

일부 농촌 성인남녀의 아연, 구리, 철분의 섭취량, 혈액수준, 뇨중 배설량과 혈청지질과의 관계

이주연 · 최미경 · 승정자

숙명여자대학교 식품영양학과

The Relationship between Dietary Intakes, Serum Levels, Urinary Excretions of Zn, Cu, Fe and Serum Lipids in Korean Rural Adults on Self-Selected Diet

Lee, Joo-Yeon · Choi, Mi-Kyeong · Sung, Chung-Ja

Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to estimate the relationship between dietary intakes, blood levels, and urinary excretions of zinc, copper, and iron and serum lipids in 30 healthy adults living in Korean rural area. Analyses for the nutritional status of the subjects were performed by 3-day intake record, duplicated diet collections, 24-hour urine collections, and venous blood sampling before measuring of blood pressure. The daily intakes of zinc, copper, and iron estimated for 3 days were 8.2mg, 3.0mg, and 12.7mg in men and 8.4mg, 3.7mg, and 12.3mg in women, respectively. The serum contents of cholesterol, triglyceride, and HDL-cholesterol were 165.9mg/dl, 119.4mg/dl, and 43.7mg/dl in men and 154.1mg/dl, 88.2mg/dl, and 47.1mg/dl in women, respectively. The serum levels of zinc, copper, and iron were 146.0 μ g/dl, 120.3 μ g/dl, and 131.1 μ g/dl in men and 140.6 μ g/dl, 117.3 μ g/dl, and 112.2 μ g/dl in women, respectively. In the relation between dietary intakes, serum levels, and urinary excretions of these minerals, there were significantly positive correlation between zinc intake and copper intake($p < 0.05$), copper intake and urinary excretion($p < 0.001$), and iron intake and serum zinc level($p < 0.05$). In the relation between these minerals and serum lipids, dietary zinc showed positive correlation with triglyceride($p < 0.05$), serum copper showed positive correlation with HDL-cholesterol($p < 0.05$), and serum zinc/copper ratio showed negative correlation with HDL-cholesterol($p < 0.05$). (*Korean J Nutrition* 29(10) : 1112~1120, 1996)

KEY WORDS : zinc · copper · iron · serum lipids.

서 론

우리나라는 60년대 이후 산업화에 따른 높은 경제성장과 의학의 발달로 평균수명이 연장되고 인구구조와 질병 양상이 변화되어, 감염성 질환은 점차 감소되고 만성

채택일 : 1996년 10월 14일

질환이 증가되기에 이르렀다¹⁾. 만성질환중 심장순환기계 질환은 선진국에서 성인의 주요 사망원인으로 대두되면서 관심의 대상이 되었고²⁾, 우리나라도 경제성장 이후 경제기획원이 발표한 사망원인보고¹⁾에 의하면 이와 같은 질환이 전체 사인중 수위를 차지하고 있어 이로 인한 문제가 심각한 실정이다.

심장순환기계 질환에 영향을 미치는 영양적 인자로서

식이 탄수화물³⁾, 지방의 종류와 양⁴⁾, 그리고 총열량 섭취량⁵⁾ 등이 주로 논의되어 왔으며, 최근에는 미량영양소의 과부족이 순환계 질환에 영향을 미칠 수 있다는 연구들⁶⁾⁷⁾에 관심이 모아지고 있다. 특히 혈중지질의 상승은 순환기계 질환의 주요 위험인자들 중의 하나로⁸⁾ 아연⁹⁾, 구리⁶⁾, 철분¹⁰⁾과 같은 극미량영양소의 영양상태와 혈중지질조성과의 관련성에 대한 일부 보고들을 찾아볼 수 있으나 계속되는 연구가 부족한 실정이다.

아연의 결핍과 과잉섭취가 콜레스테롤대사를 변화시킨다는 것이 여러 동물과 인체실험을 통해 알려지고 있다. Koo와 Turk¹¹⁾는 쥐에게 아연을 결핍시킨 결과 아연 결핍은 장점막의 chylomicron을 구성하는 지단백질의 합성에 영향을 미쳐 지질이 장점막을 통과하지 못하고 축적됨으로써 지질의 흡수를 지연시키는 것을 관찰하였다. 반대로 아연의 과잉섭취에 관한 연구에서 Hooper 등¹²⁾은 성인남자에게 정제형태의 아연을 복용시켰을 때 HDL-콜레스테롤이 감소하여 아연섭취가 HDL-콜레스테롤 수준을 낮추는데 깊은 관련이 있음을 알아내었다. 국내에서도 송미영과 정연진¹³⁾은 건강한 여대생에게 1일 50mg의 아연을 보충시켰을 때 실험기간이 경과하면서 혈청 총 콜레스테롤함량은 높아지는 경향이었고 HDL-콜레스테롤함량은 유의적으로 감소하였다고 한다.

구리의 결핍은 심장순환계 질환을 유발할 수 있다고 하는데 Klevay 등¹⁴⁾은 성인남자에게 하루 0.8mg의 낮은 수준으로 구리를 섭취시킨 결과 혈장 구리가 감소하였으며 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤이 증가하였다고 보고하여 낮은 수준의 구리섭취가 사람에게도 혈중지질 조성에 영향을 주어 심장순환계 질환의 원인이 될 수 있다고 하였다. 아연과 구리는 체내 상호경쟁적 관계를 가짐으로서 흡수 또는 보유되는 아연과 구리의 비율의 변화가 혈청지질에 영향을 미친다고 한다¹⁵⁾. Klevay¹⁶⁾는 쥐실험을 통해 아연과 구리의 섭취비율이 증가할수록 혈청 콜레스테롤 농도가 증가한다고 하였고, 황경숙과 김미경¹⁷⁾의 연구에서도 이와 비슷한 결과를 보여주었다.

