

정상 성인의 혈중 미량무기질과 지질과의 관련성에 관한 연구*

-충남지역 일부 여대생의 혈중 As, Cr, Mn, Se, Ni을 중심으로-

최 미 경†

청운대학교 식품영양학과

Relationship between Serum Levels of Microminerals and Lipids in Korean Adults on Self-Selected Diet

Mi-Kyeong Choi†

Department of Human Nutrition & Food Science, Chungwoon University, Chungnam, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the relationship between serum levels of microminerals and lipids in healthy adults on self-selected diets. These subjects consisted of 40 female college students residing in Chungnam. Anthropometric measurements, diet intake measurements, and blood collection were conducted. Serum concentrations of 5 microminerals(As, Cr, Mn, Se, Ni), lipids(triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol), and glucose were measured by an ICP spectrometer and biochemical analyzer. The results were as follows. The mean age of the subjects was 22.34 years and the mean weight, height, and BMI were 52.89kg, 161.29cm and 20.34, respectively. The mean serum concentrations appeared to be 14.60µg/dl(As), 1.87µg/dl(Cr), 0.18µg/dl(Mn), 23.50µg/dl(Se), 0.21µg/dl(Ni), 60.73mg/dl(triglyceride), 138.49mg/dl(total cholesterol), 65.95mg/dl(HDL-cholesterol), 60.39mg/dl(LDL-cholesterol) and 88.82mg/dl(glucose). When analyzed by Pearson's correlation coefficient, the serum concentration of Cr was negatively correlated with Ca and vitamin B₁₂ intake(p<0.05, p<0.05) respectively, Mn was negatively correlated with Na intake(p<0.05), Ni, however, was positively correlated with K intake(p<0.05). The serum concentration of Se was positively correlated with LDL-cholesterol(p<0.05), Ni, however, negatively correlated with total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, and glucose, respectively(p<0.001, p<0.05, p<0.01, p<0.05). Further studies are needed to clarify the precise micromineral intakes, nutritional assessment of microminerals, and cause-effect relation of microminerals and serum lipids. (*Korean J Community Nutrition* 5(2S) : 289~296, 2000)

KEY WORDS : As · Cr · Mn · Se · Ni · serum lipids.

서 론

현대 사회는 의학기술의 발달로 인간의 평균수명이 증가하고, 이에 따라 주요 사망원인이 되는 질병양상도 변하고 있다. 우리 나라도 지난 수십년간 산업화에 따른 높은 경제 성장과 의학의 발달로 평균수명이 연장되고 인구구조와 질

병양상이 변화되어 감염성 질환은 감소하고 만성퇴행성 질환은 급격히 증가하였다. 만성질환 중 심장순환기계 질환은 선진국에서 성인의 주요 사망원인으로 대두되면서 관심의 대상이 되었고, 우리 나라도 경제성장 이후 경제기획원(1997) 발표에 의하면 이와 같은 질환이 전체 사인 중 수위를 차지하고 있어 이로 인한 문제가 심각한 실정이다.

심장순환기계 질환의 발병에 관여하는 위험인자로서 흡연, 고혈압, 비만, 당뇨와 함께 고지혈증이 중요하다는 보고(Hopkins & Williams 1981)가 있으며, 혈중 지질의 상승은 순환기계 질환의 주요 위험인자라는 것이 밝혀지면서 혈중 지질에 영향을 미치는 인자에 대한 연구가 다각도로 이루어지고 있다(Tunstall-Pedoe & Smith 1990; Grundy & Denke 1990). 이와 같은 인자로서 식이 탄수화물

*본 연구는 1999학년도 청운대학교 학술연구조성비 지원에 의해 연구되었음.

†Corresponding author : Mi-Kyeong Choi, Department of Human Nutrition & Food Science, Chungwoon University, Namjangli San 29, Hongsung, Chungnam 350-800, Korea
Tel : 041) 630-3240, Fax : 041) 630-3240
E-mail : mkchoi@cwunet.ac.kr

(Hostmark 등 1982), 지방의 종류와 양(Glueck 1979), 그리고 총열량 섭취량(Van Itallie & Hirsch 1979)이 주로 논의되어 왔으며, 최근에는 다양한 무기질이 혈중 지질에 직접 또는 간접적인 영향을 미칠 수 있다는 연구들(Klevay & Hyg 1973; Luthringer 등 1988)이 발표되면서 새로운 관심이 모아지고 있다.

무기질과 심장순환기계 질환과의 관계에 대한 연구는 칼슘과 마그네슘을 많이 함유하고 있는 경수(hard water)를 섭취하는 지역의 주민들이 연수(soft water)를 마시는 지역의 주민들보다 순환기계 질환으로 인한 사망률이 낮았다는 역학적인 보고(Schroeder 1960)를 통해 시작되었으며, 계속되는 연구를 통해 혈압의 항상성 유지와 혈중 지질 저하효과에 대한 칼슘과 마그네슘의 중요성이 밝혀지고 있다. 또한 아연(Sandstead 등 1980), 구리(Klevay 등 1984), 철분(Lewis & Iammarino 1971)과 같은 미량무기질의 영양상태와 혈중 지질조성과의 관련성에 대한 일부 보고들이 있으나, 그 밖의 다양한 무기질에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

지금까지 이루어진 연구들을 종합할 때 비소, 크롬, 망간, 셀레늄, 니켈 등의 미량무기질이 지질과 관계있는 것으로 보여진다. 망간은 지방산과 콜레스테롤 합성에 관여하는 효소들의 구성요소인 동시에 촉매역할을 하며(Davis & Greger 1992), 크롬은 결핍시 동물의 성장이 저하되고 당질, 지질, 단백질 대사장애를 초래한다고 보고되었다(Mertz 등 1974). 셀레늄은 지질과산화에 관여하기 때문에(Diplock 1987) 혈중 지질의 변화와도 관련성이 있을 것으로 보여진다.

