

일부 학령기 아동의 구리 섭취량 및 구리 영양 상태에 관한 연구: 충남 벽지농촌과 도시간의 비교

김 선 효[§]

공주대학교 외식상품학과

Dietary Copper Intakes and Nutritional Status of Copper in Serum among Elementary Schoolchildren in Chungnam Province in Korea: Comparison between Remote Rural and Urban Areas

Kim, Sun-Hyo[§]

Department of Foodservice Management and Nutrition, Kongju National University, Gongju 314-701, Korea

ABSTRACT

This study is performed to compare the dietary intakes and food sources of copper (Cu) using the database of Cu content developed in this study between the elementary schoolchildren in remote rural areas (RA, $n = 58$, 9.9 ± 1.7 yrs) and those in urban area (UA, $n = 60$, 9.4 ± 1.8 yrs), and to analyze the relationship between serum Cu concentration and serum antioxidant status in the RA. The results obtained in this study were as followings: 1) Dietary intakes of calorie, calcium and iron in the RA were in the 3/5 – 4/5 of the Korean RDA while the UA were similar to or more than the Korean RDA, 7th ed. except iron. 2) More than 273 kinds of food consumed by the subjects were analyzed the content of Cu and database of Cu content were developed in the present study. The mean dietary intake of Cu per day in the RA was 0.99 ± 0.07 mg/d ($170.0 \pm 13.2\%$ of the USA RDA) while it was 1.22 ± 0.07 mg/d ($203.4 \pm 13.1\%$ of the RDA) in the UA. The percentage of dietary intakes of Cu less than 2/3 of the RDA was 8.6% in the RA in comparison to 0% in the UA. 3) The RA and the UA consumed more than 80% of total dietary intakes of Cu from plant foods. Thus, the RA and the UA consumed Cu from cooked rice, vegetables and fruits as a major source. However the RA had less Cu from meat and their products than did the UA ($p < 0.05$). 4) Crab stew including crab and juice was the highest food source of Cu for the total subjects, followed by seasoned bud of aralia, cooked; beef rib meat, roasted; soybean paste soup w/ mallow; and soybean paste soup w/ mallow & beef. Major food source of Cu was similar for the RA and the UA such as cooked rice, vegetables and fruits. 5) Mean concentration of serum Cu in the RA was $18.1 \pm 0.7 \mu\text{M/L}$ that was in the normal value, and all subjects in this group were in more than normal value. In the RA serum Cu concentration related positively with serum ceruloplasmin concentration, serum vitamin C concentration and EC SOD activity, respectively. However, serum Cu concentration did not relate with serum TBARS concentration in the RA. Above results showed that the RA had good status of Cu nutrition based upon dietary intake and serum concentration, however some of the RA had lower intake of Cu than the RDA. The overall children in the UA had good Cu nutrition. Therefore, the subgroup of the RA should be supported to improve their Cu nutrition, and this support could give them better antioxidant status based upon positive relationship between serum Cu concentration and serum antioxidant status in the RA. (Korean J Nutrition 39(4) : 381~391, 2006)

KEY WORDS : copper, dietary intake, food source of Cu, EC SOD, vitamin C, schoolchildren.

서 론

구리는 주로 구리를 포함하는 효소의 형태로 여러가지 산

접수일 : 2006년 2월 24일

채택일 : 2006년 5월 29일

[§]To whom correspondence should be addressed.

E-mail : shkim@kongju.ac.kr

환경원반응에 참여한다. 특히 자유기 (free radicals)의 제거, 연결조직의 합성, 콜레스테롤 대사, 헤모글로빈의 합성, 신경세포의 인지질 형성 및 신경전달물질의 합성 등에 관여한다. 따라서 구리가 부족하면 체내 항산화작용의 감소, 면역기능의 장애, 고콜레스테롤혈증, 심장근육의 이상, 빈혈 등의 현상이 나타난다. 특히 최근에는 체내 산화작용에 따른 세포 손상이 각종 암, 당뇨병, 백내장, 관절염 등의 만성질병과 노화의 원인이 된다는 이론이 제기됨에 따라, 구리의

항산화작용에 대한 관심이 높아, 노인을 비롯한 여러 연령 집단을 대상으로 구리 영양상태와 항산화작용과의 관련성에 대한 연구가 시도되고 있다.^{1~3)}

구리는 항산화작용을 하는 효소인 copper zinc superoxide dismutase (CuZn SOD)의 구성 원소이므로, 구리 섭취가 부족할 때 체내에서 이 효소의 활성도가 저하되는 등 항산화체계가 약화되고 지질과산화물인 thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) 농도 등이 증가하는 것으로 관찰되었다.^{2~4)} SOD는 혈액중의 EC SOD와 함께 세포내의 CuZn SOD 및 manganese (Mn) SOD로 형태로 분포하는데, SOD는 체내에서 superoxide ion을 제거함으로써 산화적 스트레스 반응을 중단시켜 산화적 스트레스를 낮춰주는 작용을 한다.²⁾

체내에서 일어나는 산화작용은 항산화체계에 의해 감소되는데, 항산화체계는 효소적 항산화체계와 비효소적 항산화체계로 구성되어 있다. 효소적 항산화체계는 위의 CuZn SOD 와 Mn SOD 이외에 selenium glutathione peroxidase (Se-GSH-Px), glutathione reductase (GSH-Red) 및 catalase 등의 효소에 의해 이루어져 있다. 또 비효소적 체계는 비타민 C, tocopherol, β-carotene, urate 등으로 이루어져 있는데, 이들 비효소적 체계에 속한 물질들은 체내의 산화적 부담이 증가하면 그 농도가 감소하는 것으로 알려졌다.⁵⁾ 예를 들어 비타민 C는 체내에서 산화적 스트레스가 증가할 때 반감기가 줄어드는 등에 의해 혈청의 비타민 C 농도가 감소하는 것으로 관찰되었다.^{6~8)}

구리는 비교적 여러 식품에 들어 있기는 하나 그 함량은 식품에 따라 많은 차이가 있다. 가장 우수한 구리 급원 식품은 조개류, 견과류, 종실류, 두류, 곡류의 겨부분과 배아 부분, 동물의 간을 포함하는 장기 등이다.¹⁾ 도정한 곡류 및 채소류는 위의 식품들에 비해 적은 양의 구리를 포함하고 있을 뿐 아니라, 이들 식품에 포함되어 있는 피티산 (phytic acid)과 식이섬유질은 이들과 함께 섭취한 식사 중에 들어있는 구리의 체내 이용률을 낮출 수 있을 것으로 보고 있다. 그리고 구리는 인체의 소장에서 흡수된 후 간으로 가서 ceruloplasmin (Cp)에 포함된 후 Cp 형태로 간에서 방출되어 혈액을 타고 조직으로 운반되는 대사과정을 거치므로, 구리 섭취량이 높아지면 혈청 Cp 농도도 높아진다.¹⁾

한국인의 구리 섭취 상태를 조사한 연구에서, 그동안 구리에 대한 우리나라 권장량이 설정되지 않아 미국인의 권장량과 비교시 대부분의 대상자가 구리를 적절하게 섭취하는 것으로 나타났으나,⁹⁾ 여중생,¹⁰⁾ 성인 여자 및 노인¹¹⁾을 대상으로 한 연구에서 평균 섭취량이 각각 1.37 mg/d, 0.88 mg/d으로 권장량보다 낮게 나타났다. 그러나 이러한 구리 영양

실태 보고는 구리에 대한 식품분석표의 자료가 미흡하여 부분적으로 조사된 자료이므로, 보고된 섭취량이 정확한 자료라고 보기는 어렵다.

