

한국의 일부 가임여성과 임신부의 혈장내 아연 및 구리 농도에 관한 연구

하 은 정 · 나 혜 복

서울여자대학교 대학원 영양학과

The Study on Concentrations of Plasma Zinc and Copper of Nonpregnant and Pregnant in Korea

Ha, Eun Jung · Na, Hye Bock

Department of Nutrition, Graduate School, Seoul Women's University, Seoul Korea

ABSTRACT

Plasma concentrations of zinc and copper were measured in 59 non-pregnant women and 105 pregnant women (12 ; early pregant, 93 ; late pregnant) to estimate and compare both groups and to detect the effects of iron supplementation on the plasma zinc and copper concentrations in the pregnant women.

The mean plasma zinc concentration of the early pregnant group was not significantly different with those of the non-pregnant group. But in contrast, the mean plasma zinc concentration of the late pregnant group was significantly lower than those of the non-pregnant and early pregnant group.

Mean plasma copper concentrations were significantly elevated in early pregnant group and doubled in late pregnant compared to non-pregnant.

In Fe supplemented group, mean plasma zinc concentrations were lower and mean plasma copper higher than those of Fe non-supplemented group. It appeared that Fe supplementation had effects on the decrease of plasma zinc concentrations in pregnancy.

KEY WORDS : pregnant women · nonpregnant women · plasma zinc · plasma copper · Fe supplementation.

서 론

미량 원소(trace elements)에 대한 연구는 1816년¹⁾ 생체내에서 요오드(I)가 처음으로 발견된 이래 계속 진행되었으며 이들 원소는 체내에 미량이 존
채택일자 : 92년 3월 9일

재하면서도²⁾ 필수적인 기능을 담당하고 있음이 밝혀졌다¹⁾. 최근 의학, 영양학, 생화학의 급진적 발달 및 분석 방법의 발전으로 미량 원소에 대한 연구가 활발해지고 있으며 산업화가 가속화 됨에 따라 유독성 금속으로 인한 환경 오염이 늘어나, 미량 원소에 대한 관심은 한층 더 높아지고 있다.

임신부의 혈장이연 및 구리농도

미량 원소들중 아연(Zn)과 구리(Cu)는 생체에 필수적인 영양소로서 신체 전반에 걸쳐 중요한 기능을 담당하고 있으며⁴⁾ 상호간에 길항적으로 작용함으로써 서로의 대사에 영향을 주고 있다⁵⁾.

생체내 Zn에 대한 연구는 1887년 Roult와 Breton이 인체의 간에서 Zn을 발견하면서 시작되었고, 1940년에는 Keilin과 Mann⁶⁾이 소의 적혈구에서 Zn과 결합된 carbonic anhydrase를 발견, 분리하여 Zn가 적혈구의 주요 성분임을 밝혀냄으로써 Zn의 체내기능을 설명하는 첫 연구가 이루어졌다.

Zn은 금속 조효소(metalloenzyme)의 구성 성분으로⁷⁻¹⁰⁾ 단백질과 nucleic acid합성¹¹⁻¹⁵⁾, 열량 및 지질 대사에¹⁶⁻¹⁸⁾ 중요한 역할을 하고 있으며 인슐린(insulin)을¹⁹⁻²²⁾ 비롯한 호르몬(hormone)²⁰⁾²¹⁾²³⁾²⁴⁾ 대사에도 관여 하므로 생체내에 Zn이 결핍 되면 성장 발육뿐²⁵⁻³⁰⁾ 아니라 gonadotropin, testosterone 등의 hormone생산이 감소되어 생식기의 발육 부진이 일어나며²⁷⁾³¹⁻³⁴⁾ RNA, DNA의 합성 장애로 인하여 상처 치료가 지연된다고 알려져 있다³⁵⁾.

한편, 1928년 Hart등에 의해 처음으로 발견된 Cu는 체내에서 헤모글로빈(hemoglobin) 합성과 골격 형성에 필수 인자로 작용하고⁵⁾ 특수 항체를 생성하여 방어 기전의 역할을 담당한다는 보고들이 있다³⁶⁾.

전술한 바와 같이 미량 원소가 생체내에서 대단히 중요한 역할을 하고 있음에도 불구하고 철분(Fe)을 제외한 다른 미량 원소에 대한 연구는 극히 제한되어 있다³⁷⁾. 이는 미량 원소가 생체 조직이나 혈액 중에 미량으로 존재하고 있을 뿐만 아니라 분석법에 있어서도 정확성 및 재현성에 난점이 있기 때문이었다.