최근 우리 나라에서도 일부 여대생의 미량 무기질 영양상태에 관한 연구(윤영화 2000), 일부 성인과 간암환자의 혈청 셀레늄 농도를 비교분석한 연구(신원식 등 1991), 항산화관련 혈청 무기질 농도에 대한 연구(이양자 등 1998) 등 미량 무기질의 기능에 대한 관심과 이에 대한 연구가 증가하고 있다. 그러나 다양한 미량무기질과 혈중 지질과의 관련성은 물론이고 이들 미량무기질의 혈중 수준을 제시한 연구조차 부족한 실정이다. 특히, 심장순환기계 질환의 유병률이 매년 상승하고 있는 우리 나라의 질병 추이를 고려할 때 혈중 지질과 미량무기질의 관계에 대한 연구는 매우 필요하고, 일부 연구들이 몇몇 미량 무기질에만 집중적으로 이루어지고 있기 때문에 망간, 크롬, 셀레늄과 같은 보다 폭넓은 미량무기질에 대한 연구가 이루어져야 한다고 생각한다.

따라서 본 연구에서는 일상 식이를 섭취하는 정상인의 혈중 미량무기질과 지질과의 관련성을 알아보기 위하여 충남 지역 일부 여대생을 대상으로 신체계측, 식이섭취조사, 혈

중 미량무기질(비소, 크롬, 망간, 셀레늄, 니켈)과 지질(중성지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤) 함량 및 혈당 수준을 생화학적으로 분석하고 이들간의 상관관계를 살펴보았다. 본 연구결과는 혈중 지질 감소를 위한 미량무기질의 역할 및 중요성에 대한 보다 다각적인 연구의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

조사대상 및 방법

1. 조사대상자 및 조사기간

21~24세 연령의 건강한 여대생 40명을 대상으로 신체계측, 혈압측정, 혈액채취 및 3일간의 일상적인 24시간 식사섭취조사 방법을 이용하여 1999년 5월 1일부터 6월 30일까지 실시하였다.

2. 신체계측

체중은 가벼운 옷을 입고 신발을 벗은 상태에서 Beam balance scale을 사용하였고, 신장은 Martin씨 계측기를 사용하여 3회 측정 후 평균값을 취하였다. 삼두근의 피부 두께 두께는 lange skinfold caliper를 사용하여 2회 반복 측정하였다.

3. 시료의 수집 및 분석

교육을 통하여 식사기록법과 칭량법을 훈련시켜 계량에 익숙한 조사의원의 지도하에 3일간의 식사섭취조사를 실시하였다. 3일 동안 식이기록법을 통해 얻은 식이섭취량은 식품의 실중량으로 환산한 후 식품성분표(농촌진흥청 1996)에 의거하여 1일 1인당 평균영양소 섭취량을 계산하였다. 식사섭취조사가 끝난 다음날 아침 공복상태에서 편안하게 앉은 자세로 10분 이상 휴식을 취한 후 표준 수은주 혈압계를 사용하여 혈압을 측정하였다. 그후 진공 채혈관을 이용하여 정맥혈 20ml을 채취하여 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻은 후 분석에 사용하였다. 혈청 미량무기질 함량은 ICP spectrometer(Atomscan advantage axial sequential plasma spectrometer, Thermo Jarrell Ash Co., U.S.A)를 이용하였으며, 혈청 중성지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 혈당 함량은 자동 생화학분석기(Fuji Dri-Chem 3000, Fujifilm, Japan)를 이용하여 분석하였고 LDL-콜레스테롤 함량은 Friedewald 공식(1972)에 의거하여 산출하였다.

4. 통계분석

실험을 통해 얻어진 모든 결과는 SAS program을 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였으며, 변수들 사이의 상관

관계는 Pearson's correlation coefficient(r) 및 이에 대한 유의성 검정을 통해 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 일반적 사항

연구대상자들의 일반적 사항은 Table 1과 같다. 평균 연령이 22.34세인 연구대상자들의 평균 체중과 신장은 각각 52.89kg과 161.29cm로 FAO 한국협회(한국영양학회 1995)에서 제정한 한국인 체위기준치(체중 53kg, 신장 160cm)와 비교할 때 유사한 수준을 보였다. 평균 체질량지수는 20.43으로 기준치(<20 저체중, 20~25 정상, >30 비만)와 비교할 때 정상수준에 속하였으며, 비만인 사람은 한 명도 없었다(보건복지부 1997). 삼두근의 피하지방두께는 19.93mm였으며, 수축기/이완기 혈압은 113.81/71.79mmHg로서 WHO 고혈압 확정치인 160/95mmHg와 비교할 때 정상 범위에 속하였으며, 여대생을 대상으로 실시한 몇몇 연구결과(김양희 1992; 김애정 등 1998)와도 유사한 수준을 보였다.

