

## 체질량지수에 따른 일부 농촌지역 여자대학생의 혈청 크롬과 혈당 및 지질과의 상관관계 연구

김애정 · 장옥자<sup>1)</sup> · 김혜경<sup>2)</sup> · 김순경<sup>3)</sup> · 김진호<sup>4)</sup> · 지현영<sup>5)</sup> · 김선여<sup>6)</sup>

혜전대학 식품영양과, 혜전대학 간호과,<sup>1)</sup> 한서대학교 식품생물공학과<sup>2)</sup>  
순천향대학교 식품영양학과,<sup>3)</sup> 홍성의료원 정형외과,<sup>4)</sup> 홍성의료원 임상병리과<sup>5)</sup>  
농업과학기술원 잠사곤충연구부<sup>6)</sup>

### Relationship of Serum Chromium with Serum Lipids and Blood Glucose Level in Rural College Women

Kim, Ae-Jung · Chang, Ock-Ja<sup>1)</sup> · Kim, Hye-Kyung<sup>2)</sup> · Kim, Soon-Kyung<sup>3)</sup>  
Kim, Jin-Ho<sup>4)</sup> · Chi, Hyun-Young<sup>5)</sup> and Kim, Sun Yeou<sup>6)</sup>

*Department of Food & Nutrition, Hejeon College, 350-800, Korea*

*Department of Nursing Associate,<sup>1)</sup> Hejeon College, 350-800, Korea*

*Department of Food & Biotechnology,<sup>2)</sup> Hanseo University, 352-820, Korea*

*Department of Food Science and Nutrition,<sup>3)</sup> Soonchunghyang University, 336-745, Korea*

*Department of Orthopedic,<sup>4)</sup> Hongsung Medical Center, 350-800, Korea*

*Department of Clinical Laboratory,<sup>5)</sup> Hongsung Medical Center, 350-800, Korea*

*Department of Sericulture and Entomology,<sup>6)</sup> National Agriculture Science and  
Technology Institute, 350-800, Korea*

### ABSTRACT

Chromium(cr) plays an important role in carbohydrate and lipid metabolism, and Cr deficiency impairs glucose tolerance and increases serum cholesterol and triglyceride. The relationship of serum Cr with serum glucose and lipids was examined in 79 female college students in Choong-Nam areas. Subjects were divided into underweight, normal, and overweight groups according to their BMI. The average age, weight, height, and BMI were 21.9yr, 55.9kg, 158.5cm and 22.6kg/m<sup>2</sup>, respectively. Heights were not different between groups. Serum Cr and glucose concentrations were not significantly different between groups. However, there was a tendency toward lowered serum Cr levels in under- and over-weight groups. Serum cholesterol and LDL-cholesterol concentrations were significantly lower in the underweight group than in other groups. BMI had positive correlation with LDL-cholesterol, AI and LPH, and negative correlations with HDL-cholesterol/total cholesterol ratio. Low serum Cr concentration was related to increased LDL-cholesterol and total cholesterol, and related to decreased HDL-cholesterol in all groups. Therefore, serum Cr levels were lowered in abnormal weight groups and Cr may play an important role in coronary heart diseases. (*Korean J Nutrition* 31(8) : 1307~1314, 1998)

**KEY WORDS** : serum Cr · serum glucose · serum lipids.

## 서 론

최근 우리나라는 경제발전으로 인하여 생활방식이 편리해지면서 식생활의 서구화 경향으로 비만 유병율이 점차 증가하고 있다<sup>1,3)</sup>. 우리나라의 1994년 국민영양조사<sup>4)</sup>에 의하면 20세 이상 조사 대상자 중에서 비만 기준치인 체질량지수(body mass index)가 25kg/m<sup>2</sup>를 넘는 사람은 30.6%였으며 이는 1990년 16.9%<sup>4)</sup>와 비교할 때 빠른 속도로 증가되고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 비만의 높은 증가율이 주목을 받는 것은 과도한 체지방이 심혈관계 질환, 당뇨병, 고혈압, 암 및 지질대사 이상 등과 관련하여 그 사망율을 높인다고 보고되고 있기 때문이다<sup>5,9)</sup>.