구리 영양 상태에서 가장 큰 제한점은 인체내의 구리 수준을 정확하게 나타내는 신뢰할만한 척도가 미비하다는 것이다. 가장 많이 사용되는 구리 영양 평가 지표는 혈청 구리 농도와 Cp 농도를 측정하는 것이다. 그러나 이들 척도는 체내 구리 영양 상태를 반영하기는 하나, 감염, 흡연, 피임약 등의 조건에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 그외에도 hematocrit, hemoglobin, red cell morphology, white cell count, hair copper 등이 구리 영양 평가를 위해 사용될 수 있으나, 이들 척도들은 다른 척도들과 함께 해석되어야 한다. 한편 구리의 인체 수준을 나타내는 좋은 척도로서 최근에는 extracellular (EC) SOD 활성도나 혈청 diamine oxidase 등의 구리를 포함하는 효소들의 활성도를 측정하는 것이 제안되었다.^{1,9,12)}

한편 학동기는 신체적 성장과 함께 정서적 성숙이 이루어지는 시기로서, 이 시기의 영양 섭취 상태는 아동기동안의 심신 발달은 물론 그 후의 청소년기와 성인기의 건강에 중요한 기초가 된다.¹³⁾ 따라서 학동기에 좋은 식습관을 바탕으로 한 균형잡힌 영양 상태를 유지해야만 한다. 아동의 영양 상태는 거주지에 따라 차이가 있어, 벽지농촌 아동의 영양 상태는 가정 경제의 어려움, 식생활 관리자인 어머니가 과중한 농업 활동에 참여함에 따른 식생활 관리를 위한 체력과 시간 부족, 어머니의 영양 지식 부족, 식품 구입의 불편함 등 때문^{14~16)}에 도시 아동보다 불량한 것으로 조사되었다.^{17,18)}

벽지농촌 아동은 도시 아동에 비해 열량, 단백질 등의 다량 영양소보다는 무기질, 비타민과 같은 미량 영양소 섭취량이 낮기 쉽다.^{18,19)} 특히 구리는 아동에게 약간 부족한 상태 (marginal amounts)로 섭취하기 쉬운 영양소인데,^{1,2)} 지역에 따라 개발도상국가의 사회경제적 수준이 낮거나 중간 정도인 가정에 속한 아동은 구리의 우수한 급원인 조개류, 간을 비롯한 동물의 내장 등의 섭취가 부족하기 때문에 구리 섭취가 부족한 위험 집단으로 보고 있다.^{20,21)} 우리나라의 경우 아동을 비롯한 생애주기별 구리 영양 상태를 보고한 자료가 많지 않으며,^{21~25)} 식품 내 구리 함량에 대한 자료가 제한되어 있어, 아동의 구리 영양 상태를 객관적으로 평가하기 어렵다.

특히 벽지농촌 아동의 경우 식물성 식품 위주의 식사를 하는 경향이어서 약한 정도의 구리 결핍이 만연되어 산화적 손상을 가져올 수 있는 것으로 여겨짐에도 불구하고, 벽지농촌 아동의 식이를 통한 구리 섭취량 및 체내 구리 영양 상태와 산화작용간의 관계를 분석한 연구는 거의 없다. 따라

서 본 연구는 벽지농촌 아동의 구리 섭취량과 구리 급원 식품이 도시 아동과 어떻게 차이가 있는지를 본 연구에서 개발한 구리 database (DB)를 이용해 비교해보고, 벽지농촌 아동의 구리 섭취량과 혈청 항산화 상태간의 관련성을 분석하고자 시도되었다.

연구방법 및 재료

1. 연구대상자

본 연구는 설문 조사, 식이 조사 및 혈액 분석으로 이루어졌으며, 각 연구마다 연구대상자의 선정은 다음과 같은 방식으로 이루어졌다. 본 연구에서는 식이 조사에서 보고된 식품을 준비하여 구리 함량을 분석한 후 DB를 제작하여 구리 영양 상태를 평가하고, 혈액 중 항산화 지표를 분석하였다.

1) 기초환경 조사대상자

기초환경 파악용 설문 조사를 위한 대상자 중 벽지농촌군 (rural area: RA)은 충남 천안시에 소재하면서 교육인적자원부에서 벽지농촌초등학교로 분류한 면 단위 초등학교^{26,27)} 중 6개 학교를 선정하여, 이들 학교에 재학 중인 1~6학년 남녀 아동 (7~12세) 모두를 대상자로 하였다. 그러나 한 가정에서 두 자녀 이상이 조사 대상 초등학교에 함께 재학 중일 때는 이 중 한 명만을 선정하여 조사를 실시하였다. 도시군 (urban areas: UA)은 천안시내 중심부에 위치한 5개 학교 중 1개 학교를 무작위로 선정한 다음, 해당 학교의 각 학년에서 2개 반을 무작위로 선정하여 조사를 실시하였다.

이 결과 기초환경 조사의 초기에 벽지농촌군에서 467명과 도시군 600명을 합해 총 1,067명이 선정되었는데, 조사에 응하기를 원하지 않은 아동 ($n = 153$)과 설문지에 충실히 대답하지 않은 아동 ($n = 247$)을 제외하고, 벽지농촌군 (9.9 ± 1.7 세)에서 318명과 도시군 (9.4 ± 1.8 세)에서 349명 아동으로부터 얻은 설문지가 통계 처리되었다. 통계 처리된 아동의 학년은 1~6학년이 고르게, 성별은 남녀가 비슷한 비율로 구성되었다. 따라서 조사 초기에 선정된 아동 중 86%가 본 설문 조사에 응했으며, 설문 조사에 응답한 아동 중 73%가 통계 처리되었다.

본 연구에서 선정된 벽지농촌군의 초등학교가 속해 있는 면 지역의 평균 인구수는 5,682명/면이며, 평균 면적은 $60 \text{ km}^2/\text{면}$ 인 것으로 나타났다. 부모의 직업은 작은 규모의 농업이나 축산업에 종사하는 경우가 대부분이며, 연평균 소득이 1,500 만원인 것으로 조사되었다. 또 벽지농촌군에 속해 있는 각 면에는 초등학교가 한 개씩 있으며, 초등학교의 전체학생수는 학교별로 100명 미만인 것으로 나타났다. 따라서 본 연

구에서 선정된 벽지농촌군은 전형적인 벽지농촌의 특성을 갖고 있다고 볼 수 있었다. 한편 도시군의 경우는 시부에 거주하는 인구가 440,000명이며, 시부 면적은 636 km^2 이었다. 부모의 직업은 공무원, 상업, 사업 등에 종사하는 경우가 대부분이며, 연평균 3,000만원으로 조사되었다. 또 시 중심부에 초등학교가 5개 분포하고 있으며, 한 학교당 전체학생수가 1,000명 이상이었다.²⁸⁾ 따라서 본 연구에서 선정된 도시군은 도시로서의 전형적인 특성을 갖고 있다고 볼 수 있었다.

2) 식이 조사대상자

식이 조사를 위한 대상자는 벽지농촌군과 도시군의 기초환경 조사대상자를 저학년군 (1~3학년)과 고학년군 (4~6학년)으로 다시 세분한 후, 지역별로 각 학년군에서 30명씩을 무작위로 선정하였다. 따라서 벽지농촌군과 도시군에서 각각 60명씩의 대상자가 선정되어 총 120명으로 구성되었는데, 이들 중 2명의 대상자가 조사에 응하지 않아 118명 (RA: $n = 58$, UA: $n = 60$)의 식이 조사 결과를 바탕으로 통계 처리를 실시하였다. 따라서 처음에 선정된 식이 조사 대상자의 참여율과 통계처리율은 각각 98%이었다.

3) 혈액 분석 대상자

식이 조사대상자 전원을 대상으로 혈액 분석을 시도하고자 하였으나, 도시군의 경우 부모의 동의를 얻을 수 없어 혈액을 채취할 수 없었으며, 벽지농촌군의 58명 아동만을 대상으로 실시하였다.

2. 연구방법

1) 기초환경 조사

아동의 영양 상태와 주요하게 관련된다고 볼 수 있는 가정의 주요 연수입과 주수입원, 부모의 교육 수준, 조사대상자의 성별과 학년 등을 알아보기 위한 문항으로 간단하게 구성하여, 해당 학교 교사의 도움을 받아 조사를 실시하였다.