종래에 발표된 연구들에 따르면 임신 중에는 가임 여성에 비하여 혈장·혈청 및 두발내의 Zn 농도가 감소되고 Cu의 농도는 2배 가까이 상승된다고 하며 그 원인은 정확히 밝혀지지 않고 있다³⁷⁾³⁸⁾. 특히 우리나라의 경우, 구 등³⁹⁾ 채 등⁴⁰⁾이 두발과 혈청을 이용하여 Zn과 Cu의 농도를 조사한 연구가 있을 뿐이고 조⁴¹⁾와 강⁴²⁾등이 여대생을 대상으로 혈청내 Zn의 농도를 측정하여 각각 114.93µg/100ml과 106

µg/100ml로 보고하였지만 임신부의 혈장 및 혈청내 Zn과 Cu농도에 대한 연구는 발표된 바가 없다.

그러므로 본 논문에서는 미량 원소의 영양상태를 가장 민감하게 반영하는 것으로 알려진 혈장 시료를 이용하여서 일부 가임 여성과 영양 요구량 증가와 더불어⁴³⁾⁴⁴⁾ 신체적 생리적 변화로 인한 여러 영양소 및 미량 원소의 결핍 위험이 높은 임신부의 혈장내 Zn과 Cu 농도를 측정하고 임신중의 Fe복용이 혈장내의 Zn 및 Cu 농도에 미치는 영향을 조사하고자 한다.

실험 재료 및 방법

서울 여자 대학 및 대학원에 재학중인 19~30세의 건강한 가임 여성 59명과, 1987년 5월부터 9월까지 고려 대학교 부속 구로병원 산부인과에 내원한 20~23세의 임신부 105명(임신전기; 임신 16주, 12명, 임신후기; 임신 38주, 93명)을 대상으로 하였다.

실험 대상자의 연령, 신장, 체중 및 임신부의 체중 증가량, 임신 주 수, 영양제 복용 여부 등의 사항을 알기 위하여 설문 조사를 실시하였다.

실험에 사용된 모든 기구는 cleaning solution에 24시간 담가 세척한 후 20%의 질산 용액에 24시간 침수시켜 탈이온화하였으며 탈이온수로 7번 세척하여 사용하였다.

1. 채 혈

가임여성과 임신 16주와 임신 38주된 임신부를 대상으로 식사 후 2시간이 경과되었을 때 143units의 sodium heparin으로 처리된 mineral-free 진공 채혈관으로 정맥혈 5ml를 채취하였다. 채혈된 혈액은 1시간 안에 2500 rpm에서 20분간 원심 분리하였으며 pipet으로 혈장을 분리하여 polypropylene tube에 옮겨 분석할 때까지 -20.0°C에 냉동 저장하였다.

2. 혈장 Zn과 Cu의 분석

직접 회석법에 가장 적당한 혈장 시료 농도는 예비 실험을 통하여 1:4로 결정되었으며 이 농도에서는 Atomic absorption spectrophotometer(In-

strumental laboratory Inc. Model AAsp 457)의 burner head에 단백질 clogging이 일어나지 않는 것으로 판명되었다. 미리 준비된 test tube에 탈 이온수 3 ml와 혈장 1ml를 취하여 잘 섞은 후 2,500 rpm에서 20분간 원심 분리하여 A.A.S에 흡입시켜 흡광도를 측정하였다. 이때 A.A.S의 측정 조건은 band mass 1.0 μ m. lamp current 5.0mA. slit width 320.0 μ m fuel과 support는 Acetylene과 air였으며 wave length는 Zn과 Cu에 대하여 각각 213.9nm와 324.7nm였다. 측정은 2회 반복 실시하였으며, 용혈된 혈장은 분석에서 제외되었다. Blank로는 탈 이온수 4ml를 이용하였으며 표준 용액은 1,000 ppm의 Zn과 Cu working solution(원자 흡광 분석용, 1,000ppm, Wako제)을 각각 0.05ppm, 0.1ppm, 0.2 ppm, 0.3ppm, 0.5ppm, 0.7ppm, 1.0ppm으로 희석하여 조제하였으며 희석된 혈장의 점도(viscosity)와 맞추기 위하여 glycerol(Tedia제) 5% (W/V)를 첨가하여 사용하였다. A.A.S.에 의해 측정된 혈장내 Zn 및 Cu의 흡광도(\AA)를 standard curve로 부터 농도(ppm)를 구하여 시료내 Zn과 Cu의 평균 농도(μ g/

100ml)를 계산하였다.

3. 자료의 통계 처리

모든 자료는 평균과 표준 오차(standard error)를 구하였으며, 분석 결과는 Student's T-test와 F-test에 의하여 유의 수준을 검정하였다⁴⁵⁾.