철분의 경우에는 1909년 Boggs와 Morris¹⁸⁾가 다량 출혈한 토끼에게서 지방혈증이 있었다고 보고한 이래로 빈혈에 따른 혈중지질이 높아졌다는 것이 여러 연구자들¹⁰⁾¹⁹⁾에 의해서 재 확인되었다. 다량의 출혈이 체내 철분수준을 낮춘다는 것은 확실하지만 일상식을 통한 철분의 부적절한 섭취로 유발되는 빈혈에 대해서는 이론의 뒤받침을 해주지 못하였다. 그후 Lewis와 Iammarino²⁰⁾는 숫쥐에게 5주동안 철분 결핍식을 공급한 결과 대조군에 비해 혈청 중성지질농도가 증가함을 관찰하였으나 이에 대한 계속적인 연구가 부족한 실정이다.

심장순환계 질환의 유발물이 매년 상승하고 있는 우리

나라의 질병추이에도 불구하고 이들과 관련이 깊은 혈중지질과 아연, 구리, 철분의 관계에 대한 연구는 매우 부족하고 그 결과도 일치하지 않기 때문에 이들간의 관련성을 일차적으로 살펴보는 연구가 필요하다고 생각한다.

따라서 본 연구에서는 최근 농촌이 교통의 발달 및 메스컴의 영향으로 많이 도시화되어졌다고는 하지만 도시 생활인이 갖는 스트레스, 가공식품 및 인스턴트 식품의 과잉섭취 등 혈중지질과 관련이 있는 제반 인자들에 대한 노출이 적을 것으로 생각되는 농촌의 성인남녀를 대상으로 하여 일상식이중의 아연, 구리, 철분의 식이섭취량, 혈액수준 및 뇨중 배설량을 측정하고 이들과 혈중지질과의 관계를 살펴봄으로써 현대인의 질병추이에 맞는 미량무기질의 권장량 설정을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사대상

본 연구는 경기도 용인에 거주하는 농촌 성인남녀 30명(남자 12명, 여자 18명)을 대상으로 실시하였다. 본 연구에 참여한 대상자들은 대부분 농업에 종사하는 건강한 사람들이었다.

2. 연구내용 및 방법

연구대상자들의 신장과 체중 및 혈압을 측정하였으며, 계량에 익숙하고 훈련된 조사원에 의해 칭량법과 식이기록법을 이용하여 3일동안 섭취한 모든 식품의 종류, 재료, 분량 등을 기록하고 섭취한 동일한 양의 음식을 1일 단위로 수거하였다. 3일동안 식이기록법을 통해 얻은 식이섭취량은 식품의 실중량으로 환산한 후 식품성분표²¹⁾에 의거하여 1인당 1일 평균 영양소 섭취량을 계산하였다. 3일간 수거한 1일별 식이는 분쇄기에 간 후 냉동보관하였다가 임정남²²⁾의 습식분해법에 의해 시료를 분해한 후 식이중의 아연, 구리, 철분 함량을 원자흡광광도계(atomic absorption flame spectrophotometer : Hitachi Z6000, Japan)로 측정하였다. 식이수거 기간과 동일한 기간에 잘 세척되고 1ml toluene이 함유된 채뇨용기에 3일간의 24시간 소변을 수집하여 일정량을 냉동보관하였다가 측정시 상온에서 방치한 후 3000rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 취해 원자흡광광도계(atomic absorption flame spectrophotometer : Hitachi Z6000, Japan)로 소변중의 아연, 구리, 철분 함량을 측정하였다. 3일간의 식이섭취조사가 끝난 다음날 아침식사전 공복상태에서 편안한 자세로 안정시킨 후 2회 연속 혈압을 측정하였으며, 진공채혈관을 이용하여

정맥혈을 15ml 채혈하였다. 혈색소 농도는 cyanmethemoglobin법²³⁾을 이용하여 측정하였으며, 적혈구용적비는 microcentrifuge에서 11000rpm으로 5분간 원심분리하여 전혈액에 대한 적혈구층의 높이를 읽어 %로 나타내었다. 혈청 아연, 구리, 철분의 함량은 원자흡광광도계(atomic absorption flame spectrophotometer; Hitachi Z6000, Japan)로 측정하였으며, 혈청 총 콜레스테롤, 중성지질, HDL-콜레스테롤 함량은 효소법 등²⁴⁻²⁶⁾에 의한 kit를 사용하여 분석하였다.

3. 통계분석

본 연구를 통해 얻어진 모든 결과는 평균과 표준편차를 계산하였으며 아연, 구리, 철분의 섭취수준, 혈중농도 및 소변중 배설량과 혈중 지질과의 관계는 Pearson's correlation coefficient 및 이에 대한 유의성을 검정하였다²⁷⁾.

결과 및 고찰

1. 일반적 사항

조사대상자들의 일반적 사항은 Table 1과 같다. 본 연구의 대상자들은 특정 질병이 없이 건강하고 농촌지역에

거주하는 25~59세의 성인남녀로 남자대상자가 12명, 여자대상자가 18명이었다. 남녀 각각 평균연령은 45.8세와 41.9세, 평균신장은 167.5cm와 154.6cm, 그리고 평균체중은 61.9kg과 55.3kg이었다. 평균 체질량지수는 남녀 각각 22.0과 23.1이었으며, 평균혈압은 남자대상자가 117.5/80.8mmHg이고 여자대상자는 110.0/73.9mmHg였다.