2) 식이 조사

식이 조사는 주중 2일과 주말 1일을 포함하여 총 3일동안 24시간 기억법에 의해 실시한 후, 개인 별로 식이 조사기간이 끝나자 마자 면접을 실시해 정확한 음식명과 섭취량 등을 최종 결정하였다. 식이 조사를 실시하기 전에 조사대상자에게 가정에서 흔히 사용되고 있는 음식별 전형적인 그릇과 음식 모형, 간식의 경우는 실물을 보여주면서 식이 조사에 대한 사전 교육을 실시하였다. 만일 식이 조사 기간동안 섭취한 음식의 종류가 평소와 다른 경우 식이 조사 기간을 연장하여 조사를 실시하였다.

점심 식사의 경우 학교 급식을 공급 받았으므로, 해당 학교 영양사의 도움을 받아 조사 당일의 메뉴, 레서피, 일반적인 섭취량 등에 대해 자료를 얻었다. 조사대상자가 기입한 점심 식사를 통해 섭취한 음식별 섭취량과 영양사가 제시한 평균 섭취량에 대한 일치도가 95% 이상으로 나타나, 조사 대상자의 점심 식사에 대한 기록이 정확하다고 볼 수 있었다. 영양소 분석은 한국영양학회에서 개발한 CAN (computer aided nutritional analysis program) 프로그램을 이용하여 이루어졌으며, 일반적인 영양소 섭취량은 7~12세 남녀 아동의 한국인 영양권장량²⁹⁾과 비교되었으며, 구리 섭취량은 본 연구 실시 당시 한국인 권장량이 설정되지 않아 국민인의 권장량¹²⁾과 비교되었다.

3) 혈액 분석

조사 대상 아동의 혈액은 아침 식사를 하지 않은 상태로 등교한 직후 전문 임상병리사의 도움으로 팔에서 채취한 후, 바로 $1,700 \times g$, 4°C 에서 20분간 원심 분리를 실시하여, 혈청을 분리한 후 분석시까지 -70°C 에 보관하였다. 혈청은 구리 농도, Cp 농도, EC SOD (EC 1.15.1.1) 활성도, 비타민 C 농도 및 thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) 농도를 측정하는 데에 사용하였다.

혈청의 구리 농도는 혈청을 1N HNO_3 로 희석시킨 후 inductively coupled argon plasma-atomic emission spectrophotometry (ICAP-AES, Trace Scan ICP; Thermal-Jarrell Ash Corp., Franklin, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 혈청의 Cp 농도는 Schosinsky 등의 방법³⁰⁾에 의해 비색 정량하여 구해졌다. EC SOD 활성도는 Paik 등³¹⁾의 방법으로 분석하였다. 혈청의 비타민 C 농도는 Hewlett-Packard 1090 II/M high performance liquid chromatograph (inner diameter: 100 mm \times 3.2 mm ID, 3 μM particle size column) 이용해 분석한 후 표준값과 비교하여 구하였다.³²⁾ 혈청의 TBARS 농도는 fluorometric method를 이용해 비색 정량하였으며, TBARS 값은 malondialdehyde (nm)/serum (mL)으로 나타내었다.³³⁾

4) 식품 중 구리 함량 분석

본 연구의 대상자가 섭취한 음식 및 식품의 종류는 총 273 종이었으며, 이들을 대상으로 구리 함량을 분석하였다. 이들 음식 및 식품을 종류별로 보면 곡류 및 그 제품 (grain and their products) 31종, 밀가루 및 그 제품 (wheat flour products) 54종, 감자, 전분 및 그 제품 (potato, starch and their products) 10종, 두류, 견과류 및 그 제품 (legume, seed and their products) 12종, 김치 및 익히거나 날 것 상태의 채소 음식 (Kimchi and boiled or raw vegetables)

49종, 채소를 넣은 뜨거운 국 종류 (vegetable hot soup) 8종, 버섯 음식 (mushroom foods) 3종, 과일 및 그 제품 (fruits and their products) 19종, 해조류와 그 제품 (seaweed and their products) 5종, 사탕, 조미료, 소다 및 차를 포함하는 기타 제품 (others including candy, seasoning, soda and tea) 11종, 육류 및 그 제품 (meat and their products) 30종, 달걀 음식 (egg) 3종, 생선, 조개 및 그 제품 (fish, shell and their products) 30종 및 우유 및 유제품 (milk and their products) 8종이 포함되어 있다.

조리된 음식의 경우 조리법은 한국영양학회 부설 영양정보센터에서 제시한 대표음식조리법³⁴⁾에 의해 일인분 분량으로 조리하였으며, 과자, 빵, 캔디, 소다, 주스, 차, 우유 및 유제품과 같은 가공식품 (cookie, bread, candy, soda, juice tea and milk and their products, n = 74)의 경우는 대표 브랜드를 대형 수퍼 마켓에서 구입하여 시료로 사용하였다. 과일은 분석 1주일 전에 구입하여 냉동시켰다. 모든 음식과 식품은 플라스틱 용기에 담아 -80°C 에서 분석시까지 보관하였다.

시료 중의 구리 농도는 wet-technique에 의해 다음과 같이 분석하였다. 우선 시료 5 g을 lyophilizer를 이용해 냉동 건조시킨 후, 건조된 시료에 16M nitric acid를 5 mL 넣고 하루 밤 동안 cold digestion시켰다. 그 후 digested된 시료를 100°C hot plate에서 16M nitric acid의 부피가 약 1 mL정도 될 때까지 농축시킨 후, 0.1N HNO_3 로 시료의 구리 함량에 따라 적절히 희석시킨 다음, 혈청의 구리 분석에 사용된 ICAP-AES를 이용해 식품 중의 구리 농도를 분석하였다. ICAP-AES로 시료를 분석하는 동안 각 음식이나 식품군별로 NBS (National Bureau of Standards)의 bovine liver를 이용해 표준값 (standard value)을 확인하였으며, 시료 10개마다 quality control을 check하였다.

본 연구에서 분석된 식품 중의 구리 함량은 Korean food composition database²⁹⁾ 및 미국 농무성 (USDA)의 food composition database³⁵⁾와 비교를 실시하였는데, 이들 값 간에 편차가 크지 않아, 본 연구에서 분석된 식품 중 구리 DB에 대한 객관성을 인정할 수 있었다.

5) 통계 처리

조사대상자의 구리 섭취량은 본 연구에서 만든 구리 DB와 식이 조사 결과 얻어진 개인별 각 식품의 평균 섭취량을 이용해 구하였다. 이 작업을 단순화시키기 위해 전산전문가에 의해 자체 개발된 프로그램이 사용되었다.

구리 섭취량에 대한 평균 및 평균표준오차 (standard error of the mean: SEM)가 계산되었다. 벽지농촌군과 도시군의 구리 및 일반 영양소의 섭취량을 비교하기 위해 t-test를

실시하였으며, 두군간의 기초가정환경 차이를 비교하기 위해 χ^2 -test를 실시하였다. 또한 구리 섭취량, 혈청 구리 농도, 혈청 Cp 농도, EC SOD 활성도, 혈청 비타민 C 농도 및 혈청 TBARS 농도들 중, 두 변수들씩 짹지어 이들간의 관계를 분석할 때는 simple regression을 실시하였다. 본 연구에서 실시한 모든 통계는 SPSS (statistical package for social science, version 10.0)³⁶⁾와 StatView 4.1 (Abacus Concepts Inc., Berkeley, CA, USA) 프로그램을 이용해 이루어졌다.