비만과 혈청 지질에 관한 연구에서 비만도와 혈청 콜레스테롤 및 중성지질 사이에 상관관계가 있음이 밝혀졌고<sup>10)</sup>, 체중만 감소시켜도 혈청 중성지방을 낮출 수 있다고 한다<sup>11)</sup>.

비만과 관련하여 혈청 지질의 수준을 변화시키는데 있어 식이성분의 중요성에 관하여 많은 연구가 이루어졌는데<sup>12)</sup> 그중 식이 지방이 밀접하게 관련되어 있는 것<sup>10,11)</sup>은 많이 알려진 사실이며 그외 당질<sup>13,14)</sup>, 단백질<sup>15,16)</sup>, 비타민<sup>17)</sup>, 무기질<sup>18)</sup>등도 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 이 중에서 무기질과 관련된 연구는 미량 무기질인 구리나 아연에 대한 연구<sup>19,21)</sup>로 제한되어 있으나, 몇몇 연구에서 조직내 저크롬 수준과 동맥혈관계 질환과의 관계가 제시되었고, 그밖에 크롬의 보충이 HDL수준을 상승시켜 주었다는 보고도 있으며, 크롬의 결핍증세로는 성장장애, 공복시 저혈당증 및 혈액내 콜레스테롤 증가 등이 초래되었다고 한다<sup>22)</sup>. 그리고 실험동물에서 혈청 콜레스테롤과 중성지질의 증가를 초래하였다는 보고도 있다<sup>23)</sup>.

크롬(Cr<sup>3+</sup>)은 "glucose tolerance factor"라는 작은 유기 화합물의 활성성분으로서 확인 되었으며<sup>24)</sup>, 인슐린의 cofactor로 작용하여<sup>25)</sup> 정상적인 포도당 대사에 관여하는 필수 무기질이다. 크롬과 포도당 비내성(glucose tolerance) 사이에 상관성이 확실히 밝혀지지는 않았으나 성인 당뇨병환자의 크롬 보충이 포도당 이용율을 증가시켰다는 보고가 있다<sup>22)</sup>.

정리해보면 크롬은 동물의 당질 및 지질대사에 중요한 역할을 담당하고 있으며, 크롬의 결핍은 실험동물에서 내당능의 손상, 성장장애, 혈청 콜레스테롤과 중성지질의 증가 등을 초래한다<sup>26)</sup>. 그러나 그동안 분석상의 어려움으로 인하여 조직내 존재하는 크롬 양이 정확하게 측정되지 못하였다<sup>22)</sup>. 그러므로 비만과 관련하여 크

롬과 혈청 지질 및 지단백의 관련성을 조사한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 건강한 성인의 혈청 중 크롬의 농도는 1.3~1.7µg/dl로 보고되었으며 이 수준이하이면 체내 크롬은 결핍상태<sup>26)</sup>를 나타낸다. 그러므로 혈청 크롬함량은 조직내 크롬의 영양상태를 잘 반영해준다고 볼 수 있다. 앞서도 언급하였듯이 비만인구의 증가로 비만으로 인한 이환율의 상승과 더불어 그 관심이 고조되고 있는데, 우리나라의 경우 특히 젊은 성인여성들은 지나치게 체중증가를 억제시키기 위해 필요이상으로 식품 섭취를 줄이고 불규칙한 식사, 빈약한 아침식사, 부적당한 간식, 편식, 과식 등의 나쁜 식생활로 영양과잉과 부족이라는 상이한 영양불균형을 초래하여 적절한 영양공급이 이루어지지 않고 있어<sup>10)</sup> 당질, 지질대사에 중요한 역할을 하는 크롬과 같은 미량 무기질의 체내부족이 우려된다. 따라서 본 연구에서는 혈청 크롬과 혈청 공복시 포도당 농도와의 관련성과 더불어 혈청 지질과의 상관관계도 규명하고자 일부 지방대학 여대생 79명을 대상으로 신체계측, 혈액성분(혈청지질, 혈당 및 혈청 크롬함량) 함량을 측정하여 혈청 크롬과 각 요인간의 상관관계를 규명하여 지나친 체중감량은 체내 크롬결핍이라는 또 다른 요인을 초래함으로써 당질, 지질대사에 이상을 유발시켜 성인병으로 이환 될 수 있음을 시사하고자 하였다.