2. 영양소 섭취상태

조사대상자들의 영양소 섭취상태는 Table 2와 같다. 남자 대상자들이 섭취한 1일 평균 열량은 30~49세가 2176kcal, 50~59세가 1914kcal로 한국인 영양권장량²⁸⁾과 비교해볼 때 각각 권장량의 87.1%와 79.8%의 섭취수준을 보였으며, 26~59세의 분포를 이룬 여자 대상자들의 경우에는 1587.2kcal로 한국인 영양권장량의 79.4%의 섭취비율을 나타냈다. 총 열량섭취량 중 당질, 지질, 단백질의 3대 영양소 구성비율은 남자는 73.4 : 13.4 : 13.0이었으며, 여자는 76.4 : 10.3 : 13.3으로 당질로 인한 에너지 섭취비율이 높은 것으로 나타났다. 1일 평균 아연의 섭취량은 남자가 8.2mg, 여자가 8.4mg으로 한국인 영양권장량과 비교할 때 남녀 각각 54.7%와 70.0%의 섭취수준을 보였다. 구리의 섭취량은 남

Table 1. Physical characteristics of the subjects

Variables	Men(n=12)	Women(n=18)	Total(n=30)
Age(years)	45.8±11.1 ¹⁾	41.9±11.0	43.5±11.0
Height(cm)	167.5± 5.8	154.6± 5.6	159.8± 8.5
Weight(kg)	61.9± 7.8	55.3± 8.3	57.9± 8.6
BMI ²⁾	22.0± 2.3	23.1± 3.0	22.7± 2.8
SBP(mmHg) ³⁾	117.5±22.2	110.0±11.9	113.0±16.9
DBP(mmHg) ⁴⁾	80.8±15.6	73.9± 8.5	76.7±12.1

1) Mean ± standard deviation

3) Systolic blood pressure

2) Body mass index [weight(kg)/height(m)²]

4) Diastolic blood pressure

Table 2. Daily nutrient intakes of the subjects

Nutrients	Men		Women	
	Intake	% of RDA	Intake	% of RDA
Energy(kcal) ¹⁾	2176.3±974.7	87.1	1587.2±536.7	79.4
Energy(kcal) ²⁾	1914.8±497.7	79.8		
Protein(g)	65.6± 26.7	87.5	55.3± 17.9	92.2
Animal protein(g)	27.8± 11.3		10.0± 3.2	
Fat(g)	30.7± 27.2		19.1± 8.9	
Carbohydrate(g)	371.6±176.4		318.6±103.9	
Crude fiber(g)	6.9± 3.7		7.0± 3.5	
Vitamin C(mg)	98.2± 61.5	178.5	77.7± 40.7	141.3
Zn(mg) ³⁾	8.2± 4.5	54.7	8.4± 4.7	70.0
Cu(mg) ³⁾	3.0± 1.4		3.7± 1.7	
Fe(mg) ³⁻¹⁾	12.7± 7.6	105.8	13.3± 5.8	73.9
Fe(mg) ³⁻²⁾			11.1± 6.1	92.5

1) Subjects aged 30 - 49 years in men(n=8)

3) Analysis data of dietary zinc, copper and iron

3-1) Subjects aged 20 - 49 years in women(n=13)

2) Subjects aged 50 - 59 years in men(n=4)

3-2) Subjects aged 50 - 59 years in women(n=5)

녀 각각 3.0mg과 3.7mg으로 우리나라에서는 아직 구리의 권장량이 책정되어 있지 않아 미국의 안전적정 섭취 수준량²⁹⁾인 1.5~3mg과 비교할 때 남녀 각각 99~198%와 123.7~247.3%의 섭취수준을 보였다. 1일 평균 철분의 섭취량은 남자의 경우 12.7mg으로 권장량의 105.8% 수준이었으며, 여자의 경우에는 20~49세는 13.3mg, 50세 이상은 11.1mg으로 각각 권장량의 73.9%와 92.5%의 섭취비율을 나타냈다.

3. 혈액성상 분석

조사대상자의 혈청 지질함량은 Table 3과 같다. 남녀 각각 평균 혈청 콜레스테롤 수준은 165.9mg/dl와 154.1mg/dl, 중성지질은 119.4mg/dl와 88.2mg/dl, 그리고 HDL-콜레스테롤은 43.7mg/dl와 47.1mg/dl였다. 혈청 지질조성성 평균 혈청 콜레스테롤 함량은 박광희와 박현서³⁰⁾의 연구에서 정상인의 혈청 콜레스테롤 수준이 168mg/dl라는 연구결과나 이승교 등³¹⁾의 일부 농촌주부들의 169.0mg/dl라는 보고와 유사하였다. 평균 혈청 중성지질 농도는 박광희와 박현서³⁰⁾가 보고한 203mg/dl보다 낮았지만 이양자 등³²⁾이 878명의 성인남녀를 대상으로 조사한 결과인 남자 137.1mg/dl, 여자 83.7mg/dl와는 비슷한 수준이었다. 중국인의 경우 정상인의 평균 혈청 중성지질 수준이 112mg/dl였고³³⁾, 미국인의 경우 84mg/dl였다는 보고³⁴⁾와 본 연구결과를 비교할 때 비슷한 수준이었으나 미국인에 비해 다소 높게 나타났다. 이는 여러 연구³⁵⁾³⁶⁾에서 지적한 바 있는 전통적인 한국인의 곡류중심의 고당질 식생활로 인한 결과로 사료된다. 최근에는 식생활의 서구화로 단백질과 지질의 섭취

수준이 크게 증가하였지만 농촌 성인을 대상으로 실시한 본 연구에서는 당질 : 지방 : 단백질의 에너지 섭취비율이 75.1 : 11.8 : 13.1로 아직도 당질위주의 식생활을 하고 있는 것으로 나타났다.