결과

1. 일반 환경

전체대상자 중 벽지농촌군은 47.7%, 도시군은 52.3%로 구성되어 있었다 (Table 1). 조사 대상 아동의 연령은 두 군 모두 7~12세의 연령 분포를 갖고 있으며, 두군간에 평균 연령이 같았다. 조사대상자 가정의 주요 수입원으로 벽지농촌군은 농업이 가장 많고 그 다음이 월급으로 나타났으나, 도시군은 월급이 가장 많고 그 다음이 사업에 의한 수

Table 1. General characteristics of subjects

Variable	Rural area	Urban area	Total	Significance
Major source of family income				χ^2 -test ***
Farm	160 ¹⁾ (50.3) ²⁾	5 (1.4)	165 (24.7)	
Monthly salary	94 (29.6)	243 (69.7)	337 (50.6)	
Private business	60 (18.9)	101 (28.9)	161 (24.1)	
Others	4 (1.2)	0 (0.0)	4 (0.6)	
Education level of father				—
Less than junior high school	104 (32.7)	2 (0.6)	106 (15.9)	
Senior high school	149 (46.9)	101 (28.9)	250 (37.5)	
More than college	48 (15.1)	245 (70.2)	293 (43.9)	
No father at home	17 (5.3)	1 (0.3)	18 (2.7)	
Education level of mother				***
Less than junior high school	123 (38.7)	8 (2.3)	131 (19.6)	
Senior high school	153 (48.1)	185 (53.0)	338 (50.7)	
More than college	28 (8.8)	156 (44.7)	184 (27.6)	
No mother at home	14 (4.4)	0 (0.0)	14 (2.1)	
Total	318 (47.7) ³⁾	349 (52.3)	667 (100.0)	
Age of subjects (years of age)				t-test NS
Mean	9.9 ± 1.7 ⁴⁾	9.4 ± 1.8		
Range	7 – 12	7 – 12		

¹⁾ Number of subjects

²⁾ Percentage of the subtotal within the column

³⁾ Percentage of the total

⁴⁾ Mean ± SEM

***: p<0.001

NS: Not significant by the t-test at $\alpha = 0.05$

—: χ^2 -test was not performed as the cell containing less than 5 subjects was more than 20% of total cells.

Table 2. Dietary nutrient intakes and their ratio of the RDA

Nutrient	RDA ¹⁾	Daily intakes		Percentage of the RDA	
		Rural area (n = 58)	Urban area (n = 60)	Rural area (n = 58)	Urban area (n = 60)
Energy (kcal/d)	1,800 – 2,200	1,522.7 ± 49.9 ^{2)***}	1,932.3 ± 62.6	78.3 ± 2.5***	99.0 ± 3.0
Protein (g/d)	40 – 55	52.5 ± 1.9***	69.9 ± 2.4	110.7 ± 4.0***	149.7 ± 5.7
Calcium (mg/d)	700 – 800	386.7 ± 18.2***	685.3 ± 24.3	51.5 ± 2.3***	94.0 ± 3.3
Iron (mg/d)	10 – 16	8.1 ± 0.3*	9.4 ± 0.3	61.6 ± 4.2*	82.3 ± 3.8
Vitamin A (μ g RE/d)	500 – 600	704.3 ± 52.0*	882.6 ± 70.4	129.5 ± 10.2*	161.8 ± 12.4
Vitamin B ₂ (mg/d)	1.1 – 1.3	0.9 ± 0.1 ^{NS}	3.3 ± 1.6	78.9 ± 3.9***	285.4 ± 148.6
Vitamin C (mg/d)	60 – 70	59.1 ± 4.3 ^{NS}	69.1 ± 4.3	93.8 ± 6.5 ^{NS}	106.1 ± 6.4

¹⁾ Korean recommended dietary allowances (RDA) (2000)²⁸⁾ for males and females 7 – 12 years

²⁾ Mean ± SEM

*: p<0.05, ***: p<0.001

NS: Not significant by the t-test at $\alpha = 0.05$

Table 3. Dietary copper intakes and their ratio of the RDA

Variable	RDA ¹⁾ (mg/d)	Daily intakes (mg/d)		Percentage of the RDA	
		Rural area	Urban area	Rural area	Urban area
Lower grade		0.87 ± 0.16 ^{2)NS}	1.15 ± 0.09	184.47 ± 36.22 ^{NS}	204.68 ± 33.59
Male	0.44 – 0.7	(n = 15)	(n = 15)		
Female	0.44 – 0.7	0.89 ± 0.09 ^{NS}	1.04 ± 0.12	181.63 ± 22.59 ^{NS}	227.42 ± 28.20
Mean		0.88 ± 0.09 ^{NS}	1.10 ± 0.07	183.10 ± 21.12 ^{NS}	216.05 ± 21.63
Upper grade		0.98 ± 0.10*	1.44 ± 0.18	139.52 ± 14.13*	205.06 ± 25.07
Male	0.7	(n = 15)	(n = 15)		
Female	0.7	1.23 ± 0.20 ^{NS}	1.24 ± 0.11	175.38 ± 28.80 ^{NS}	176.53 ± 45.61
Mean		1.10 ± 0.11 ^{NS}	1.34 ± 0.10	156.83 ± 15.91 ^{NS}	190.79 ± 14.92
Total subjects		0.99 ± 0.07*	1.22 ± 0.07	169.97 ± 13.22 ^{NS}	203.42 ± 13.13
		(n = 58)	(n = 60)		

¹⁾ USA · Canadian dietary reference intake for copper (2001)¹²⁾ for males and females 7 – 12 years of age as there was no Korean RDA, 7th ed. for copper

²⁾ Mean ± SEM

*: p < 0.05

NS: Not significant by the t-test at $\alpha = 0.05$

입으로 나타나, 두군간에 차이가 있었다 ($p < 0.001$). 조사 대상 아동 아버지의 학력은 벽지농촌군에서는 고졸 이하가 대부분이나, 도시군은 대졸 이상이 대부분이었다. 어머니의 학력도 벽지농촌군은 고졸 이하가 대부분이나, 도시군은 고졸 이상이 대부분으로 나타났다 ($p < 0.001$).

2. 영양소 섭취량

평균 열량 섭취량은 벽지농촌군은 같은 연령에 속하는 한국인 영양 권장량²³⁾의 78.3%로 낮으며, 도시군은 권장량 수준으로 섭취하였다 ($p < 0.001$) (Table 2). 단백질 섭취량은 벽지농촌군이 도시군보다 낮으나 ($p < 0.001$), 두군 모두 권장량 이상으로 섭취하였다. 칼슘 섭취량은 벽지농촌군은 권장량의 51.5% 수준으로 낮으나, 도시군은 권장량과 거의 같은 수준이었다 ($p < 0.001$). 철 섭취량은 두군 모두 권장량보다 낮으나, 벽지농촌군이 도시군보다 낮았다 ($p < 0.05$). 비타민 A, 비타민 B₂ 및 비타민 C 섭취량은 두군 모두 권장량과 비슷하거나 그 이상으로 나타났다.

3. 구리 섭취량

벽지농촌군과 도시군에서 하루 평균 구리 섭취량은 두군 모두 저학년과 고학년 남녀에서 권장량¹²⁾보다 높았다 (Table 3). 그러나 구리 섭취량이 권장량에 미달되는 비율은 벽지농촌군이 도시군보다 높았다 (Fig. 1). 즉 권장량의 2/3 미만 수준인 66% 미만으로 섭취하는 비율과 66~100% 범위 섭취 비율이 벽지농촌군은 각각 8.6%와 10.4%인 것에 비해, 도시군은 0%와 3.3%로 나타났다.