2. 영양소 섭취상태

3일간의 식사섭취조사에 의한 영양소 섭취량을 한국인 영양권장량(한국영양학회 1995)과 비교하여 Table 2에 제시하였다. 1일 평균 섭취열량은 1635.05kcal로서 에너지권장량의 81.75% 수준이었으며, 당질 : 단백질 : 지질의 에너지 섭취비율은 59.25 : 14.49 : 26.30으로 적정 섭취비율인 65 : 15 : 20과 비교할 때 당질 섭취는 낮고 지질 섭취는 높은 상태였다. 1일 평균 칼슘 섭취량은 450.68mg으로 권장량의 64.38% 수준이었으며, 1일 평균 철 섭취량은 9.86mg으로 권장량의 54.78% 수준이었고, 이중 동물성 철의 섭취량은 2.44mg이었다.

본 연구대상자의 연령에 해당하는 여대생의 영양섭취상태를 조사한 연구들(김상애 1991; 이혜성 등 1991; 황혜선 1991)을 종합할 때, 에너지 섭취량은 권장량의 77~98%의 수준으로 권장량에 미치지 못하는 것으로 나타나 본 연구와

일치하였다. 에너지 구성비를 보면, 부산지역 여대생(김상애 1991)과 서울지역 대학생(유정순 등 1992)의 조사에서 당질 : 단백질 : 지질의 비율은 55.7~59.7 : 15.3 ~16.5 : 23.8~24.8로써 본 연구결과와 유사하였다. 여대생에 있어 칼슘 섭취량은 다른 연령 집단에 비해 비교적 양호하여 권장량의 90% 수준(남혜선·이선영 1992)이거나 권장량 이상(김상애 1991)을 섭취하는 것으로 나타나고 있으나, 본 연구에서는 권장량의 64.38%로 낮은 섭취를 보였다. 그러나 몇몇 서울지역 여대생을 대상으로 조사한 연구(윤영화 2000; 이혜숙 2000)에서는 71.9~79.5%로 권장량에 크게 미치지 못하였으며, 인의 섭취는 칼슘 섭취량의 1.7~1.9배(윤영화 2000)에 달해 본 연구와 유사하였다.

3. 혈청 미량무기질 함량

연구대상자들의 혈청 비소, 크롬, 망간, 셀레늄, 니켈 함량은 Table 3과 같이 각각 14.60µg/dl, 1.87µg/dl, 0.18µg/dl, 23.50µg/dl, 0.21µg/dl였다. 환취에 있어 혈중 비소의 80%가 적혈구에 존재하고, 혈장 비소의 정상 수준은 10~20µg/dl 범위로 보고되었으며(송정자 1998; Dickerson 1978), 14개국의 801명의 대상자를 조사한 NAS 보고(1974)에서는 혈장 비소 수준이 17µg/dl(7~38µg/dl)인 것으로 나타났다. 또한 우리 나라 일상 식이를 섭취하는 정상 여대

Table 1. General characteristics of the subjects

Variables	Mean ¹⁾	Range
Age(years)	22.34±0.94	21.00~ 24.00
Weight(kg)	52.89±7.19	43.00~ 72.00
Height(cm)	161.29±5.82	151.00~172.00
BMI	20.43±2.29	16.80~ 27.00
Triceps skinfold thickness(mm)	19.93±5.40	8.00~ 32.00
Systolic blood pressure(mmHg)	113.81±9.84	99.00~135.00
Diastolic blood pressure(mmHg)	71.79±7.34	59.00~ 90.00

1) Mean ± standard deviation

Table 2. Daily nutrient intakes of the subjects

Variable	Intake				% of RDA
	Mean ¹⁾	Range			
Energy(kcal)	1635.05±	452.52	767.00~	2955.00	81.75
Protein(g)	59.24±	18.35	6.70~	101.00	98.73
Animal protein(g)	27.54±	12.38	9.70~	59.70	
Plant protein(g)	31.69±	8.72	13.60~	48.60	
Lipid(g)	47.78±	16.66	16.50~	90.60	
Animal lipid(g)	19.05±	9.06	5.30~	45.90	
Plant lipid(g)	28.71±	10.44	7.00~	50.70	
Carbohydrate(g)	242.20±	66.83	126.40~	443.00	
Fiber(g)	4.30±	1.63	2.10~	9.89	
Ca(mg)	450.68±	173.90	165.20~	878.70	64.38
Animal Ca(mg)	231.09±	111.65	32.90~	467.00	
Plant Ca(mg)	219.59±	88.59	102.00~	486.60	
P(mg)	902.03±	266.35	428.00~	1472.00	128.86
Fe(mg)	9.86±	4.22	4.20~	21.97	54.78
Animal Fe(mg)	2.44±	1.24	0.84~	5.74	
Plant Fe(mg)	7.42±	3.44	3.23~	18.71	
Na(mg)	3377.44±	1250.23	1490.00~	6231.00	
K(mg)	2319.15±	2216.63	1016.00~	14447.00	
Vitamin A(µg RE)	741.51±	671.28	150.00~	4177.00	105.93
Vitamin B ₁ (mg)	1.81±	4.96	0.34~	29.80	181.00
Vitamin B ₂ (mg)	1.02±	0.46	0.32~	2.24	85.00
Niacin(mg)	11.87±	4.88	4.30~	27.00	91.31
Vitamin C(mg)	69.14±	31.41	21.00~	130.00	125.71
Cholesterol(mg)	238.18±	136.06	45.09~	787.00	

1) Mean ± standard deviation

생의 혈청 비소수준은 16.14 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 인 것으로 나타나(Kim 1999) 이들 보고와 비교할 때 본 연구대상자들의 혈청 비소 수준은 유사한 값을 보였다.