혈청 아연, 구리, 철분상태에 대한 결과는 Table 4에 나타나 있다. 남녀 각각 평균 혈청 아연농도는 146.0µg/dl와 140.6µg/dl, 구리농도는 120.3µg/dl와 117.3µg/dl, 철분함량은 131.1µg/dl와 112.2µg/dl였다. 평균 혈색소 농도는 남녀 각각 15.1g/dl와 13.1g/dl로 WHO의 기준치³⁷⁾와 비교할 때 남녀 각각 1명씩 빈혈인 것으로 나타났다. 평균 적혈구용적비는 남녀 각각 45.2%와 39.8%로 모든 대상자가 정상기준치³⁷⁾ 범위안에 있었다. 본 연구의 혈청 아연함량은 채범석 등³⁸⁾이 조사한 우리나라 성인 24명의 109.1µg/dl나 승정자³⁹⁾가 조사한 여대생 47명의 107.4µg/dl보다 높았고, 김애정⁴⁰⁾의 연구결과인 일부 농촌주부의 85.8µg/dl나 신소영⁴¹⁾의 농촌지역 남녀 노인의 66.9µg/dl와 비교할 때 훨씬 높은 수준을 보였다. 혈청의 구리함량은 김애정⁴⁰⁾의 89.4µg/dl나 이승교 등³¹⁾의 연구결과인 62.0µg/dl보다 매우 높은 수준이었고, 일본의 건강한 성인의 평균 혈장 구리함량인 81.5µg/dl⁴²⁾보다도 높았다. 그러나 신소영⁴¹⁾의 일부 농촌지역 남녀 노인의 114.7µg/dl, 168.1µg/dl와 비교할 때 남자는 비슷한 수준이었으나 여자는 본 연구대상자들이 훨씬 낮은 수준을 보였다. 혈청 철분은 일부 농촌부인에 대한 임현숙과 황금희⁴³⁾의 보고치 91.9µg/dl나 김애정⁴⁰⁾의 107.1µg/dl보다 높았다. 또한 채범석⁴⁴⁾의 건강인의 혈청 철분함량인 108.5µg/dl와 신소영⁴¹⁾의 일부 농촌노인의 79.4µg/dl보다 높아 지금까지의 비슷한 계층 사람들에

Table 3. Serum lipid levels of the subjects

Variables	Men(n=12)	Women(n=18)	Total(n=30)
Cholesterol	165.9 ± 28.9 ¹⁾	154.1 ± 35.3	158.8 ± 32.9
Triglyceride	119.4 ± 50.9	88.2 ± 38.7	100.7 ± 45.8
HDL-cholesterol ²⁾	43.7 ± 11.5	47.1 ± 9.0	45.7 ± 9.9

1) Mean ± standard deviation

2) High density lipoprotein-cholesterol

Table 4. Serum and urinary levels of Zn, Cu, and Fe in the subjects

Variables	Men(n=12)	Women(n=18)	Total(n=30)
Serum			
Zn(µg/dl)	146.0 ± 27.0 ¹⁾	140.6 ± 26.4	142.8 ± 26.3
Cu(µg/dl)	120.3 ± 25.7	117.3 ± 17.9	118.5 ± 20.6
Fe(µg/dl)	131.1 ± 42.6	112.2 ± 35.9	119.8 ± 38.5
Hemoglobin(g/dl)	15.1 ± 1.1	13.1 ± 0.8	14.0 ± 1.0
Hematocrit(%)	45.2 ± 3.4	39.8 ± 2.6	41.9 ± 3.9
Urinary excretion			
Zn(µg/day)	310.3 ± 80.1	291.0 ± 98.2	298.2 ± 90.2
Cu(µg/day)	60.0 ± 20.2	70.8 ± 30.1	67.0 ± 30.4
Fe(µg/day)	160.2 ± 88.2	242.1 ± 78.5	210.2 ± 98.8

1) Mean ± standard deviation

비해 혈중 철분상태가 좋아졌음을 볼 수 있으나, 이상의 연구들이 각기 다른 연령, 성별, 생활수준을 보이는 소수의 사람들을 대상으로 하였다는 점을 고려할 때 앞으로 이에 대한 차이를 비교분석할 수 있는 연구가 요구된다 고 하겠다.

4. 아연, 구리, 철분의 섭취량, 혈청농도 및 소변 중 배설량간의 관계

아연, 구리, 철분의 섭취량, 혈청농도 그리고 소변중 배설량간의 상관관계는 Table 5와 같다. 아연의 섭취량과 구리의 섭취량, 구리의 섭취량과 소변중의 구리배설량, 그리고 철분섭취량과 혈청 아연농도 사이에 유의적인 정의 상관을 보였으며($p < 0.05$, $p < 0.001$, $p < 0.05$), 혈청 아연과 철분농도, 소변중 구리와 철분 배설량간에도 유의한 정의 상관관계가 나타났다($p < 0.05$, $p < 0.05$). Reinhold등⁴³은 섭취한 아연은 주로 대변을 통해서 이루어지며, 소변으로 아연 배설량은 영양상태와는 거의 상관관계가 나타나지 않고 단지 극심한 아연결핍상태에서만 소변으로 배설되는 아연량이 감소한다고 하였다. 그러나 Baer와 Kin⁴⁶은 젊은 남자에게 아연섭취량을 달리했을 때 소변중의 아연 배설이 빠르게 반응하여 아연의 영양상태를 알아보는데 유용하다고 하였으며, 신소영⁴¹의 실험에서도 아연섭취량과 뇨중 배설량간에 유의적인 정의 상관이 나타났다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 아연의 섭취량과 소변중 배설량간에 유의한 상관성이 나타나지 않아 농촌 부인을 대상으로 살펴본 김애정⁴⁰의 연구결과와 일치하였다. 구리는 아연과 같이 대부분 대변으로 배설되지만, 소변중 구리의 배설량은 체내 영양상태와 밀접한 관계가 있고 체내 항상성(homeostasis) 유지에 중요한 역할을 한다고 보고되었⁴². Janet등⁴⁷과 여러 연구^{40,41}에서 구리 섭취량은 뇨

중 배설량과 유의한 정의 상관성을 보임으로써 본 연구와 일치하고 있다. 한편 과량의 아연섭취는 구리의 배설을 증가시킨다⁴⁷고 하나 본 연구에서는 일상식으로 아연의 섭취수준이 비교적 낮았기 때문에 구리 배설량과 유의적인 상관성이 나타나지 않은 것으로 보여진다. 철분의 경우 Janet등⁴⁷과 김애정⁴⁰은 철분의 섭취량과 뇨중 배설량간에는 유의성이 없다고 하여 본 연구결과와 일치하였다.

