인병 발생 위험율이 높은 상체형 비만율을 증가시킨다는 점을 시사하여 주었다. BMI는 혈장 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤, 중성지방 및 VLDL-콜레스테롤 농도 증가와 유의한 정상관을 보였고, %HDL-콜레스테롤과는 유의한 역상관을 보였다. 따라서 중등도 비만군의 혈장 중성지방과 VLDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도는 대조군 보다 유의하게 높았고, 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도는 중등도 비만군과 경도 비만군 모두 대조군보다 유의하게 높았으며, %HDL-콜레스테롤은 중등도 비만군이 대조군에 비해 유의하게 높았다. 이와 같은 혈장 지질 농도의 차이 외에도 수축기 혈압은 중등도 비만군이 대조군에 비해 유의하게 높았으며, 혈당치는 중등도 비만군과 경도 비만군 모두 대조군에 비해 유의하게 높았다. 이러한 결과는 우리나라 아동의 비만 이환율이 서구에 비해 낮으나 혈장 지질 농도의 이상이 우려할만한 단계에 와 있음을 시사하여 주었으며 지질대사 이상 뿐만아니라 고혈압, 당뇨병 등 아동 성인병의 증가를 예전하여 주었다. 따라서 비만 아동에 대한 소아 성인병의 조기 발견과 그 예방 대책이 강구되어야 할 것이다. 영양 섭취 실태에서는 에너지 섭취량은 대조군을 비롯하여 경도 비만군, 중등도 비만군 모두 권장량에 못 미쳤으나 3개군 모두 음 에너지평형 상태를 보였다. 경도 비만군과 중등도 비만군의 경우는 비만 아동의 상당수가 체중 감량을 위한 식이 조절을 하고 있었다. 한편 지질에너지비는 23.5~24.9%로 권장선인 20%를 상회하고 있었으며, P/S 비는 0.6~0.9이었고, 콜레스테롤 섭취량은 204~333-

mg/day이었으며, 동물성 단백질비는 53~58%로 섭취 단백질의 50% 이상이 동물성으로 섭취되고 있었다. 이러한 내용은 식생활의 서구화 추세를 반영하는 것이라 생각된다. 따라서 고지혈증, 고혈압 및 당뇨병 등 성인병의 위험인자로 작용하는 비만이 아동기에 발생되지 않도록 이에 대한 적극적인 대책이 요망된다.