## 실험내용 및 방법

### 1. 조사대상 및 기간

1997년 6월 3일 평균 연령이 21.9±2.0세인 건강한 여자대학생 79명을 대상으로 실시하였다.

### 2. 조사방법

#### 1) 공복시 혈당, 혈청 크롬 및 지질분석

공복시 혈당은 glucose oxidase법<sup>27)</sup>으로 측정하였다.

혈청 크롬은 임<sup>28)</sup>의 습식분해법에 의거하여 ICP(Inductively Coupled Plasma : Lactam 8440 Plas-malac)<sup>29)</sup>로 측정하였다.

혈청 지질을 조사하기 위해 조사 대상자의 혈액에서 Total cholesterol(TC), Triglyceride(TG), HDL-cholesterol(HDL-C), LDL-cholesterol(LDL-C) 등의 지질을 측정하였다.

Total cholesterol은 효소법을 이용하여 미국 Randox사의 kit를 사용하여 자동분석기(Olympus 5021)로 측정하였으며, Triglyceride는 효소법을 이용하여 일본 국제시약사의 kit를 이용하여 CL 750 spectrophotometer로 분석하였다.

HDL-cholesterol은 혈청 sodium phosphotungstate와 magnesium chloride를 사용하여VLDL과 LDL의 복합체를 형성시켜 이들을 침전시키고 HDL-C을 분리한 후 상층에 잔존하는 HDL-C의 함량을 효소법으로 측정하였다.

LDL-cholesterol은 검사치를 이용하여 Friedwald formula<sup>30)</sup>를 사용하여 계산하였다.

$$LDL\text{-cholesterol} = TC - (TG/5 + HDL\text{-}C)$$

이외에도 심혈관질환의 위험도 판정에 사용되고 있는 LDL-C/HDL-C=LPH ratio와 TC/HDL-C=TPH ratio 및 atherogenic index((TC-HDL-C)/HDL-C)=AI를 계산하였다<sup>31)32)</sup>.

### 2) 비만도 계산

조사대상자의 신장과 체중으로 BMI를 구하였으며, BMI가 20이하인 군을 저체중군, BMI가 20에서 25사이를 정상군, BMI가 25이상을 과체중군으로 하여 3군으로 나누었다.

### 3. 자료분석 및 통계처리

자료분석은 SAS(Statistical analysis system)program package<sup>33)</sup>를 이용하여 처리하였고, 모든 측정치는 평균±표준편차를 계산하였다.

저체중군, 정상군, 과체중군의 측정치의 평균값의 차이에 대한 유의성 검정은 ANOVA(analysis of variance)로 분석하였으며, 신체계측치와 혈액성상간의 상관관계는 Pearson's Correlation에 의해 분석하였다.

## 결과 및 고찰

건강한 성인 여자 79명을 대상으로 Gibson<sup>34)</sup>의 연구에 의거한 체질량지수(body mass index : BMI)에 따라 저체중군(BMI<20), 정상군(BMI=20~25), 과체중군(BMI>25)으로 나누어 이들의 신체계측과 혈액성

상(혈청지질 및 크롬)을 측정하고 이들의 상관관계를 살펴본 결과는 다음과 같다.

### 1 신체계측

연구 대상자들의 신체계측 사항은 Table 1과 같다.

대상자들의 평균 연령은 21.9세였으며 평균 체중과 신장은 각각 55.9kg, 158.5cm였다. 신장과 체중 값으로 산출한 체질량지수는 평균 22.62g/m<sup>2</sup>이었는데 이는 대학생을 대상으로 한 이<sup>19)</sup>의 22.1kg/m<sup>2</sup>을 비롯한 다른 보고들<sup>35-37)</sup>보다는 높았고 19~23세의 일본인 여대생을 대상으로 한 김 등<sup>38)</sup>의 젊은 일본 여성의 21.0kg/m<sup>2</sup>보다도 높았는데 이는 지역간, 국가간의 문화, 사회 및 생활의 차이로 인한 경향으로 사료된다.

체질량지수에 따른 대상자들의 신장은 3군간에 유의차를 보이지 않았다.