5. 아연, 구리, 철분의 섭취량, 혈청농도 및 소변 중 배설량과 혈청 지질과의 관계

아연, 구리, 철분의 섭취량, 혈청농도 및 소변중 배설량과 혈청 지질과의 관계는 Table 6과 같다. 아연 섭취량은 혈청 중성지질 수준과, 혈청 구리농도는 HDL-콜레스테롤 수준과 유의적인 정의 상관을 보였으며($p < 0.05$, $p < 0.05$), 혈청의 아연/구리 비율은 HDL-콜레스테롤 수준과 유의한 부의 상관을 보였다($p < 0.05$). 뇨중 아연 배설량은 혈청 중성지질 수준과 유의적인 부의 상관을 보였으며($p < 0.05$), 뇨중 구리 배설량은 혈청 중성지질 수준과 유의한 정의 상관을 보였다($p < 0.001$). 아연, 구리, 철분과 혈청지질과의 관계에서 일찌기 아연의 결핍이 콜레스테롤 대사를 변화시킨다는 것이 보고되어¹⁰ 아연의 역할을 규명하려는데 연구의 초점이 모아지고 있다. 혈중 콜레스테롤 수준뿐 아니라 지단백이 혈액순환계 질환의 발생과 진전에 관여하기 때문에 이에 대한 연구가 이루어져 아연이 결핍된 쥐는 장점막의 chylomicron을 구성하는 단백질의 합성에 영향을 미쳐 지질이 장점막을 투과하지 못하고 축적됨으로써 지질의 흡수를 지연시킨다고 한다¹¹. Hooper등¹²은 인체실험을 통해 160mg/day의 아연공급은 총 콜레스테롤, 중성지질, LDL-콜레스테롤 함량에는 영향이 없었으나

Table 5. Correlation matrix between intakes, serum levels, and urinary excretions of Zn, Cu, and Fe (n=30)

	Dietary			Serum			Urinary		
	Zn	Cu	Fe	Zn	Cu	Fe	Zn	Cu	Fe
Dietary									
Zn		0.40*	-0.03	0.08	-0.06	0.08	0.25	0.29	0.02
Cu			0.08	0.21	0.09	0.04	0.33	0.76***	0.32
Fe				0.46*	-0.19	0.23	0.07	0.12	0.01
Serum									
Zn					0.16	0.40*	-0.07	0.34	0.24
Cu						-0.32	0.08	0.17	-0.05
Fe							0.13	-0.03	-0.23
Urinary									
Zn								0.17	-0.03
Cu									0.40*
Fe									

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

Table 6. Correlation coefficients between dietary, serum, and urinary mineral levels and serum lipids (n=30)

		Cholesterol	Triglyceride	HDL-cholesterol
Dietary	Zn	-0.35	0.40*	0.27
	Cu	0.35	0.08	0.06
	Zn/Cu ¹⁾	-0.05	-0.20	0.02
	Fe	-0.07	-0.09	-0.04
Serum	Zn	0.12	0.16	-0.28
	Cu	0.01	0.11	0.40*
	Zn/Cu ²⁾	0.03	0.02	-0.39*
	Fe	0.16	-0.19	-0.30
	Hb	0.32	0.18	-0.23
Urinary	Hct	0.29	0.12	-0.20
	Zn	0.39*	-0.42*	0.06
	Cu	-0.35	0.77***	0.55**
	Zn/Cu ³⁾	-0.08	-0.10	-0.13
	Fe	0.14	0.23	0.09

1) Dietary Zn/Cu=3.1±2.4

2) Serum Zn/Cu=1.3±0.4

3) Urinary Zn/Cu=4.8±2.2

*p<0.05

**p<0.01

***p<0.001

HDL-콜레스테롤 수준을 감소시켜 아연의 과잉섭취가 동맥경화를 일으킬 수 있다고 하였다. 그러나 이 실험에서 투여된 아연의 양은 미국에서 일상식으로 섭취하는 아연의 양인 12mg에 비해 너무 과량이었다는 문제점이 지적되었으나 식이 이외의 영양보충제로서 아연을 과량 섭취할 경우 문제가 될 수 있음을 보여주고 있다. 한편 Koo와 Williams⁴⁸⁾는 수컷 성숙쥐에게 아연 결핍식을 공급했을 때 HDL-콜레스테롤수준이 감소하였고, 아연을 보충시켰을 때 HDL-콜레스테롤수준의 증가를 보여 아연의 보충이 순환계 질환의 위험을 낮춘다고 제안하였다. 이와 같이 아연과 혈중지질과의 관계가 아직 확실하지 않은 가운데 본 연구에서 아연의 섭취량, 혈청 수준, 뇨중 배설량은 혈청 콜레스테롤이나 지단백의 콜레스테롤 수준과 유의적인 상관관계가 나타나지 않았으나, 아연 섭취량은 혈청 중성지질 수준과 5% 유의수준에서 정의 상관을 보여 아연의 섭취수준이 높을수록 혈청지질과 콜레스테롤 수준이 높았다는 황경숙과 김미경¹⁷⁾의 연구나 이승교 등³¹⁾의 연구와 같은 경향을 보였다.