크롬(Cr^{3+})은 glucose tolerance factor의 활성성분이며, 인슐린의 cofactor로 작용하여 정상적인 포도당 대사에 관여하는 필수 무기질이다(Schwarz & Mertz 1959). 크롬과 포도당내성 사이에 상관성이 확실하게 밝혀지지는 않았으나 성인 당뇨병환자의 크롬 보충이 포도당 이용률을 증가시켰다는 보고가 있다(Mertz 1969). 이와 같이 크롬은 동물의 당질 및 지질대사에 중요한 역할을 담당하고 있으며, 크롬의 결핍은 실험동물에서 내당능의 손상, 성장장애, 혈청 콜레스테롤과 중성지질의 증가 등을 초래한다(Nielsen 1994). 건강한 성인의 혈청 중 크롬의 농도는 1.3~1.7 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 보고되었으며, 이 수준 이하이면 체내 크롬은 결핍상태를 나타낸다(Nielsen 1994). 우리 나라 건강한 여자 대학생 79명을 대상으로 실시한 조사에서는 혈청 크롬 농도가 2.39 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타나(김애정 등 1998) 본 연구결과보다 다소 높았다.

미량무기질 중에서 망간과 셀레늄은 여러 항산화관련 효소들의 구성요소로서 결핍시에는 효소의 활성이 감소되고, 이러한 감소는 세포막의 구성성분, 특히 지방산 양상의 변화를 초래하여 세포의 안전성을 손상시키게 된다(Diplock 1991). Lyengar와 Woittiez(1988)는 정상 성인의 혈청 망간 함량 범위는 0.05~0.18 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 라고 하였으며, AAS법을 이용한 Greger 등(1990)은 흡연을 하지 않은 성인 남성의 혈청 망간 농도는 0.11 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 라고 보고하였다. 우리 나라 건강한 성인 남자 154명과 여자 175명의 혈청 망간 수준을 조사했을 때 각각 0.34 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 0.35 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 였으며(이양자 등 1998), 건강한 여대생 50명을 대상으로 조사한 승정자와 윤영화(2000)는 혈청 망간 농도가 0.20 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 라고 보고하여 0.18 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 를 보인 본 연구결과와 유사하였다.

본 연구대상자들의 혈청 셀레늄 농도는 23.50 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 Diplock(1987)이 제시한 정상인의 혈청 셀레늄 농도인 8.0~27.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 에 속하였으며, 우리 나라에서 성인의 셀레늄 농도를 유일하게 polarographic analyzer로 분석한 신원식 등(1991)의 정상인 혈청 셀레늄 농도인 19.7 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 비교할 때 유사한 수준이었다. 그러나 핀란드의 여러 지역에 사는 건강한 성인을 대상으로 한 Westermarck 등(1977)의 5.7~10.8 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 미국의 seleniferous 지역인 South Dakota의 남자 16.1 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 여자 17.1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (Swanson 등 1990)와 비교할 때 본 연구대상자들의 혈청 셀레늄 농도는 높다고 볼 수 있는데, 이는 혈액과 조직내의 셀레늄 농도는 섭취하는 식품에 따라 나라마다 다르고 같은 국가에서도 지

역에 따라 큰 차이를 보이기 때문(Diplock 1987)인 것으로 생각된다.

본 연구대상자들의 혈청 니켈 함량은 0.21 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 건강한 여대생 50명을 대상으로 조사한 0.59 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (승정자·윤영화 2000)나 Lyengar와 Woittiez(1988)가 제시한 성인의 혈청 니켈 함량 범위인 0.26~0.75 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 비교할 때 다소 낮은 수준이었다.

4. 혈청 지질함량

연구대상자들의 혈청 지질함량은 Table 4와 같다. 혈청 중성지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 혈당 농도는 각각 60.73mg/dl, 138.49mg/dl, 65.95mg/dl, 60.39mg/dl 및 88.82mg/dl였다.

혈청 중성지질은 60.73mg/dl로 878명의 성인남녀를 대상으로 조사한 이양자 등(1992)의 남자 137.1mg/dl, 여자 83.7mg/dl보다 낮았으나, 대학생을 대상으로 조사한 김양희(1992)의 68.00mg/dl나 오경원 등(1991)의 59mg/dl와는 유사한 수준이었다. 그러나 여러 연구(김애정 등 1998; 이주연 등 1996)에서 혈청 중성지질은 본 연구보다 높게 나타나고 있는데, 이와 같은 차이는 당질 섭취량의 차이에 기인하는 것으로 보여진다. 혈청 중성지질이 119.4mg/dl로 나타난 농촌 성인남녀의 경우 당질 : 단백질 : 지질의 에너지 섭취비율이 75.1 : 13.1 : 11.8(이주연 등 1996)인 반면, 생활의 서구화로 단백질과 지질의 섭취수준이 크게 증가한 본 연구대상자들은 59.25 : 14.49 : 26.30의 섭취비율을 보여 당질의 섭취비율이 크게 감소하였기 때문으로 사료된다.