### 2 일부 농촌지역 성인여자의 혈액성상

혈액성상 중 혈청지질 성상은 심혈관계질환 및 성인병 유발 가능성을 조기에 발견 할 수 있는 좋은 지표가 되며, 동맥 혈관계 질환과 조식내 크롬에 대한 보고도 있다. 또한 동맥혈관계 질환과 비만과의 상관관계도 이미 밝혀졌다. 그러므로 BMI에 따른 혈청 크롬의 변화를 살펴보아 Cr과 동맥혈관계 질환의 관련성뿐 아니라 더 나아가서 Cr과 비만과의 관련성이 있는지를 살펴보았다. 조사 대상자들의 혈액성상(공복시 혈당, 혈청 크롬, 혈청지질)에 대한 결과는 Table 2와 같다. 혈청 크롬 함량은 평균 2.88µg/dl로 Nielsen등의 보고치인 1.3~1.7µg/dl<sup>6)</sup>과 비교시 3군 모두 높은 수준이었는데, 이는 아마도 실험방법의 차이에 기인한 것<sup>39)</sup>으로 사료된다. 특히, 저체중군과 과체중군의 크롬 함량이 정상군에 비해 다소 낮은 수준이었고, 공복시 평균 혈당은 88.60mg/dl로 3군간에 유의성은 없었지만 저체중군과 과체중군의 공복시 혈당 농도가 정상범위(70~105mg/dl)<sup>40)</sup>내에서 정상군에 비해 다소 높은 수준을

**Table 1.** Anthropometric measurements of the subjects according to BMI

Anthropometri measurement	Underweight(n=17)	Control(n=46)	Overweight(n= 16)	Total(n=79)	P value
Weight(kg)	48.3±4.1 c <sup>1)</sup>	54.8±4.7 b	67.0±10.5 a	55.9± 8.7	*** <sup>2)</sup>
Height(cm)	158.8±5.1	158.5±4.4	158.5± 5.2	158.5± 4.7	N.S. <sup>3)</sup>
PIBW(%)	89.9±3.8 c	103.7±7.3 b	127.0±11.5 a	105.5±14.4	***
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	19.3±0.5 c	22.3±1.4 b	27.1± 2.9 a	22.6± 3.1	***

Mean ± S.D.

PIBW : Percent Ideal Body Weight=Body Weight/Ideal Body Weight × 100

IBW=(Height-100)× 0.9

BMI : Body Mass Index=Weight/Height<sup>2</sup>

1) Mean with different letters within a same row are significantly different from each other at α=0.05 as determined by Duncan's multiple range test

2) \*\*\* : Significance at p<0.001 as determined by ANOVA test according to BMI in subjects

3) N.S. : No Significance

대상자들의 평균 동맥경화지수는 2.0으로 한 등<sup>40)</sup>의 2.9보다는 낮은 수준이며 체질량지수에 따라 유의적인 차이는 보이지 않았으나 저체중군에 비해 과체중군이 높게 나타났다. 그리고 AI와 더불어 조사한 LPH, TPH 지수의 경우도 유의성은 없었지만 저체중군, 정상군, 과체중군 순으로 높게 나타났으며 한 등<sup>40)</sup>의 2.4, 2.9에 비해 낮았다. 이 결과도 두 연구의 조사대상자의 성별, 연령별 차이에 기인한 것으로 생각된다.

**3. 신체계측 사항과 혈액성상과의 상관관계**

신체계측 사항과 혈액성상과의 상관관계는 Table 3과 같다.

체중과 상관관계를 보인 혈청 지질은 TC, LDL-C, LPH, TPH, 및 AI등이 유의성은 없으나 체중이 많을수록 높은 경향을 보였다.

PIBW와 BMI는 LDL-C(p<0.01), LPH(p<0.01), TPH(p<0.01), AI(p<0.01)는 양의 상관관계를, HDL-C/TC(p<0.01)와는 음의 상관관계를 보임으로써 체질량지수와 PIBW가 증가할수록 동맥경화의 위험요인을 조사할 수 있는 지표들이 증가되는 것으로 나타나 비만과 혈청지질과의 관계를 나타낸 여러 연구결과들<sup>9-11)43)</sup>과도 일치하였다.