구리는 1973년 Klevay¹⁶⁾에 의해 콜레스테롤대사와 관련이 있다는 것이 밝혀진 이후로 이와 비슷한 결과들을 얻은 연구들⁴⁹⁾⁵⁰⁾이 이루어져 구리의 결핍이 순환계 질환의 위험요소가 될 수 있다는 것이 밝혀지고 있다. Klevay¹⁴⁾은 성인남자에게 1일 0.8mg으로 낮은 수준의 구리를 급여한 결과 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤이 증가되었다고 보고하였으며, Reiser⁵¹⁾은 성인남자에게 1일 1.0mg으로 역시 낮은 수준의 구리를 급여하였더니 LDL-콜레스테롤이 증가하고 HDL-콜레스테롤이 감소하였으나 총 콜레스테롤에는 변화가 없었다고 보고하여 구리의 결핍이 순환계질환의 위험요소임을

확인해 주었다. 그러나 Turnlund⁵²⁾은 하루에 성인남자에게 Klevay¹⁴⁾에서 급여했던 같은 수준의 0.8mg의 구리를 섭취시켰을 때 콜레스테롤이 감소하였다고 보고하여 상반된 견해를 보이기도 하였다. 본 연구결과 혈청 구리는 HDL-콜레스테롤과 5% 유의수준에서 정의 상관관계를 보였는데 이는 Klevay¹⁴⁾의 연구결과와 일치하여 혈청 구리의 감소는 순환계 질환의 원인이 될 수 있음을 시사해주고 있다. 그러나 본 연구에서 식이로의 구리섭취와 혈청 구리함량간에 상관관계가 나타나지 않아 구리의 결핍이 콜레스테롤 대사와 관련이 있다는 여러 연구들과 같은 결론을 내리기는 어렵다. 뇨중 구리배설량은 중성지질과 0.1% 유의수준에서 정의 상관을 보여 이들 관계는 5% 유의수준에서 정의 상관을 보인 이승교 등³¹⁾의 연구결과와 같은 경향을 보여주었다. 한편 구리의 절대적인 양도 중요하지만 아연이나 구리 모두가 혈청지질, 특히 HDL-콜레스테롤 대사에 영향을 미치므로 아연 : 구리의 비율이 지질대사에 영향을 미칠 것이라는 데에 관심이 모아지고 있다¹⁶⁾. 1973년 Klevay¹⁶⁾가 쥐실험에서 아연 : 구리의 섭취비율을 증가시켰더니 고콜레스테롤혈증이 발생되었다는 결과로부터 이들 비율이 순환계 질환에 영향을 미칠 것이라는 가설을 세우게 되었다. 그러나 아연 : 구리의 비율과 콜레스테롤대사의 관련성에 대해서는 아직 가설의 입장에서이며 Fischer⁵³⁾도 쥐실험을 통해 혼합식이중의 아연과 구리가 콜레스테롤대사에 있어서 뚜렷한 관련성을 보이지 않는다고 보고하였듯이 아직은 불분명한 상태라 하겠다. 본 연구결과 식이중의 아연 : 구리의 비율은 혈중지질과 상관관계를 보이지 않았으며 혈청 중 아연 : 구리의 비율이 HDL-콜레스테롤과 5% 유의수준에서 부의 상관관계

를 보여주어 혈청에서 이들 비율이 증가할수록 순환계 질환에 위험요소가 될 수 있음을 보여주고 있다.

철분과 혈청지질과의 관계에 대해서는 오래전에 Boggs와 Morris¹⁸⁾에 의해 토끼에게 매일 15~45ml의 혈액을 빼내었을 때 고지혈증이 나타났다는 것으로부터 처음으로 기술되었다. 뒤이어 여러실험들¹⁰⁾⁵⁴⁾을 통하여 심한 출혈등에 따른 빈혈로부터 고지혈증이 나타났다는 것이 밝혀졌다. 그러나 비록 출혈이 철분수준을 낮춘다는 것은 확실하나 사람의 일상식사에서 부적절한 철분의 섭취를 통해 빈혈과 혈중 지질대사의 이상이 생길 수 있다는 가능성에 대한 설명으로는 충분하지 않았다. 이에 Lewis와 Iammarino²⁰⁾는 철분이 결핍된 식이를 쥐에게 5주간 준 결과 비교군에 비해 혈청 중성지질의 증가를 볼 수 있었고 Amine과 Hegsted⁵⁵⁾ 또한 철분이 결핍된 식이를 준 닭과 쥐에게서 혈청 중성지질의 증가를 보여주어 식이의 철분부족이 혈중지질대사에 영향을 줄 수 있음을 동물실험을 통해 보여주었다. 특히 철결핍에 따른 고지혈증은 여러 동물실험에 따라 중성지질의 영향을 받는 것으로 보고있는데⁵⁶⁾, 이점에 대해 Bartholmey와 Sherman⁵⁷⁾은 강아지 실험을 통해 β -산화와 에너지 생산을 위해 긴사슬 지방산을 미토콘드리아로 옮기는데 필수적인 carnitine의 영향으로 설명하고 있다. Carnitine의 함성에는 철분이 필요한데 철분 부족시 carnitine의 함량이 떨어지면서 긴사슬 지방산의 수송이 나빠지게 되어 고중성지질혈증이나 지방간의 현상이 생기며 이는 순환계 질환에 영향을 줄 수 있다고 설명하고 있다. 그러나 본 연구에서는 철분의 섭취량 및 혈청중의 철분수준이 혈청지질과 상관관계를 보이지 않았다. 이는 본 조사대상자들의 혈청 철분상태가 철결핍성 빈혈을 일으킬 정도로 심하게 낮지 않았기 때문인 것으로 여겨진다.

본 연구는 단기간에 시행된 것이며 특정지역의 소포본이라는 제한점이 있으므로 앞으로는 오랜기간을 통한 광범위한 조사연구와 아울러 식이내 아연, 구리, 철분의 섭취량 조절을 통한 좀더 계획적인 대사실험이 이루어져야 할 것으로 생각한다.