4. 주요 구리 급원 식품

조사 대상 아동이 섭취한 식품을 분석하여 만들어진 DB

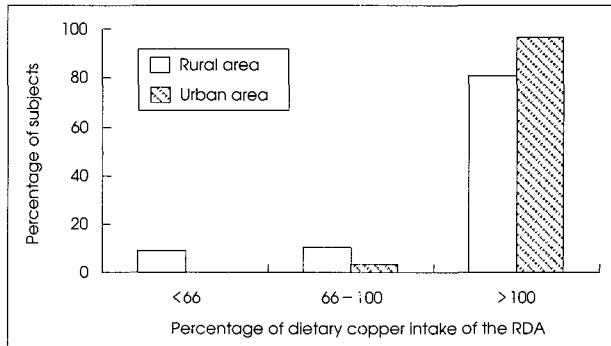


Fig. 1. Distribution of the percentage of dietary copper intakes to the RDA¹²⁾ in the RA and the UA.

를 적용해 구리의 주요 급원 식품을 평가한 결과, Table 4 와 같이 벽지농촌군과 도시군 모두 식물성 식품으로부터 총 구리섭취량의 80% 이상을 섭취하였다. 식품군별로 구리의 급원을 보면, 벽지농촌군에서는 채소군으로부터 가장 많이 구리를 섭취해 총구리 섭취량의 25.6%를 섭취하며, 그 다음으로 곡류와 그 제품 (25.5%), 과일 및 그 제품 (15.2%) 두류, 종실류 및 그 제품 (12.8%) 순으로 높았다. 도시군의 경우도 채소군으로부터 가장 많이 구리를 섭취해 총구리 섭취량의 27.6%를 섭취하며, 그 다음이 곡류 및 그 제품 (25.5%) 과일 및 그 제품 (14.9%), 육류 및 그 제품 (9.1%)의 순으로 높았다. 특히 육류 및 그 제품을 통한 구리 섭취량은 두군간에 차이가 있어, 벽지농촌군이 도시군보다 유의적으로 낮았다 ($p < 0.05$). 해조류 및 그 제품, 달걀, 기타 식품 (사탕, 조미료, 소다, 차 등) 등으로부터 섭취하는 구리는 두군에서 각각 총구리섭취량의 3.0% 이하를 차지해, 이들 식품 군은 구리 급원 식품으로서 기여도가 낮았다.

조사 대상 아동이 섭취한 음식과 식품 중에서 100 g당 구리를 가장 많이 함유하고 식품은 Table 5에서처럼 꽃게찌개 (꽃게와 국물포함, crab stew)이며, 그 다음이 두릅나물 (seasoned bud of aralia, cooked), 쇠고기 갈비살 구이 (beef rib meat, roasted), 아옥국 (soybean paste soup w/ mallow), 쇠고기국물 아옥된장국 (soybean paste soup w/ mallow & beef), 두부부침 (pan-fried soybean curd),

갑오징어 숙회 (steamed squid) 등의 순으로 나타났다. 이들 음식이나 식품을 통한 구리 섭취 비율은 벽지농촌군과 도시군간에 차이가 있어, 벽지농촌군은 두부새우젓국 조림 (soybean curd & salt fermented shrimp soup)으로부터 구리를 가장 많이 섭취하며, 그 다음으로 수박 (watermelon, raw), 검은 콩밥 (cooked rice w/ black beans), 흰 맵쌀밥 (cooked rice), 시금치 나물 (seasoned spinach,

Table 4. Copper content of each food group and its contribution to daily total dietary copper intake of subjects

Food group	Cu content (mg/100 g)	Food intake (g/day)		% total food intake		% total Cu intake	
		Rural area	Urban area	Rural area	Urban area	Rural area	Urban area
Grain & their products	0.26	223.3 ± 12.1 ^{1)*}	290.4 ± 17.8	28.8 ± 1.3**	23.5 ± 1.0	25.5 ± 0.4 ^{NS}	25.5 ± 0.3
Wheat flour products	0.14	137.7 ± 11.1**	88.2 ± 10.0	16.7 ± 1.5***	6.7 ± 0.8	7.1 ± 0.1 ^{NS}	5.7 ± 0.0
Potato, starch & their products	0.20	11.6 ± 5.0*	38.6 ± 7.0	1.2 ± 0.5*	3.2 ± 0.6	0.7 ± 0.0 ^{NS}	3.0 ± 0.2
Legume, seed & their products	0.72	36.5 ± 4.6***	7.3 ± 1.6	4.7 ± 0.7***	0.6 ± 0.1	12.8 ± 0.7 ^{NS}	2.6 ± 0.1
Vegetable	0.54	101.4 ± 6.9 ^{NS}	118.1 ± 8.5	13.2 ± 0.9**	9.7 ± 0.7	25.6 ± 0.1 ^{NS}	27.6 ± 0.1
Fruit & their products	0.38	123.1 ± 27.3 ^{NS}	107.7 ± 9.5	8.4 ± 1.6 ^{NS}	8.8 ± 0.7	15.2 ± 0.5 ^{NS}	14.9 ± 0.4
Seaweed & their products	0.21	16.4 ± 1.8**	10.0 ± 1.3	1.9 ± 0.2***	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.1 ^{NS}	0.5 ± 0.1
Others	0.17	9.1 ± 2.4 ^{NS}	17.1 ± 3.6	0.9 ± 0.3 ^{NS}	1.5 ± 0.4	0.3 ± 0.0 ^{NS}	1.1 ± 0.1
Meat & their products	0.25	28.9 ± 5.0***	102.8 ± 7.7	3.2 ± 0.6***	8.6 ± 0.7	2.6 ± 0.0*	9.1 ± 0.1
Egg	0.22	24.7 ± 2.9 ^{NS}	17.5 ± 2.3	3.2 ± 0.5**	1.5 ± 0.2	2.5 ± 0.5 ^{NS}	1.5 ± 0.2
Fish, shell & their products	0.44	34.3 ± 4.7 ^{NS}	35.4 ± 4.0	4.3 ± 0.7 ^{NS}	2.9 ± 0.4	5.5 ± 0.1 ^{NS}	5.2 ± 0.1
Milk & their products	0.03	123.5 ± 11.2***	397.7 ± 22.2	13.5 ± 1.2***	32.1 ± 1.1	1.3 ± 0.4 ^{NS}	3.3 ± 1.0
Subtotal plant foods	0.33	659.1 ± 38.4 ^{NS}	677.5 ± 35.4	75.8 ± 1.5***	54.9 ± 1.2	88.2 ± 0.1 ^{NS}	80.8 ± 0.1
Subtotal animal foods	0.23	211.4 ± 15.4***	553.3 ± 28.8	24.2 ± 1.5***	45.1 ± 1.2	11.8 ± 0.1 ^{NS}	19.2 ± 0.1
Total foods	0.28	870.6 ± 47.0***	1230.8 ± 58.6	100	100	100	100

¹⁾ Mean ± SEM*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001, NS: Not significant by the t-test at $\alpha = 0.05$ **Table 5.** Rank of food containing copper and major food items contributing to copper intake of subjects

Rank	Food	Cu content (mg/100 g)	Major food items for Cu intake		
			Rural area	% of total Cu intake	Urban area
1	Crab stew	2.83	Soybean curd & salt-fermented shrimp soup	8.39	Grape, raw
2	Seasoned bud of aralia, cooked	2.22	Watermelon, raw	7.87	Cooked rice
3	Beef rib meat, roasted	1.96	Cooked rice w/ black beans	7.21	Cooked rice w/ black noodle sauce paste type (Tcha Jang)
4	Soybean paste soup w/ mallow	1.75	Cooked rice	6.67	Soybean paste soup
5	Soybean paste soup w/ mallow & beef	1.30	Seasoned spinach, cooked	5.78	Cooked rice w/ black beans
6	Pan-fried soybean curd	1.26	Chinese cabbage Kimchi	5.28	Chinese cabbage Kimchi
7	Steamed squid	1.20	Cooked rice w/ red beans	5.00	Bean sprout soup
8	Squid soup	1.16	Hand made noodles in broth w/ sliced potato	3.33	Banana, raw
9	Tomato, raw	1.11	Cooked rice w/ black non-glutinous rice	2.69	Lettuce, raw
10	Banana, raw	1.11	Kimchi stew	2.46	Beef soup w/ seasoned red pepper sauce
11	Lettuce, raw	1.08	Soybean paste soup	2.37	Cow's milk, whole fluid (Seoul milk Co. Ltd.)
12	Soybean paste soup w/ soybean curd	1.04	Melon, raw	2.25	Apple, raw
13	Squid & radish soup	1.03	Cherry tomato, raw	2.10	Kimchi stew

cooked), 배추김치 (Chinese cabbage Kimchi), 팔맵쌀밥 (cooked rice w/ red beans) 등의 순이었다. 이에 비해 도시군은 포도 (grape, raw)로부터 구리를 가장 많이 섭취하며, 그 다음으로 흰멥쌀밥 (cooked rice), 짜장밥 (cooked rice w/ black noodle sauce paste type, Tcha Jang), 된장국 (soybean paste soup), 검은콩밥 (cooked rice w/ black beans), 배추김치 (Chinese cabbage Kimchi), 콩나물국 (bean sprout soup) 등의 순이었다.