혈청 총 콜레스테롤은 김진규 등(1990)이 보고한 20~29세 여성의 180.0mg/dl와 오경원 등(1991)이 여대생을 대상으로 측정된 192.7mg/dl보다는 현저히 낮았으나 황수관 등(1991)이 20~29세 여성을 대상으로 보고한 151.9mg/dl

Table 3. Serum micromineral levels of the subjects ($\mu\text{g}/\text{dl}$)

Variable	Mean ¹⁾	Range
As	14.60±0.57	13.68~15.68
Cr	1.87±0.47	0.97~2.74
Mn	0.18±0.06	0.12~0.48
Se	23.50±1.39	20.70~26.50
Ni	0.21±0.12	0.10~0.50

1) Mean±standard deviation

Table 4. Serum lipid and glucose levels of the subjects (mg/dl)

Variable	Mean ¹⁾	Range
Triglyceride	60.73±24.84	32.00~144.00
Total cholesterol	138.49±32.76	74.00~214.00
HDL-cholesterol	65.95±20.34	30.00~108.00
LDL-cholesterol	60.39±22.26	9.20~106.80
Glucose	88.82±10.02	73.00~115.00

1) Mean±standard deviation

보다는 약간 낮았다. 한편, Kay 등(1980)이 Canada인을 대상으로 보고한 215.7mg/dl와 3348명을 대상으로 Paris에서 조사된 215.3mg/dl(Cambien 등 1988), 152명의 Norway인을 대상으로 하여 조사된 256.2mg/dl(Bnaa 등 1992)보다는 현저히 낮아 지역적인 차이가 큰 것으로 보여진다. 그밖에 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 혈당 수준은 모두 기준치(HDL-콜레스테롤 60~80mg/dl, LDL-콜레스테롤 65~170mg/dl, 혈당 70~115mg/dl)와 비교할 때(Zeman & Ney 1988) 정상범위에 속하였다.

5. 혈중 미량무기질과 지질과의 상관관계

혈청 미량무기질 농도와 영양소 섭취량과의 상관관계는 Table 5와 같이 크롬은 칼슘과 비타민 B₂ 섭취량과(p<0.05, p<0.05), 망간은 나트륨 섭취량과(p<0.05) 각각 유의한 부의 상관관계를 보였으며, 니켈은 칼륨 섭취량과 유의적인 정의 상관관계를 보였다(p<0.05). 혈청 미량무기질과 지질과의 관계는 Table 6에서 볼 수 있듯이 셀레늄 함량은 LDL-콜레스테롤 함량과 유의적인 정의 상관관계(p<0.05)를 보였으며, 니켈 함량은 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 혈당 수준과 유의한 부의 상관관계(p<0.001, p<0.05, p<0.01, p<0.05)를 보였다.

최근, 미량무기질의 중요성이 대두되면서 한국영양학회(1995)에서는 아연, 농촌진흥청(1996)에서는 마그네슘, 망간, 아연, 코발트, 구리, 몰리브덴, 셀레늄, 불소, 요오드의 식품영양가표를 새롭게 포함하였으나, 많은 식품에 대한 분석치가 마련되어 있지 않아 정확한 섭취량 평가에 이용할 수 없는 실정이다. 본 연구에서 비소, 크롬, 망간, 셀레늄, 니켈의 섭취량을 추정하지는 못했지만 이들 미량무기질의 혈청 수준과 다른 영양소 섭취량과의 상관관계를 살펴보았을 때, 크롬은 칼슘과 비타민 B₂ 섭취량과, 망간은 나트륨 섭취량과 각각 유의한 부의 상관관계를 보였으며, 니켈은 칼륨 섭취량과 유의적인 정의 상관관계를 보였다. 미량무기질의 혈중 농도는 섭취량과 밀접한 관계가 있기 때문에 다양한 대상자의 미량무기질 섭취수준에 대한 평가와 함께, 직접측량법은 시간과 비용이 많이 들고 대규모의 지역조사

에서는 부적합하기 때문에 우리 나라 상용식품의 미량무기질 함량분석에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

혈청 미량무기질과 지질과의 관계에 대한 연구는 매우 부족하여 본 연구결과에 대한 다양한 고찰이 어려운 실정이다. 셀레늄은 적혈구 glutathione peroxidase(GSH)의 구성성분으로써, 이 효소는 적혈구의 막과 세포막을 과산화물로부터 보호해주는 역할을 한다(Diplock 1987). 이와 같이 셀레늄은 지질과산화물과 콜레스테롤의 변화를 가져올 수 있기 때문에 체내 지질함량에도 영향을 미칠 수 있는 요인으로 생각된다. Salonen 등(1991)은 셀레늄과 구리 그리고 LDL-콜레스테롤의 상호관계를 알아보고자 126명의 남자들을 대상으로 24개월간 관찰한 결과 혈중 셀레늄 농도는 낮고 혈중 구리수준이 높은 사람의 LDL-콜레스테롤이 높았다고 하며, 이는 구리가 산화적 변화를 통하여 LDL-콜레스테롤을 상승시키고 셀레늄은 유리된 구리와 화학적으로 결합하여 구리의 흡수를 방해함으로써 구리에 의한 peroxidant 활성을 감소시키기 때문에 나타난 결과라고 하였다. 본 연구에서는 혈청 셀레늄 농도가 LDL-콜레스테롤 함량과 정의 상관관계를 보여 Salonen 등(1991)의 결과와

Table 5. Correlation coefficients between nutrient intake and serum micromineral levels