요약 및 결론

농촌의 성인남녀의 아연, 구리, 철분의 섭취수준, 혈중 농도 및 소변중 배설량과 혈중 지질과의 관계를 알아보기 위하여 농촌에 거주하고 신체 건강한 성인 남녀 30명을 대상으로 신체계측, 3일간의 식이섭취조사, 식이와 소변수거, 혈액채취를 통하여 아연, 구리, 철분의 섭취량, 혈중 농도, 소변중 배설량과 혈청 지질함량을 측정하

고 이들간의 관계를 살펴본 결과를 요약하면 다음과 같다. 1일 평균 아연의 섭취량은 남자가 8.2mg, 여자가 8.4mg으로 한국인 영양권장량과 비교할 때 남녀 각각 54.7%와 70.0%의 섭취수준을 보였으며, 구리의 섭취량은 남녀 각각 3.0mg과 3.7mg이었다. 1일 평균 철분의 섭취량은 남자의 경우 12.7mg으로 권장량의 105.8% 수준이었으며, 여자의 경우에는 20~49세는 13.3mg, 50세 이상은 11.1mg으로 각각 권장량의 73.9%와 92.5%의 섭취비율을 나타냈다. 혈청 콜레스테롤 수준은 남녀 각각 165.9mg/dl와 154.1mg/dl, 중성지질은 119.4mg/dl와 88.2mg/dl, 그리고 HDL-콜레스테롤은 43.7mg/dl와 47.1mg/dl였다. 혈청 아연농도는 남녀 각각 146.0 μ g/dl와 140.6 μ g/dl, 구리농도는 120.3 μ g/dl와 117.3 μ g/dl, 철분함량은 131.1 μ g/dl와 112.2 μ g/dl였다. 평균 혈색소 농도는 남녀 각각 15.1g/dl와 13.1g/dl였으며, 평균 적혈구용적비는 남녀 각각 45.2%와 39.8%로 모든 대상자가 정상기준치 범위안에 있었다. 아연, 구리, 철분의 섭취량, 혈청농도 및 소변중 배설량간의 관계에서 아연의 섭취량과 구리의 섭취량, 구리의 섭취량과 소변중의 구리배설량, 그리고 철분섭취량과 혈청 아연농도 사이에 유의적인 정의 상관을 보였다($p < 0.05$, $p < 0.001$, $p < 0.05$). 아연, 구리, 철분의 섭취량, 혈청농도 및 소변중 배설량과 혈중 지질과의 관계에서 아연 섭취량은 혈청 중성지질 수준과, 혈청 구리농도는 HDL-콜레스테롤 수준과 유의적인 정의 상관을 보였으며($p < 0.05$, $p < 0.05$), 혈청의 아연/구리 비율은 HDL-콜레스테롤 수준과 유의한 부의 상관을 보였다($p < 0.05$).

Literature cited

- 1) 경제기획원 조사통계국. 사망원인 통계연보, 1970-1993
- 2) Keys A. Coronary heart disease in seven countries. *Circulation* 41(Suppl 1) : 11-1211, 1970
- 3) Hostmark AT, Spydevoted O, Lysted E, Eukertseb E. Plasma lipoproteins in rats fed starch, sucrose, glucose or fructose. *Nutr Rep Int* 25 : 161-167, 1982
- 4) Glueck C. Appraisal of dietary fat as a causative factor in atherogenesis. *Am J Clin Nutr* 32 : 2637-2643, 1979
- 5) Van Itallie TB, Hirsch J. Calories : Appraisal of excess calories as a factor in the causation of disease. *Am J Clin Nutr* 32 : 2648-2653, 1979
- 6) Allen KGD, Kleway LM. Hyperlipoproteinemia in rats due to copper deficiency. *Nutr Rep Int* 22 : 295-299, 1980
- 7) Luthringer C, Rayssiguier Y, Gueux E, Berthelot A. Effect of moderate magnesium deficiency on serum lipids, blood pressure and cardiovascular reactivity in nor-