5. 혈청 구리 영양 상태와 항산화 지표간의 관계

벽지농촌군에서 평균 혈청 구리 농도는 $18.13 \pm 0.66 \mu\text{M/L}$ 로 정상 수준 ($10\sim24.6 \mu\text{g/mL}$)¹¹이며, 정상 수준 범위 중 최소값인 $10 \mu\text{g/mL}$ 이하에 해당되는 대상자는 없었다. 그리고 조사대상자의 혈청 구리 농도 분포는 Fig. 2와 같이 $10\sim14 \mu\text{M/L}$ 범위에 해당되는 경우가 전체대상자의 16.7%, $14\sim17 \mu\text{M/L}$ 범위는 29.2%, $17\sim20 \mu\text{M/L}$ 범위는 31.2%, $20\sim30 \mu\text{M/L}$ 범위는 22.9%로 나타났다. 벽지농촌군에서 식이 구리 섭취량과 혈청 구리 농도간에는 관계 ($Y = -0.1961X + 18.32, R^2 = 0.0006$)가 없는 것으로 나타났다. 그러나 혈청 구리 농도와 혈청 Cp 농도간에는 Fig. 3과 같이 양의 상관관계 ($Y = 3.533X + 17.841, R^2 = 0.3864$)를 갖는 것으로 나타나, 혈청 구리 농도가 높을 때 혈청 Cp 농

도도 높았다. 혈청 구리 농도와 EC 활성도 ($Y = 0.0994X + 8.0455, R^2 = 0.0091$), 혈청 구리 농도와 혈청 비타민 C 농도 ($Y = 0.0127X + 0.7451, R^2 = 0.0189$)간에는 각각 양의 상관관계를 갖는 경향이었다. 이밖에 혈청 구리 농도와 혈청 TBARS 농도 ($Y = 0.0048X + 1.0354, R^2 = 0.0098$)간에는 관계가 없는 것으로 나타났다.

고 칠

본 연구에서 벽지농촌군 아동의 식이를 통한 열량, 칼슘, 철의 섭취량은 권장량²⁹의 3/5~4/5 수준으로 낮으며, 도시군 아동은 철을 제외한 나머지 영양소가 권장량 수준이거나 그 이상으로 나타나 벽지농촌군과 대조적이었다. 식이를 통한 평균 구리 섭취량은 벽지농촌군이 도시군보다 유의적으로 낮으나 ($p < 0.05$), 두군 모두 권장량 이상으로 섭취하였으며, UL (tolerable upper levels, 3~5 mg/d)¹²을 초과하여 섭취한 대상자는 없었다. 영양소의 UL은 특정 영양소를 장기간 섭취할 때 독성작용을 나타내지 않고 생리적인 요구량을 만족시키는 최대안전수준으로, 구리를 과잉으로 섭취하면 소화기관장애 및 간손상 등이 유발될 수 있는 것으로 보고되었다.¹²

이와 같이 벽지농촌군에서 전반적으로 영양 섭취가 불량한 것은 가정의 사회경제적 수준이 낮은 경우 영양 섭취가 불량하다는 선행 보고와 관계가 있다고 볼 수 있다.^{14,37,38} 가정의 사회경제적 수준은 가정의 월수입, 아버지의 학력, 아버지 직업을 종합하여 평가하는데,³⁹ 벽지농촌군 가정은 도시군에 비해 주요 수입원이 소규모의 농업이어서 월평균 수입이 낮으며, 아버지의 학력이 도시군보다 낮은 등 도시군에 비해 가정의 사회경제적 수준이 낮다고 볼 수 있다. 이와 함께 가정의 식생활관리자인 어머니가 힘든 농사일을 병행하고 있어 식생활 관리를 위한 시간과 노력을 내기 어려운 점 등이 복합적으로 작용해 자녀에게 균형잡힌 식생활을 제공하기 어려운 것으로 생각된다.

구리의 급원 식품으로서 벽지농촌군과 도시군 모두 채소류, 곡류 및 그 제품, 과일류 및 그 제품과 같은 식물성 식품에 주로 의존하였다. 따라서 두군 모두 구리의 주요 급원 식품이 흰멥쌀밥, 검은콩밥, 수박, 시금치나물, 콩나물국 등으로 나타나 유사한 경향이었다. 그러나 벽지농촌군은 도시군보다 육류와 그 제품의 섭취량이 유의적으로 낮았다 ($p < 0.05$). 벽지농촌군과 도시군 모두 구리의 섭취량이 권장량¹² 이상이어서 양호하였다. 그러나 집단내에서 개인별 구리 섭취 분포는 벽지농촌군의 경우 권장량의 2/3 미만으로 섭취하는 경우 (8.6%)가 있었으나 도시군에서는 해당자가 없었

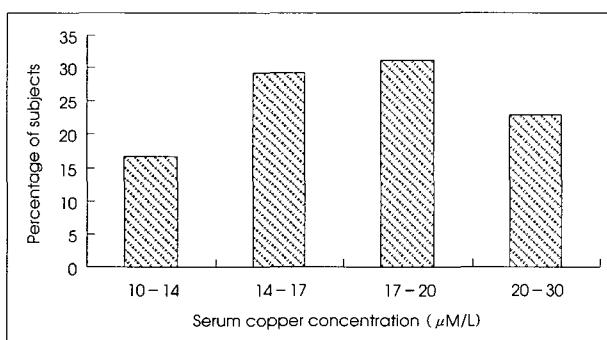


Fig. 2. Distribution of serum copper concentration in the RA.

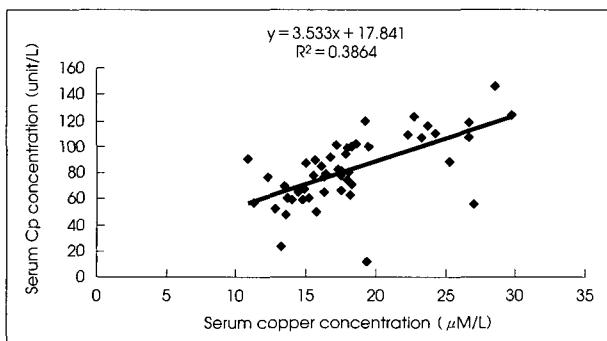


Fig. 3. Relationship between serum copper concentration and serum ceruloplasmin concentration in the RA.

다. 또 두군 모두 구리를 체내 이용률이 낮은 식물성 식품으로부터 주로 섭취하는 경향이지만, 벽지농촌군은 도시군에 비해 구리가 풍부하게 들어 있으며 구리의 이용률이 높은 육류를 통한 구리 섭취 비율은 낮았다. 따라서 전반적으로 볼 때 벽지농촌군의 구리 섭취는 개인간 변이가 커서 일부 아동의 구리 섭취량은 부족한 상태이며, 질적인 측면에서도 도시군보다 구리 섭취가 양호하지 못한 경향이었다.