Nutrients	As	Cr	Mn	Se	Ni
Energy	0.0421	-0.0499	-0.1290	0.1806	0.0868
Protein	-0.1137	-0.1997	-0.2848	0.0729	0.0618
Lipid	-0.0065	-0.1889	-0.0888	0.1237	0.0572
Carbohydrate	0.1217	0.0488	-0.0740	0.2457	0.1218
Fiber	0.0589	-0.0162	-0.2030	0.0711	-0.0439
Ca	0.0557	-0.3640*	-0.2763	-0.0530	-0.0919
P	-0.1000	-0.2450	-0.2991	0.0517	-0.0465
Fe	0.0187	-0.2712	-0.0701	0.0772	-0.0626
Na	0.0005	-0.1414	-0.3392*	0.0395	0.0138
K	-0.0521	0.0529	0.2025	0.2393	0.3861*
Vitamin A	0.2135	0.0095	-0.2113	-0.0563	-0.1381
Vitamin B ₁	-0.1828	0.1460	-0.1018	-0.2333	-0.1322
Vitamin B ₂	-0.2238	-0.3414*	-0.2243	0.0463	-0.1245
Niacin	-0.1557	-0.2095	-0.1949	0.1573	0.1106
Vitamin C	0.1150	-0.0378	-0.2299	-0.0084	0.0735
Cholesterol	-0.0911	0.0170	-0.1512	0.0185	-0.0013

p<0.05

Table 6. Correlation coefficients between serum lipid and micromineral levels

Variable	As	Cr	Mn	Se	Ni
SBP	-0.0664	-0.0789	-0.0571	-0.0381	0.1641
DBP	-0.2405	-0.1933	-0.1901	-0.0621	-0.0672
Triglyceride	-0.1538	-0.0427	-0.1724	0.0409	-0.3041
Total cholesterol	-0.3202	-0.0974	-0.2233	0.1606	-0.5872***
HDL-cholesterol	-0.0242	-0.0208	-0.1022	-0.1151	-0.3296*
LDL-cholesterol	-0.4149*	-0.1148	-0.1969	0.3324*	-0.4953**
Glucose	-0.2757	0.0905	-0.1253	0.0418	-0.3685*

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

는 다르게 나타났다. 다양한 역학적, 실험적 연구에서 셀레늄 부족은 지질과산화에 따른 질환의 발생과 관계가 있음을 밝혀냈다. Shamberger와 Frost(1969)는 암환자에게서 혈청 셀레늄 농도는 매우 낮고, 높은 수준의 셀레늄을 함유한 지역의 주민들에서 혈청 셀레늄 수준은 암발생과 부의 상관관계가 있다고 보고하였다. 이와 같이 Salonen 등(1991)의 연구에서도 혈중 셀레늄 농도는 낮고 혈중 구리수준이 높은 사람을 대상으로 하였기 때문에 정상인을 대상으로 조사한 본 연구결과와 다르게 나타난 것으로 보여진다. 즉, 정상 수준의 혈청 셀레늄 수준에서는 혈중 LDL-콜레스테롤의 과산화와 관련된 보호작용 측면에서 정의 상관관계를 보인 것으로 추측할 수 있으나 정확한 인과관계를 설명하기 위해서는 보다 체계적인 연구가 요구된다.

니켈은 미토콘드리아, 세포막의 구성성분으로 프로락틴 호르몬과 비타민 B₁₂ 합성에 필요하고 철분의 체내 이용에 관여한다(Lyengar & Woittiez 1988). 동물실험에서 니켈의 결핍은 성장률, 적혈구, 산화 능력의 감소와 간장 총지질과 인지질 및 콜레스테롤의 감소를 보인다고 보고되었으나(Nielsen 등 1975; Nielsen & Sanstead 1974) 인체실험에 대한 연구결과는 매우 드문 실정이다. 본 연구에서도 혈청 니켈 함량은 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 혈당 수준과 유의한 부의 상관관계를 보여 이들의 직접적인 관계를 설명할 수 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

dl, 0.21µg/dl였다.

4) 혈청 중성지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 혈당 농도는 각각 60.73mg/dl, 138.49mg/dl, 65.95mg/dl, 60.39mg/dl 및 88.82mg/dl였다.

5) 혈청 미량무기질 농도와 영양소 섭취량과의 상관관계에서 크롬은 칼슘과 비타민 B₂ 섭취량과(p<0.05, p<0.05), 망간은 나트륨 섭취량과(p<0.05) 각각 유의한 부의 상관관계를 보였으며, 니켈은 칼륨 섭취량과 유의적인 정의 상관관계를 보였다(p<0.05).

6) 혈청 미량무기질과 지질과의 관계에서 셀레늄 함량은 LDL-콜레스테롤 함량과 유의적인 정의 상관관계(p<0.05)를 보였으며, 니켈 함량은 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 혈당 수준과 유의한 부의 상관관계(p<0.001, p<0.05, p<0.01, p<0.05)를 보였다.

이상의 연구결과를 종합할 때, 일상 식이를 섭취하는 정상 여대생의 혈중 셀레늄 함량은 LDL-콜레스테롤 함량과 유의적인 정의 상관관계를 보였으며, 니켈 함량은 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 혈당 수준과 유의한 부의 상관관계를 보임으로써 이들 미량무기질이 혈중 지질의 변화와 관련이 있을 것으로 사료된다. 앞으로 미량무기질과 혈중 지질과의 정확한 규명을 위해서는 미량무기질의 섭취량 분석, 지역적으로 다양한 대상자의 미량무기질의 영양상태, 미량무기질 섭취수준에 따른 혈중 지질의 변화 등에 대한 연구가 선행되어야 할 것으로 보여진다.