**4. 혈청 크롬함량과 혈당, 및 지질과의 상관관계**

혈청 크롬과 혈당, 및 혈청 지질과의 상관관계는 Table 4와 Fig. 3, 4, 5와 같다.

정상군의 경우 혈청크롬 함량은 LDL-C과 음의 상관관계를 나타내어 혈청크롬 함량이 낮을수록 LDL-C농도가 높은 경향인 것으로 나타나 크롬과 동맥혈관계질환과의 상관성이 있음을 시사한다. 저체중군에서는 혈청 크롬함량과 HDL, HDL/TC, 공복시 혈당 등이 양의 상관관계를 나타내었고 LPH, TPH, AI등은 음의 상관관계를 나타내었다. 즉, 혈청 크롬함량이 낮을수록 HDL, HDL/TC등이 감소되고, LPH, TPH, AI등은 증가되어 저체중군에서도 크롬과 동맥혈관계질환의 상관관계가 있음을 시사하였다. 과체중군의 경우 혈청크롬 함량과 TC, LDL-C등이 음의 상관관계를 나타내어, 혈청크롬 함량이 낮을수록 TC, LDL-C가 높은 경향이므로 크롬과 심장혈관계질환의 상관관계가 있었다. 그러므로 정상군, 저체중군, 과체중군 모두에서 높은 혈청크롬 수준은 동맥경화나 저혈당증을 예방하는 효과를 나타낼 수 있을 것으로 해석할 수 있으며, 또한 이 결과는 정상인에서 조직내 저크롬 수준과 동맥혈관계 질환과의 관계, 크롬의 보충이 HDL수준을 상승시켜 주었다는 보고와 크롬의 결핍증세로 공복시 저혈당증 및 혈액내 콜레스테롤 증가 등이 초래되었다는 보고와 일치한다<sup>21)</sup>. 그리고 실험동물에서 크롬 결핍이 혈청 콜레스테롤과 중성지질의 증가를 초래하였다는 보고<sup>23)</sup>와도 일치하였다. 또한 저체중이나 과체중으로 체중의 이상이 있을 시에 혈청 크롬농도가 정상군에 비해 낮은 것도 주지 할만한 사실이다.

**Table 3.** Correlation coefficients among anthropometric measurements, serum fasting glucose, Cr and lipids

	Cr	glc	TC	TG	HDL-C	LDL-C	HDL/TC	LPH	TPH	AI
Wt	0.000445	-0.03785	0.13640	0.05723	-0.03010	0.14278	-0.09846	0.15535	0.16781	0.16656
PIBW	-0.05076	-0.06017	0.18385	-0.03080	-0.15218	0.29866**	-0.28948**	0.36171**	0.34429**	0.34355**
BMI	-0.02549	-0.03693	0.17671	-0.00199	-0.13556	0.26769*	-0.25440*	0.31799**	0.30801**	0.30687**

Wt : Weight  
 BMI : Body Mass Index  
 TG : Triglyceride  
 LDL-C : LDL-Cholesterol  
 TPH : TC/HDL-C  
 AI : Atherogenic Index  
 PIBW : Percent Ideal Body Weight  
 TC : Total Cholesterol  
 HDL-C : HDL-Cholesterol  
 HDL-C/TC : HDL-Cholesterol/Total Cholesterol  
 LPH : LDL-C/HDL-C  
 Cr : Serum Chromium  
 glc : Serum fasting glucose

\* : Significance at p<0.05 as determined by ANOVA test according to BMI in subjects  
 \*\* : Significance at p<0.01 as determined by ANOVA test according to BMI in subjects

**Table 4.** Correlation coefficients of serum Cr and serum fasting glucose and lipids in overweight, control, and underweight women

	TC	TG	HDL-C	LDL-C	HDL/TC	LPH	TPH	AI	glc
Under wt.	0.0952	0.1388	0.3547*	-0.1546	0.2056*	-0.3240*	-0.3048*	-0.3092*	0.3463*
Normal	-0.1534	0.0624	-0.0479	-0.2140*	0.1694	-0.1568	-0.1217	-0.1182	0.0687
Over wt.	-0.2781*	0.0802	-0.1397	-0.2944*	0.1544	-0.1071	-0.0417	-0.0492	0.0044