벽지농촌군에서 혈청의 평균 구리 농도는 $18.13 \pm 0.66 \mu\text{M/L}$ 로 정상 수준 ($10.0\sim24.6 \mu\text{g/mL}$)¹¹⁾이며, 정상 수준 범위 중 최소값인 $10.0 \mu\text{g/mL}$ 이하에 해당되는 대상자는 없어, 구리 영양 상태가 양호한 것으로 판정되었다. 그러나 혈청의 구리 농도는 구리 영양 상태를 민감하게 반응하는 지표가 되지 못하므로, 이 지표만으로 구리 영양 상태를 판정하는 데는 위험이 따른다고 볼 수 있다. 그리고 벽지농촌군에서 식이 구리 섭취량과 혈청 구리 농도간에는 관계가 없는 것으로 분석되었다. 그러나 혈청 구리 농도와 혈청 Cp 농도, 혈청 비타민 C 농도 및 EC SOD 활성도간에는 양의 상관 관계를 보였다. 혈청 Cp 농도는 간에서 조직으로 구리를 운반해주는 형태로 혈청 구리 농도를 민감하게 반영하는 지표로 알려졌는데,¹¹⁾ 본 연구에서도 혈청 구리 농도와 혈청 Cp 농도간에 양의 상관관계가 높았다. 또한 구리는 체내에서 항산화작용을 하는 효소인 EC SOD와 같은 효소를 구성하고 있는 등 항산화작용을 하고 있는 것으로 알려졌다.^{2~4)} 따라서 구리 영양 상태가 불량할 때 체내에서 항산화물질의 농도가 감소하고 산화적 스트레스가 증가하게 되는데, 본 연구에서도 벽지농촌군 아동에서 혈청 구리 농도와 EC SOD 활성도간에는 양의 상관관계를 갖는 경향이었다. 그러나 본 연구의 대상자인 벽지농촌 아동의 식이 구리 섭취량 수준에서는 EC SOD 활성도가 민감하게 반응하지 않아서, 선행 보고¹¹⁾에서 지적한 것처럼 EC SOD 활성도는 구리 영양 상태가 불량할 때를 제외하고는 그 이상의 구리 섭취량 수준에서는 민감한 지표가 되지 못한다는 사실을 재확인해주었다. 또 항산화작용을 하는 비타민 C의 혈청 농도도 구리 섭취량이 낮을 때 낮아져, 혈청 비타민 C 농도는 선행 연구^{40~42)}에서처럼 구리 등 항산화영양소와 상호 영향을 주고 받음을 보여주었다. 그러나 체내에서 산화적 손상이 심할 때 증가하는 TBARS의 혈청 농도는 혈청 구리 농도와는 관계가 없어, 본 연구의 벽지농촌 아동의 구리 영양 상태가 혈청 구리 농도에서 보듯이 결핍된 상태는 아님을 시사해주었다.

이상에서 벽지농촌 아동은 평균적으로는 구리 섭취량이 권장량보다 높으며 혈청의 구리 영양상태가 양호한 것으로 나타났으나, 개인별로는 구리 섭취량이 권장량에 미달되는 아동이 상당수 있어 벽지농촌 집단 내에서도 구리 영양 상

태의 개인간 변이가 큰 점에 관심을 가질 필요가 있었다. 반면, 도시군 아동은 구리 섭취량이 권장량 이상이며 개인별로 권장량 미만으로 섭취하는 아동이 거의 없으며, 구리 급원 식품도 벽지농촌군에 비해 동물성 식품에서 얻는 비율이 높은 경향이어서 양호하였다. 또한 벽지 농촌에서 아동의 혈청 구리 농도와 혈청 Cp 활성도, 항산화 물질인 EC SOD 활성도와 혈청 비타민 C 농도간에 양의 상관관계를 갖는 경향을 보이나, 혈청 구리 농도와 혈청 TBARS 농도간에는 관계가 없는 것으로 나타났다. 따라서 벽지농촌 아동의 경우 비교적 구리 영양 상태가 양호하기는 하지만 혈청 구리 농도와 항산화물질 농도간에 양의 관계가 형성되는 것으로 보아, 이들의 구리 영양 상태를 지금보다 좋게해준다면 체내 항산화능력이 향상될 수 있음을 시사해주었다.

요약 및 결론

본 연구는 조사대상자가 섭취한 식품을 직접 분석하여 구리 섭취량을 환산할 수 있는 기초자료를 마련하고, 우리나라 일부 벽지농촌군과 도시군 아동의 구리 섭취량과 구리 급원 식품을 비교하였다. 또 벽지농촌군에서 혈청 구리 농도와 혈청 항산화물질 농도간의 관계를 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 조사대상자 가정의 주요 수입원으로 벽지농촌군은 농업이 가장 많으며, 도시군은 월급이 가장 많아 두군간에 차이가 있었다 ($p < 0.001$). 조사 대상 아동 아버지와 어머니의 학력은 벽지농촌군이 도시군보다 각각 낮았다 ($p < 0.001$).
- 2) 식이를 통한 열량, 칼슘 및 철의 섭취량은 벽지농촌군의 경우 권장량의 $3/5\sim4/5$ 수준으로 낮으며, 도시군은 대부분의 영양소를 권장량 수준이거나 그 이상으로 섭취하였다 ($p < 0.001$).
- 3) 본 연구의 대상자가 섭취한 음식 및 식품의 종류는 총 273종이었으며, 이들을 대상으로 구리 함량을 분석하여 구리 섭취량을 분석하였다. 하루 평균 구리 섭취량 분포는 벽지농촌군은 $0.99 \pm 0.07 \text{ mg/d}$ (권장량의 $170.0 \pm 13.2\%$), 도시군은 $1.22 \pm 0.07 \text{ mg/d}$ (권장량의 $203.4 \pm 13.1\%$)의 범위를 갖고 있어, 두군 모두 권장량 이상으로 섭취하였다. 그러나 하루 평균 구리 섭취량이 권장량의 $2/3$ 미만인 경우가 벽지농촌군은 8.6%이나, 도시군에서는 해당자가 없어, 벽지농촌군은 도시군보다 구리 섭취량의 개인간 변이가 크게 나타났다.
- 4) 구리의 주요 급원 식품으로 벽지농촌군과 도시군 모두 식물성 식품으로부터 80% 이상의 구리를 섭취하여서, 두 군 모두 밥종류, 채소, 과일 등이 구리의 상위 급원식품으로

나타났다. 그러나 벽지농촌군은 도시군보다 구리의 우수한 급원 식품인 육류 및 그 제품을 통한 구리 섭취 비율이 유의적으로 낮았다 ($p < 0.05$).

5) 조사 대상 아동이 섭취한 음식과 식품 중에서 100 g당 구리를 가장 많이 함유하고 식품은 꽃게찌개 (꽃게와 국물 포함)이며, 그 다음이 두릅나물, 쇠고기갈비살구이, 아육국, 쇠고기국물아육된장국, 두부부침, 갑오징어숙회 등의 순이었다.

6) 벽지농촌군에서 혈청의 평균 구리 농도는 $18.1 \pm 0.7 \mu\text{M/L}$ 로 정상 수준이며, 개인별로도 모두 정상 수준에 속하였다. 혈청 구리 농도, Cp 농도, 비타민 C 농도 및 EC 활성도 간에는 양의 상관 관계를 가지나, 혈청 구리 농도와 TBARS 농도간에는 관계가 없었다.

이상의 결과를 볼 때 벽지농촌 아동은 평균적으로는 구리를 양호하게 섭취하고 있으나, 개인별로는 구리 섭취량이 낮은 경우가 있어, 이들의 구리 섭취량을 향상시킬 필요가 있지 않을까 생각된다. 이에 비해 도시 아동의 구리 영양 상태는 양호하였다. 벽지농촌 아동의 혈청 구리 농도와 EC SOD 활성도 및 혈청 비타민 C 농도간에는 양의 상관 관계를 갖는 경향이어서, 일부 벽지농촌 아동의 경우 구리 영양 상태를 향상시켜주면 체내 항산화능력도 증대될 수 있음을 시사해주었다. 따라서 우리 사회에서 만연되고 있는 영양 양극화 현상을 양적인 측면에서만 아닌 질적인 측면까지 고려해서 해결하는 방안의 일환으로, 미량무기질 섭취가 부족한 일부 벽지농촌 아동의 영양 상태 향상에 초점을 맞춘 영양 지원 프로그램을 적용하는 것에 대한 정부와 학계의 관심이 요구된다고 하겠다.