- motensive rats. *Br J Nutr* 59 : 243-250, 1988
- 8) Kannel WB, Dawber TR, Friedman GD, Glennon WE, McNamara PN. Risk factors in coronary heart disease. *Ann Internal Med* 61 : 888, 1964
 - 9) Sandstead H, Klevay L, Mahalko J. Marginal Zn nutrition : Effects of lipid metabolism and plasma zinc. *Am J Clin Nutr* 33 : 944, 1980
 - 10) Johansen H. Lipemia in hemorrhagic anemia in rabbits. *J Biol Chem* 88 : 669-673, 1930
 - 11) Koo SI, Turk DE. Effect of zinc deficiency on intestinal transport of triglyceride in the rat. *J Nutr* 107 : 909-919, 1977
 - 12) Hooper P, Visconti L, Garry PJ, Johnson GE. Zinc lowers high density lipoprotein-cholesterol levels. *JAMA* 244 : 1960-1961, 1980
 - 13) 송미영 · 정연진. 아연 보충이 젊은 여성의 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향. *한국영양학회지* 23(4) : 237-247, 1990
 - 14) Klevay LM, Inman L, Johnson LK, Lowler M, Mahalko JR, Milne DB, Lukoski HC, Bolonchuk W, Sandstead NH. Increased cholesterol in plasma in young man during experimental copper depletion. *Metabolism* 33 : 1112-1118, 1984
 - 15) Leslie M, Klevay SD. Coronary heart disease : The zinc/copper hypothesis. *Am J Clin Nutr* 28 : 764-774, 1975
 - 16) Klevay LM. Hypercholesterolemia in rats produced by an increase in the ratio of zinc to copper ingested. *Am J Clin Nutr* 26 : 1060-1068, 1973
 - 17) 황경숙 · 김미경. 식이내 Zn의 수준과 지방의 종류가 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 17(2) : 145-153, 1984
 - 18) Boggs TR, Morris RS. Experimental lipemia in rabbits. *J Exp Med* 11 : 553-560, 1909
 - 19) Spitzer, JJ. Hemorrhagic lipemia and the production of clearing factor in rabbits. *Circulation* 10 : 611-612, 1954
 - 20) Lewis M, Iammarino RM. Lipemia in rodent iron deficiency. *J Lab Clin Med* 78 : 547-554, 1971
 - 21) 농촌진흥청. 식품성분표(제 4 개정판), 1991
 - 22) 임정남. 식품의 무기성분분석. *식품과 영양* 7(1) : 42-46, 1986
 - 23) Cannan RK. Hemoglobin standard. *Science* 127 : 1376, 1958
 - 24) Allain CC, Poon LS, Chan CSG, Richmond W, Fu PC. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem* 20 : 470-475, 1974
 - 25) Fletcher MJ. A colorimetric method for estimating serum triglycerides. *Clin Chem Acta* 22 : 393-397, 1968
 - 26) Warnick GR, Benderson J, Albers JJ. Dextran sulfate-Mg²⁺ precipitation procedure for quantitation of high density lipoprotein cholesterol. *Clin Chem* 28 : 1379-1388, 1982
 - 27) 김충현. SAS라는 통계상자. 데이터리서치, 서울, p233, 1993
 - 28) 한국영양학회. 한국인 영양권장량(제 6 개정판). 중앙문화진출판사, 서울, p14, 1995
 - 29) NRC. Recommended dietary allowances. National Academy Press, Washington, DC, 1989
 - 30) 박광희 · 박현서. 정상인과 고혈압환자의 식이 calcium 섭취빈도와 혈청의 calcium 수준과 지질조성의 비교. *한국영양학회지* 22(6) : 476-484, 1989
 - 31) 이승교 · 이동태 · 김화남 · 김애정 · 송정자. 일부농촌주부의 무기질 섭취와 혈청지질, 무기질 함량비교. *한국영양학회지* 19(5) : 411-417, 1990
 - 32) 이양자 · 신현아 · 이기열 · 박연희 · 이종순. 한국정상성인의 혈청지질농도, 체질량지수, 혈압 및 식습관과 일상생활 습관과의 관계에 관한 연구. *한국지질학회지* 2 : 41, 1992
 - 33) Sun SH, Chen CC, Lin SJ, Hong CY, Chiang BN, Sun GY. An initial screening of serum lipids and fatty acid profiles of hypertensive and normotensive subjects. *Life Science* 40 : 527-534, 1987
 - 34) Pincherte G, Robinson D. Mean blood pressure and its relation to other factors determined at a routine executive health examination. *J Chronic Dis* 27 : 245-260, 1974
 - 35) Coulton AM, Liu GC, Reaven GM. Plasma glucose, insulin and lipid responses to high-carbohydrate low-fat diet in normal humans. *Metabolism* 32 : 52-66, 1983
 - 36) Borkman M, Cambell LV, Chisholm DJ, Storlien LH. Comparison of the effects on insulin sensitivity of high carbohydrate and high fat diets in normal subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 72 : 432-437, 1991
 - 37) WHO. Nutritional anaemias. Report of a WHO scientific group. WHO Technical Report Series No. 405. World Health Organization, Geneva, 1968
 - 38) 채범석 · 석영진 · 박동수. 원자흡광분석법에 의한 혈청의 Zn의 측정. *한국영양학회지* 4(3) : 1-3, 1971
 - 39) 송정자. 한국여대생의 혈청과 두발중 아연함량에 관한 연구. *한국영양학회지* 17(2) : 137-144, 1984
 - 40) 김애정. 일부지역 농촌부인의 Fe, Cu, Zn 섭취수준 및 혈액성상에 관한 연구. 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, 1988
 - 41) 신소영. 일부지역 농촌노인의 Fe, Cu, Zn에 대한 혈액성상 및 뇨분석에 관한 연구. 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, 1989
 - 42) Hatabo S, Nishi Y, Usui T. Copper levels in plasma and erythrocytes in healthy Japanese children and adults. *Am J Clin Nutr* 35 : 120-126, 1982
 - 43) 임현숙 · 황금희. 일부 농촌지역 부인의 영양상태 및 혈액성상에 관한 연구. *한국영양학회지* 15(3) : 171-180, 1982
 - 44) 채범석. 건강인의 혈청 철, 철결합능 및 transferrin saturation 측정에 관하여. *한국영양학회지* 3(3) : 141-147, 1970

- 45) Reinhold JR, Estrada JG, Garcia PM, Garzon P. Relation of iron by rat intestine in vivo as affected by dietary fiber, ascorbate and citrate. *J Nutr* 116 : 1007-1017, 1986
- 46) Baer MT, Kin JC. Tissue zinc levels and zinc excretion during experimental zinc depletion in young men. *Am J Clin Nutr* 39 : 556-570, 1984
- 47) Janet BS, Craig J, McClain MD. The effect of severe zinc deficiency on serum levels of albumin, transferrin and prealbumin. *Am J Clin Nutr* 34 : 1655-1660, 1981
- 48) Koo SE, Williams DA. Relationship between the nutritional status of zinc and cholesterol concentration of serum lipoproteins in adult male rats. *Am J Clin Nutr* 34 : 2376-2381, 1981
- 49) Lei KY. Cholesterol metabolism in copper deficient rats. *Nutr Rep Int* 15 : 597-605, 1977
- 50) Nielsen FH, Zimmerman TJ, Shulter TR. Interactions among nickel, copper, and iron in rats : Liver and plasma content of lipids and trace elements. *Biol Trace Element Res* 4 : 125-143, 1982
- 51) Reiser S, Smith JC, Mertz W, Holbrook JT, Scholfield DJ, Powell AS, Canfield WK, Canary JJ. Indices of copper status in humans consuming a typical American diet containing either fructose or starch. *Am J Clin Nutr* 42 : 242-245, 1985
- 52) Turnlund JR, Keyes WR, Anderson HL, Acord LL. Copper absorption and retention in young men at three levels of dietary copper by use of the stable isotope ⁶⁵Cu. *Am J Clin Nutr* 49 : 870-878, 1989
- 53) Fischer 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
- 54) Horiuchi Y. Studies on blood fat. II. Lipemia in acute anemia. *J Biol Chem* 44 : 363-379, 1920
- 55) Amine EK, Hegsted DM. Iron deficiency lipemia in the rat and chick. *J Nutr* 101 : 1575-1582, 1971
- 56) Guthrie HA, Froozani M, Sherman AR, Barron GP. Hyperlipidemia in offspring of iron deficient rats. *J Nutr* 104 : 1273-1278, 1974
- 57) Bartholmey SJ, Sherman AR. Carnitine levels in iron-deficient rat pups. *J Nutr* 115 : 138-145, 1985