요약 및 결론

일상 식이를 섭취하는 정상인의 혈중 미량무기질과 지질과의 관련성을 알아보기 위하여 충남지역 일부 여대생을 대상으로 신체계측, 식이섭취조사, 혈중 미량무기질(비소, 크롬, 망간, 셀레늄, 니켈)과 지질(중성지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤) 함량 및 혈당 수준을 생화학적으로 분석하고 이들간의 상관관계를 살펴본 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 연구대상자들의 평균 연령은 22.34세이며, 평균 체중과 신장은 각각 52.89kg과 161.29cm, 평균 체질량지수는 20.43이었다.
- 2) 1일 평균 섭취열량은 1635.05kcal, 당질 : 단백질 : 지질의 에너지 섭취비율은 59.25 : 14.49 : 26.30, 칼슘 섭취량은 450.68mg, 철 섭취량은 9.86mg이었고 이중 동물성 철의 섭취량은 2.44mg이었다.
- 3) 연구대상자들의 혈청 비소, 크롬, 망간, 셀레늄, 니켈 함량은 각각 14.60µg/dl, 1.87µg/dl, 0.18µg/dl, 23.50µg/dl,

참고 문헌

경제기획원 조사통계국(1997) : 1996년 사망원인 통계연보
 김상애(1991) : 여대생의 식물 섭취(초비) 패턴에 관한 연구. *한국식생활문화학회지* 6(4) : 393-401
 김양희(1992) : 한국 일부 여대생의 식이 지방산과 혈장 지질, 혈장 및 적혈구 지방산 조성과의 관계. *숙명여자대학원 석사학위논문*
 김애정 · 장옥자 · 김혜경 · 김순경 · 김진호 · 지현영 · 김선여(1998) : 체질량지수에 따른 농촌지역 여자대학생의 혈청 크롬과 혈당 및 지질과의 상관관계 연구. *한국영양학회지* 31(8) : 1307-1314
 김진규 · 송정환 · 조한익 · 박영배 · 이홍규 · 채범석 · 김상인(1990) : 한국인에 있어서의 죽상경화발병 위험군의 분별을 위한 혈청 콜레스테롤의 정상기준치 산정에 관한 연구 - 서울거주 사무직 종사 건강성인을 대상으로 -. *대한의학협회지* 33 : 1338-1344
 남혜선 · 이선영(1992) : 충남대 여대생의 철분 섭취량과 영양상태에 대한 연구. *한국영양학회지* 25(5) : 404-412
 농촌진흥청(1996) : 식품성분표, 제 5 개정판, 상록사, 서울
 보건복지부(1997) : 95국민영양조사결과보고서, 문영사, 서울
 송정자(1998) : 극미량 원소의 영양, 민음사, 서울
 송정자 · 윤영화(2000) : 일부 여대생의 혈청, 소변, 두발, 손톱 중의 아연, 구리, 망간, 니켈 함량에 관한 연구. *한국식품영양과학회지* 29(1) : 99-105