Literature cited

- 1) Turnlund JR. Copper. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC, ed. Modern Nutrition in Health and Disease, 9th ed, pp.241-252, Williams & Wilkins. Baltimore, 1999
- 2) Cousins RJ. Zinc. In: Ziegler EE, Filer LJ, ed. Present Knowledge in Nutrition, pp.293-306, ILSI Press. Washington DC, 1996
- 3) DiSilvestro RA. Zinc in relation to diabetes and oxidative disease. *J Nutr* 130: 1509S-1511S, 2000
- 4) Klotz LO, Kroncke KD, Buchczyk DP, Sies H. Role of copper, zinc, selenium and tellurium in the cellular defense against oxidative and nitrosative stress. *J Nutr* 133: 1448S-1451S, 2003
- 5) Halliwell B. Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence? *Lancet* 344: 721-724, 1994
- 6) Alberg AJ. The influence of cigarette smoking on circulating concentrations of antioxidant micronutrients. *Toxicology* 180: 121-137, 2002
- 7) Kelly GS. The interaction of cigarette smoking and antioxidants. Part 2: alpha-tocopherol. *Altern Med Rev* 7: 500-511, 2002
- 8) Kim SH, Kim JS, Shin HS, Keen CL. Influence of smoking on markers of oxidative stress and serum mineral concentrations in teenage girls in Korea. *Nutrition* 19: 240-243, 2003
- 9) Son SM, Sung SI. Zinc and copper intake with food analysis and levels of zinc and copper in serum, hair and urine of female college students. *Korean J Nutrition* 32: 705-712, 1999
- 10) Kim MH, Sung CJ, Lee YS. The study on nutritional status of copper and zinc in Korean middle school female students according to body mass index. *Korean Soc Study Obesity* 8: 130-144 1999
- 11) Joung HJ, Paik HY, Kim CH, Lee JY. Preparation of copper database of Korean foods and copper nutritional status of Korean adults living in rural area assessed by dietary intake and serum analysis. *Korean J Nutrition* 32: 296-306, 1999
- 12) Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc, National Academy Press. Washington DC, 2001
- 13) Lee YS, Lim HS, Ahn HS, Chang NS. Nutrition through the Life Cycle, pp.187-215, Kyomunsa. Seoul, 2004
- 14) Soekarjo DD, de Pee S, Bloem MW, Tjiong R, Yip R, Schreurs WH, Muhilal. Socio-economic status and puberty are the main factors determining anaemia in adolescent girls and boys in East Java, Indonesia. *Eur J Clin Nutr* 55: 932-939, 2001
- 15) Kim MK, Ki MR, Bang KN, Kim KR, Choi BY, Kwon YJ, Lee SS, Kim C, Kang YJ. The effect of parental socioeconomic status on the nutrient intake of urban and rural adolescents. *Korean J Community Nutrition* 3: 542-555, 1998
- 16) Laxmaiah A, Rao KM, Brahmam GN, Kumar S, Ravindranath M, Kashinath K, Radhaiah G, Rao DH, Vijayaraghavan K. Diet and nutritional status of rural preschool children in Punjab. *Indian Pediatr* 39: 331-338, 2002
- 17) Lee HM. A study of the dietary habits and food preferences of elementary schoolchildren in Pocheon-gun. *Korean J Community Nutrition* 3: 818-829, 1998
- 18) Yip R, Ramakrishnan U. Experiences and challenges in developing countries. *J Nutr* 132: 827S-830S, 2002
- 19) Lee SH, Ryu ON, Park KW, Kim EK. A study on iron nutritional status of girls at puberty in Kangnung area. *Korean J Community Nutrition* 4: 139-148, 1999
- 20) Korean Ministry of Health and Welfare. Report on 2001 National Health and Nutrition Survey, Seoul, 2002
- 21) Lim HJ. A study on the zinc intake and urinary excretion of preschool children in Busan. *Korean J Nutrition* 36: 950-959, 2003
- 22) Son SM, Sung SI. Zinc and copper intake with food analysis and levels of zinc and copper in serum, hair and urine of female college students. *Korean J Nutrition* 32: 705-712, 1999
- 23) Han NS, Lee LH. Zinc and copper nutritional status of eight-year-old children in Seoul. *Korean J Nutrition* 27: 837-843, 1994
- 24) Park JS, Chun JH. Dietary zinc analysis and changes of zinc nutriture with zinc supplementation in Korean adults. *Korean J Nutrition* 26: 1110-1117, 1993
- 25) Lee JY, Paik HY, Joung HJ. Supplementation of zinc nutrient database and evaluation of zinc intake of Korean adults living in rural area. *Korean J Nutrition* 31: 1324-1337, 1998

- 26) Korean Committee of Educational Law. Korean Educational Law, Kyohaksa. Seoul, 2000
- 27) Chungcheongnam-Do Office of Education. Elementary School Name that Had Additional Point by Working Experience of Rural or Fishing Areas in Korea, 2000
- 28) Cheonan Cityhall Homepage. www.cheonan.go.kr
- 29) The Korean Nutrition Society. Recommended Dietary Allowances for Koreans, 7th ed., Seoul, 2000
- 30) Schosinsky KH, Lehmann HP, Beeler MF. Measurement of ceruloplasmin from its oxidase activity in serum by use of *o*-dianisidine dihydrochloride. *Clin Chem* 20: 1556-1563, 1974
- 31) Paik HY, Joung HJ, Lee JY, Lee HK, King JC, Keen CL. Serum extracellular superoxide dismutase activity as an indicator of zinc status in humans. *Biol Trace Elem Res* 69: 45-57, 1999
- 32) Kenneth KP, Trevithick JR. High performance liquid chromatography-electrochemical detection of antioxidants in vertebrate lens: glutathione, tocopherol and ascorbate. *Meth Enzymol* 233: 523-539, 1994
- 33) Yagi K. Assay for blood plasma or serum. *Meth Enzymol* 105: 328-336, 1984
- 34) The Korean Nutrition Information Center at The Korean Nutrition Society. Food Values of Portions Commonly Used, Jungang Munhwa Publisher. Seoul, 1998
- 35) USDA Homepage. www.usda.gov
- 36) Chung CY, Choi IG. Statistical Analysis Using a SPSSWIN, Muyok Publisher. Seoul, 1997
- 37) Ruxton CHS, Kirk TR. Relationships between social class, nutrient intake and dietary patterns in Edinburgh schoolchildren. *Int J Food Sci Nutr* 47: 341-349, 1996
- 38) Pollitt E. Poverty and child development: relevance of research in developing countries to the United States. *Child Dev* 65: 283-295 1994
- 39) Kim SH, Han JH, Keen CL. The use of vitamins, minerals and other dietary supplements by Korean 17-18 year old students. *J Med Food* 6: 27-42, 2003
- 40) Kim SH, Ensunsa JL, Zhu QY, Kim JS, Shin HS, Keen CL. An 18-month follow-up study on the influence of smoking on blood antioxidant status of teenage girls in comparison with adult male smokers in Korea. *Nutrition* 20: 437-444, 2004
- 41) Abou-Seif MA. Blood antioxidant status and urine sulfate and thiocyanate levels in smokers. *J Biochem Toxicology* 11: 133-138 1996
- 42) Alberg AJ. The influence of cigarette smoking on circulating concentrations of antioxidant micronutrients. *Toxicology* 180: 121-137, 2002