문 현

1. 경제기획원 조사통계국 : 사망원인통계연보. 유한사, 서울(1992)
2. 문형남, 흥수종, 서성재 : 서울지역의 학동기 소아 및 청소년의 비만증 이환율조사. 한국영양학회지, **25**(5), 413(1992)
3. 조규범, 박순복, 박상철, 이동환, 이상주, 서성재 : 학동기 및 청소년기 소아의 비만도 조사. 소아과, **32**(5), 597(1989)
4. Grundy, S. M. : Cholesterol and coronary heart disease. *J. A. M. A.*, **264**(23), 3053(1990)
5. 이홍규 : 비만과 관련된 질환. 한국영양학회지, **23**(5), 341(1990)
6. Frank, I. K. and William, D. M. : *Obesity in nutrition, weight control and exercise*. Lea and Febiger, Philadelphia, p.115(1988)
7. Dietz, W. H. : Childhood obesity : Susceptability, cause and management. *J. Ped.*, **103**(5), 676(1983)
8. Ebstein, L. H., Wing, R. R. and Valoski, A. : Childhood obesity. *Pediatr. Clin. North. Am.*, **32**, 363(1985)
9. Garcia, R. E. and Moodie, D. S. : Lipoprotein profiles in hypercholesterolemic children. *A. J. D. C.*, **145**, 147(1991)
10. National Institutes of Heart Consensus Conference : Lowering blood cholesterol to prevent heart disease. *J. A. M. A.*, **253**(14), 2080(1985)
11. Bocque, M. D., Katch, V. L., Rocchini, A. P., Marks, C. R. and Moorehead, C. : Coronary risk incidence of obese adolescents : Reduction by exercise plus diet intervention. *Pediatrics*, **81**(5), 605(1988)
12. Freedom, D. S., Burke, G. L., Harsha, D. W., Srinivasan, S. R., Cresanta, J. L., Webber, L. S. and Berenson, G. S. : Relationship of changes in obesity to serum lipid and lipoprotein changes in childhood and adolescence. *J. A. M. A.*, **254**, 515(1985)
13. Resnicow, K., Morley-Kotchen, J. and Wynder, E. : Plasma cholesterol levels of 6585 children in the United States : Results of the know your body screening in five states. *Pediatrics*, **84**(6), 969(1989)
14. Khouri, P. and Glueck, C. J. : Relationships of measurements of body mass to plasma lipoprotein in school children and adult. *Am. J. Epidemiol.*, **111**, 395(1980)
15. Orchard, T. J., Donahue, R. P., Kuiller, L. H., Hodge, P. N. and Drash, A. L. : Cholesterol screening in childhood : Does it predict adult hypercholesterolemia? The beaver country experience. *J. Pediatr.*, **103**, 687(1983)
16. 임경숙, 윤운영, 김초일, 김경태, 김창익, 모수미, 최혜미 : 어린이들의 식습관이 비만도와 혈청 지질 수준에 미치는 영향. 한국영양학회지, **26**(1), 56(1993)
17. 최성향, 전혜원, 유기환, 손창성, 독고영창 : 국민학교 아동의 고지질증에 관한 연구. 고대논문집, **29**(2), 433(1992)
18. 이동환, 이종국, 이철, 황용승, 차성호, 최용 : 고도비만아의 합병증에 관한 연구. 소아과, **34**(4), 445(1991)
19. 대한소아과학회 : 소아신체발육표준치(1985)
20. 농촌진흥청, 농촌영양개선연구원 : 식품성분표. 제 3 개정판, 상록사, 수원(1986)
21. Taylor, C. M. and McLeod, G. : *Rose's laboratory handbook for dietetics*. 5th ed., Macmillan(1956)
22. 이혜수, 구재옥 : 영양학. 한국방송대학출판부, 서울 p.73, 182, 199(1990)
23. 이삼열 : 임상병리검사법. 연세대학교 출판부, 서울(1978)
24. Foster, L. B. and Dunn, R. T. : Stable reagents for determination of serum triglycerides by a colorimetric Hantzsch condensation method. *Clin. Chem.*, **19**, 338(1973)
25. Brunk, S. D. and Swanson, J. R. : Colorimetric method for free fatty acid methods in serum validated by comparison with gas chromatography. *Clin. Chem.*, **27**, 924(1981)
26. Burstein, M., Scholnick, H. R. and Morfin, R. : Rapid method for the isolation of lipoproteins from human serum by precipitation with polyanions. *J. Lipid Res.*, **11**, 583(1970)
27. Fridewald, W. T., Levy, R. I. and Fedreicson, D. S. : Estimation of concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.*, **18**, 499(1979)
28. Keys, A., Fidenza, F., Karvonen, M. J., Kimura, N. and Taylor, H. L. : Indices of relative weight and obesity. *J. Chron. Dis.*, **25**, 329(1972)
29. Khosla, T. and Lown, Cr. : Indices of obesity from body weight and height. *Br. J. Prev. Soc. Med.*, **21**, 122(1967)
30. 濱喜代治, 岩尾裕之 : 診養指導事典. 第二出版(株), 日本(1983)
31. Seidell, J. C., Björntorp, P., Sjöström, L., Sannerstedt, R., Krotkiewski, M. and Kvist, H. : Regional distribution of muscle and fat mass in men-New insight into the risk of abdominal obesity using computed tomography. *Int. J. Obes.*, **13**(3), 289(1989)
32. 김석영, 윤진숙, 차복경 : 성인여성의 체지방의 분포 형태와 비만도, 혈청 인슐린, 지질 농도 간의 관련성. 한국영양학회지, **25**(3), 221(1992)
33. Lanska, D. J., Lanska, M. J., Hartz, A. J. and Rimm, A. A. : Factors influencing anatomic location of fat tissue in 52953 women. *J. Obes.*, **9**, 29(1985)
34. Terry, R. B., Page, W. E. and Haskell, W. L. : Waist/hip ratio, body mass index and premature cardiovascular disease mortality in US Army veterans during a twenty-three year follow-up study. *Int. J. Obes.*, **16**, 417(1991)