- 신원식 · 홍석일 · 정미라 · 김정희 · 나혜복(1991) : 간암환자의 혈청 내 셀레늄 농도에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(6) : 506-515
- 오경원 · 박계숙 · 김택제 · 이양자(1991) : 일부 대학생의 지방산 섭취량과 섭취 지방산의 $\epsilon 3$, $\epsilon 6$ 계 지방산 및 P/M/S 비율에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(5) : 399-407
- 유정순 · 장경자 · 변기원(1992) : 대학생의 영양 섭취실태에 관한 연구. *대한가정학회지* 32(4) : 209-215
- 윤영화(2000) : 일상식을 섭취하는 일부 한국 여대생들의 식이, 혈청, 소변, 두발, 손톱에서 측정된 칼슘, 마그네슘, 아연, 구리, 당간 함량 비교분석. 숙명여자대학원 석사학위논문
- 이양자 · 신현아 · 이기열 · 박연희 · 이종순(1992) : 한국 정상성인의 혈청 지질농도, 체질량지수, 혈압 및 식습관과 일상생활습관과의 관계에 관한 연구. *한국저질학회지* 2(1) : 41-51
- 이양자 · 정은정 · 황진아 · 김미경 · 이종훈 · 박태선 · 김선태 · 박경수(1998) : 한국 정상성인의 항산화 관련 무기질 농도에 관한 연구. *한국영양학회지* 31(3) : 324-332
- 이주연 · 최미경 · 송정자(1996) : 일부 농촌 성인남녀의 아연, 구리, 철분의 섭취량, 혈액수준, 뇨중 배설량과 혈청지질과의 관계. *한국영양학회지* 29(10) : 1112-1120
- 이혜성 · 이연경 · Chen SC(1991) : 대학생의 식이섬유 섭취에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(6) : 534-546
- 이혜숙(2000) : 초 · 중 · 고 · 대학교 저체중 여학생들의 철, 구리, 아연 영양상태 비교연구. 숙명여자대학원 석사학위논문
- 한국영양학회(1995) : 한국인 영양권장량, 중앙문화 진수출판사, 서울
- 황수관 · 연동수 · 고성경 · 유선희 · 남택상 · 백광세 · 강복순(1991) : 운동처방 프로그램 개발을 위한 국민건강 증진방안. *대한스포츠의학지* 9(1) : 22-47
- 황혜선(1991) : 목포지역 대학생의 식생활 행동 및 영양실태 조사. *한국영양학회지* 29(1) : 65-71
- Bnaa KH, Bjerve KS, Nordy A(1992) : Habitual fish consumption, plasma phospholipid fatty acids, and serum lipids-The Troms study. *Am J Clin Nutr* 55 : 1126-1134
- Cambien F, Warnet JM, Vernier V, Ducimetire P, Jacqueson A, Flament C, Orssaud G, Richard JL, Claude JR(1988) : An epidemiologic appraisal of the associations between the fatty acids esterifying serum cholesterol and some cardiovascular risk factors in middle-aged men. *Am J Epidemiol* 127 : 75-86
- Davis SD, Greger JL(1992) : Longitudinal changes of manganese-dependent superoxide dismutase and other indexes of manganese and iron status in women. *Am J Clin Nutr* 55 : 747-752
- Dickerson OB(1978) : Arsenic. Metals in the environment. Academic Press, New York
- Diplock AT(1991) : Antioxidant nutrients and disease prevention : An overview. *Am J Clin Nutr* 53 : 189S-193S
- Diplock AT(1987) : Trace elements in human health with special reference to selenium. *Am J Clin Nutr* 45 : 1313-1322
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS(1972) : Estimation of concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18 : 499-502
- Glueck C(1979) : Appraisal of dietary fat as a causative factor in atherosclerosis. *Am J Clin Nutr* 32 : 2637-2643
- Greger JL, Davis CD, Suttie JW, Lyle BJ(1990) : Intake, serum concentrations and urinary excretion of manganese by adult males. *Am J Clin Nutr* 51 : 457-461
- Grundey SM, Denke MA(1990) : Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *J Lipid Res* 31 : 1149-1172
- Hopkins PN, Williams RR(1981) : A survey of 246 suggested coronary risk factors. *Atherosclerosis* 40 : 1-52
- Hostmark AT, Spydevoted O, Lysted E, Eukertseb E(1982) : Plasma lipoproteins in rats fed starch, sucrose, glucose or fructose. *Nutr Fep Ins* 25 : 161-167
- Kay RM, Sabry ZI, Csima A(1980) : Multivariate analysis of diet and serum lipids in normal men. *Am J Clin Nutr* 33 : 2566-2572
- Kim AJ(1999) : The relationship of dietary heavy metal intake with serum trace elements in college women living in Choong-Nam area. *Nutritional Sciences* 2(2) : 88-92
- Klevay LM, Hyg SD(1973) : Hypercholesterolemia in rats produced by and increase in the ratio of zinc to copper ingested. *Am J Clin Nutr* 26 : 1060-1068
- Klevay LM, Inman L, Johnson LK, Lowler M, Mahalko JR, Milne DB, Lukoski HC, Bolonchuk W, Sandstead NH(1984) : Increased cholesterol in plasma in young man during experimental copper depletion. *Metabolism* 33 : 1112-1118
- Lewis M, Iammarino RM(1971) : Lipemia in rodent iron deficiency. *J Lab Clin Med* 78 : 547-554
- Luthringer C, Rayssiguier Y, Gueux E, Berthelot A(1988) : Effect of moderate magnesium deficiency on serum lipids, blood pressure and cardiovascular reactivity in normotensive rats. *Br J Nutr* 59 : 243-250
- Lyengar V, Woittiez J(1988) : Trace elements in human clinical specimens : evaluation of literature data identify reference values. *Clin Chem* 34 : 474-481
- Mertz W(1969) : Chromium occurrence and function in biological systems. *Physiol Rev* 49 : 163-239
- Mertz W, Toepfer EW, Roginski EE, Polansky MM(1974) : Present knowledge of the role of chromium. *Fed Proc* 33 : 2275
- NAS(1974) : Lead, National Academy of Science
- Nielsen FH(1994) : Chromium. In : Shils, ME, Olson, JA and Shike, M, eds. Modern nutrition in health and disease, pp.264-268, Lee & Febiger, A Waverly Company, Malvern
- Nielsen FH, Myron DR, Givand SH, Ollerich DA(1975) : Nickel deficiency and nickel-rhodium interaction in chicks. *J Nutr* 105 : 1607-1619
- Nielsen FH, Sanstead HH(1974) : Are nickel, vanadium, silicon, fluorine and tin essential for man? A review. *Am J Clin Nutr* 27 : 515-520
- Salonen JT, Salonen R, Seppanen K, Katola M, Suntionen S, Korpela H(1991) : Interaction of serum copper, selenium, and low density lipoprotein cholesterol in atherosclerosis. *Br Med J* 302 : 756-760
- Sandstead H, Klevay L, Mahalko J(1980) : Marginal zinc nutriture : Effects of lipid metabolism and plasma zinc. *Am J Clin Nutr* 33 : 944a
- Schroeder HA(1960) : Relation between mortality from cardiovascular disease and treated water supplies. *J Am Med Assoc* 172(17) :

- 1902-1908
- Schwarz K, Mertz W(1959) : Chromium(III) and the glucose tolerance factor. *Arch Biochem Biophys* 85 : 202-295
- Shamberger RJ, Frost DV(1969) : Possible protective effect of selenium against human cancer. *Can Med Assoc J* 100 : 682
- Swanson CA, Longnecker MP, Veillon C, Howe SM, Levander OA, Taylor PR, McAdam PA, Brown CC, Stampfer MJ, Willett WC (1990) : Selenium intake, age, gender and smoking in relation to indices of selenium status of adults residing in a seleniferous area. *Am J Clin Nutr* 52 : 858-862
- Tunstall-Pedoe H, Smith WCS(1990) : Cholesterol as a risk factor for coronary heart disease. *Br Med Bulletin* 46 : 1075-1087
- Van Itallie TB, Hirsch J(1979) : Calories-Appraisal of excess calories as a factor in the causation of disease. *Am J Clin Nutr* 32 : 2648-2653
- Westermarck T, Raunu P, Kirjarinta M, Lappalainen L(1977) : Selenium content of whole blood and serum in adults and children of different ages from different parts of Finland. *Acta Pharmacol Toxicol* 40 : 465-475
- Zeman FJ, Ney DM(1988) : Applications of clinical nutrition, pp. 367-369, Prentice Hall, New Jersey