TC : Total Cholesterol  
 HDL-C : HDL-Cholesterol  
 HDL-C/TC : HDL-Cholesterol/Total Cholesterol  
 LPH : LDL-C/HDL-C  
 Cr : Serum Chromium  
 TG : Triglyceride  
 LDL-C : LDL-Cholesterol  
 TPH : TC/HDL-C  
 AI : Atherogenic Index  
 glc : Fasting serum glucose  
 \* : Significance at p<0.05 as determined by ANOVA test according to BMI in subjects

미량 무기질 특히 당질, 지질대사와 관련성이 높은 크롬의 섭취를 고려하는 것이 체내 크롬 결핍으로 인한 공복시 저혈당이나 혈청 지질 농도의 상승과 같은 부작용을 예방할 수 있을 것으로 본다.

Literature cited

- 1) Ahn HS, Park JK, Lee DH, Paik IK, Lee JH, Lee YJ. Clinical and nutritional examination in obese children and adolescents. *Korean J Nutr* 27(1) : 79-89, 1994
- 2) Moon HN, Hong SJ, Suh SJ. The prevalence of obesity in children and adolescents. *Korean J Nutr* 25(5) : 413-418, 1992
- 3) Hambidge KM. Trace elements in pediatric nutrition. *Adv Pediat* 24 : 191, 1977
- 4) 1988, 1992, 1993, 1994 National Nutrition Survey Report. Ministry of Health and Welfare
- 5) Kim SK. The relationship between body fat, serum lipids, insulin and nutrients intake in obese and non-obese male students. *Korean J Nutr* 28(11) : 1056-1064, 1995
- 6) Yim KS, Yoon EY, Kim CI, Kim KT, Kim CI, Mo SM, Choi HM. Eating behavior, obesity and serum lipid levels in children. *Korean J Nutr* 26(1) : 56-66, 1993
- 7) Grundy SM. Cholesterol and coronary heart disease. *JAMA* 264(23) : 3053-3059, 1990
- 8) Grundy SM, Barrett-Connor E, Rudel LL. Workshop on the impact of diet cholesterol on plasma lipoproteins and atherogenesis 48 : 97, 1988
- 9) Glueck C. Appaisal of dietary fat as a causative factor in atherogenesis. *Am J Clin Nutr* 32 : 2637-2643, 1979
- 10) Garcia-Palmieri MR, Costas R, Schiffman J, Colon AA, Torres R, Nazario E. Interrelationship of serum lipids with relative weight, blood glucose, physical activity. *Circulation* 45 : 829-836, 1972
- 11) Albrink MJ. The significance of serum triglyceride. *J Am Diet Assoc* 42 : 29, 1963
- 12) Connor WE and Conner DL. The dietary treatment of hyperlipidemia. *Med Clin North Am* 66 : 485-518, 1982
- 13) Reiser S. Effect of nutrient excess in animals and man : Carbohydrates : In CRC handbook series in nutrition and foods 1 : 409-436, 1978
- 14) Kannan R, Baker N and Bruckdorfer KR. Secretion and turnover of very low density lipoprotein triacylglycerols in rats fed chronically diets rich in glucose and fructose. *J Nutr* 111 : 1216-1223, 1981
- 15) Forsythe WA. Dietary protein effects on cholesterol and lipoprotein concentrations. *J Am Coll Nutr* 5 : 533-549, 1986
- 16) Yoon TH and Lee SM. Effect on blood lipids and lipoproteins of supplement of Korean pinenut oil, rich in 5-olefinic acids, in normocholesterolemic new zealand white rabbits. *Korean J Nutr* 27(4) : 323-335, 1994
- 17) Garcia-Palmieri MR, Costas R, Schiffman J, Colon AA, Torres R, Nazario E. Interrelationship of serum lipids with relative weight, blood glucose, physical activity. *Circulation* 45 : 829-836, 1972
- 18) Klevay LM. Magnesium, calcium, copper and zinc in metals : Correlations related to the epidemiology of ischemic heart disease. *Biol Trace Elements Res* 4 : 95-104, 1982
- 19) Lee HO. Nutritional status, immune response and trace minerals in Korean urban young women according to body mass index. Graduate school Sookmyung Women's University, 1997
- 20) Allen, KGD, Klevay, LM. Copper deficiency and cholesterol metabolism in the rat. *Atherosclerosis* 31 : 259-271, 1978
- 21) Fisher PWF, Giroux. A, Belonfe B, Shah BG. The effect of dietary copper and zinc on cholesterol metabolism. *Am J Clin Nutr* 33 : 1019-1025, 1980
- 22) Li TK and Vallee BL. The biochemical and nutritional roles of trace elements. pp.396-441, In *Mordern Nutrition in Health and Disease* by RS Goodhart and ME Shils
- 23) Schroeder HA. Chromium deficiency in rats : A syndrome stimulating diabetes mellitus with retarded growth. *J Nutr* 88 : 439-445, 1966
- 24) Schwarz K, Mertz W. Chromium(III) and the glucose tolerance factor. *Arch Biochem Biophys* 85 : 202-295, 1959
- 25) Mertz W. Chromium occurrence and function in biological systems. *Physiol Rev* 49 : 163-239, 1969
- 26) Nielsen FH. Chromium. In Shils ME, ed. *Mordern nutrition in health and disease*. 8th ed. 264-268, Lea & Febiger, 1994
- 27) West RM. Diet therapy of diabetes-an analysis of failure. *Am Intern Med* 79 : 425-434, 1973
- 28) Yim JN. Analysis of food minerals. *Food & Nutrition RDA* 7(1) : 42-46, 1986
- 29) Joo HG, et al. Food analysis : Wet digestion, Hak Mun Publishing Co, 338, 1996
- 30) Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of concentration of low density lipoprotein cholesterol without use of the preparation ultracentrifuge. *Clin Chem* 18 : 499, 1972
- 31) Lauer RM, Lee J, Clarke WP. Factors affecting the relationship between childhood and adult cholesterol levels. *The Mucatine Study Pediatres* 82(3) : 309, 1988
- 32) Gastineau CF. Mayo Clinic diet manual. 7th ed. B C Decker Inc. Toronto, Philadelphia, 1994
- 33) Steel RGI and Torrie JH. Principles procedures of statistics. MaGrow-Hill Book Co New York 1, 1980
- 34) Gibson RS. Principles of nutritional assessment. Oxford Univ. Press, New York, 181, 1990
- 35) Chung HR, Moon HK, Song BH, Kim MK. Hemoglobin,