35. Murata, M., Fujita, Y. and Okuni, M. : Strategies of screening for hyperlipidemia (dyslipoproteinemia) in school age children in the Tokyo area. *Preventive Med.*, **12**, 810 (1983)
36. Albrink, M. J., Meigs, W. and Granoff, M. A. : Weight gain and serum triglycerides in normal men. *N. Engl. J. Med.*, **266**, 484 (1962)
37. Frerichs, R. R., Srinivasan, S. R., Webber, L. S. and Berenson, G. S. : Serum cholesterol and triglycerides levels 3,446 children from a biracial community. The Bogalusa Heart Study. *Circulation*, **54** (2), 302 (1976)
38. Hongo, T., Suzuki, T., Karita, K., Dejima, Y., Yoshinaga, J., Togo, M., Ishida, H., Suzuki, H. and Hisatsune, E. : Nutritional assessment of a group of Japanese elementary school children in Tokyo : With special emphasis on growth, anemia and obesity. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **38**, 177 (1992)
39. Voller, R. D. and Strong, W. B. : Pediatric aspects of atherosclerosis. *Am. Heart J.*, **101** (6), 815 (1981)
40. Snetselaar, L. G. : *Nutrition counseling skills-assessment, treatment and evaluation*. 2nd ed., An. Aspen. Publication (1989)
41. 이기열, 장미라, 김은경, 허갑범 : 비만자의 체지방량 및 분포에 관한 기초연구. *한국영양학회지*, **24** (3), 157 (1991)
42. 문현경, 정해랑, 김영찬, 김숙희, 최혜미, 김화영 : 국교 5년생의 체격에 따른 인구학적, 생화학적 요인 및 인성과 기타 요인에 대한 연구. *한국영양학회지*, **21** (4), 223 (1988)
43. 한국인구보건연구원 : *한국인 영양권장량*. 제 5개정판. 고문사, 서울 (1989)
44. 이주연, 이일하 : 서울 지역 10세 아동의 비만이 환실 태조사 - 주거형태를 중심으로 -. *한국영양학회지*, **19** (6), 409 (1986)
45. 강영립, 백희영 : 서울시내 사립국민학교 아동의 비만요인에 관한 분석. *한국영양학회지*, **21** (5), 283 (1988)
46. 김난희, 윤진숙 : 학령기 비만아동과 정상아동의 리보플라빈 영양상태 비교. *한국영양학회지*, **25** (2), 150 (1992)
47. Waxman, M. and Stunkard, A. J. : Caloric intake and expenditure of obese boys. *J. Pediatr.*, **96** (2), 187 (1980)
48. Laskarzewski, P., Morrison, A., deGroot, I. : Lipid and lipoprotein tracking in 108 children over a four year period. *Pediatrics*, **64**, 584 (1979)
49. Van der Kooy, K., Leenen, R., Seidell, J. C., Deuterenberg, P., Droop, A. and Bakker, C. J. G. : Waist-hip ratio in a poor predictor of changes in visceral fat. *Am. J. Clin. Nutr.*, **57**, 327 (1993)
50. Lundgren, H., Bengtsson, C., Blohme, G., Lapidus, L. and Sjöestedt, L. : Adiposity and adipose tissue distribution in relation to incidence of diabetes in women : Results from a prospective population study in gothenburg, Sweden. *Int. J. Obes.*, **13** (4), 413 (1989)
51. Porte, D. and Halter, J. B. : The endocrine pancreas. In "Textbook of endocrinology" William, R. H. (ed.), Philadelphia, WB Saunders, p.716 (1981)
52. 김은경 : 한국인의 체지방량 측정방법 및 분포에 관한 종합적인 연구. 연세대학교대학원 박사학위논문 (1989)

(1993년 7월 16일 접수)