- hematocrit and serum ferritin as makers of iron status. *Korean J Nutr* 24(5) : 450-457, 1991
- 36) Hyun SJ. A study on total body fat by means of skinfold thickness, energy intake and daily energy expenditure of college students. *J Korean Soc Food Nutr* 23(2) : 219-224, 1994
- 37) Lim YS. Modulation of immunocompetence by aging process and nutritional status. Graduate school Sookmyung Women's University, 1996
- 38) Kim HS, Cho BS, Hong JP, Masuda, Takuji, Imai, Katumi, Komiya, Shuichi. Comparative study on body fat distribution in Korean and Japanese young female subjects. *Korean J Nutr* 26(5) : 615-624, 1993
- 39) Lee SR. Food safety and toxicology. Ewha Women's University Press 57p, 1993
- 40) Gray DS. Diagnosis and prevalence of obesity. *Medical Clinics of North America*. 73 : 1-13, 1989
- 41) Kim SR. A study on zinc and copper metabolism and related dietary factors in normal adult women. Graduate school Sookmyung Women's University, 1996
- 42) Han EK. Relationship between dietary fatty acid intakes, blood lipids, plasma and RBC fatty acids composition and blood pressure in Korean adult women. Graduate school Sookmyung Women's University, 1994
- 43) Lee HO, Kim WY, Kim SH. The effects of dietary protein and fat levels on the growth and immune response in rats. *Korean J Nutr* 21(1) : 36-46, 1988
- 44) Han YS, Song KH. A study on the ultrasonographic liver fat density, obesity index and serum lipids in Korean adults. *Korean J Nutr* 30(6) : 648-657, 1997