결 과

1. 실험 대상자

실험 대상자의 일반적 사항은 Table 1과 같다.

Table 1. Subject profile

Profile	Pregnant	Nonpregnant
Subject number(n)	105	59
Age	27.24 \pm 0.16*	22.31 \pm 0.20
Height(cm)	158.54 \pm 0.20	160.88 \pm 0.26
Prepregnancy weight(kg)	49.70 \pm 0.21	50.47 \pm 0.26
Total weight gain(kg)	11.59 \pm 0.21	
Fe nonsupplemented(n)	57	
Fe supplement(n)	48	

* Mean \pm S.E.

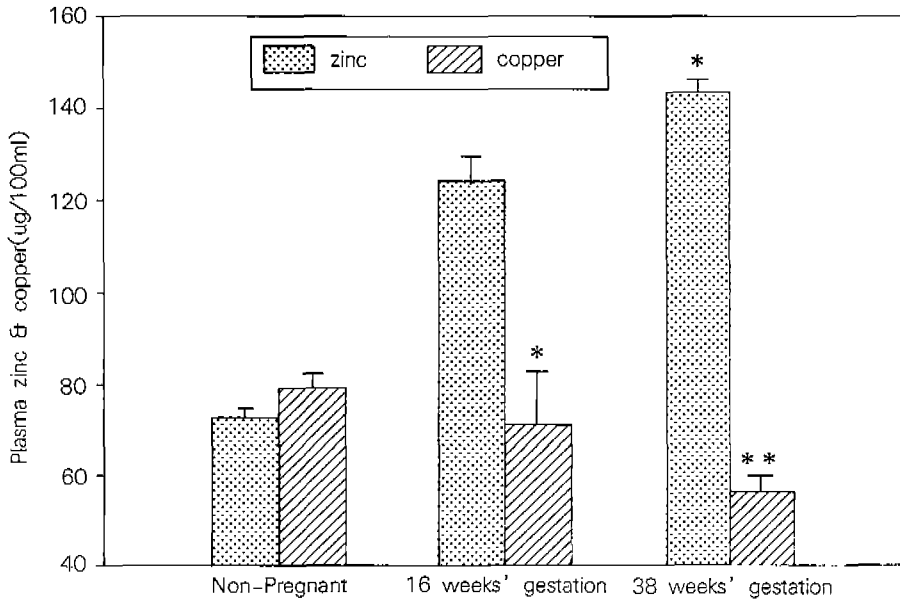


Fig. 1. Mean plasma zinc and copper concentrations in subjects.

* **Significant at $P < 0.01$ level between nonpregnant, 16 weeks' gestation and 38 weeks' gestation group by F-test.

임신부의 혈장아연 및 구리농도

가임 여성의 평균 연령은 임신부 보다 약 5세가 낮았고 체중은 1.5kg가량 낮았다. 임신부들은 임신 기간 중에 평균 11.69kg의 체중 증가를 보였으며 전체 임신부의 45.7%가 Fe 영양제를 복용하고 있었다.

2. 혈장내에 함유된 Zn과 Cu의 농도

가임 여성과 임신부의 혈장내 Zn 및 Cu의 평균 농도를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 혈장내 Zn의 평균 농도는 가임 여성이 79.22 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었고 임신부의 경우 임신 초기에 71.16 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 을, 임신 후기에는 56.53 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 을 보여 임신 초기 보다 후기에 더 낮은 수치를 나타내었고, 임신 초기는 가임 여성의 Zn 평균 농도와 큰 차이를 보이지 않았으나 후기에는 유의적인 차이를 보였다($p < 0.01$).

혈장내의 Cu 평균 농도는 가임 여성이 72.93 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었고 임신 초기에 123.83 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었으며 후기에 143.40 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 으로 나타나 가임 여성에

비하여 임신시에 유의적인 증가를 보였으며 후기에는 가임 여성의 2배 정도로 상승되었다($p < 0.01$).

3. 혈장내에 함유된 Zn과 Cu의 분포

가임 여성 및 임신부의 혈장내 Zn과 Cu의 농도를 측정한 분포는 Fig. 2, 3과 같다. 혈장내의 Zn 평균 농도는 가임 여성의 경우 31~60 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 수준이 8.4%, 61~100 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 은 88%, 101~120 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 은 3.3%로 분포되어 있고(Fig. 2), 임신부는 11~30 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이 5.7%, 31~80 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 은 79%를, 81~130 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 은 15.2%로 나타났으며(Fig. 2), 임신부가 가임여성보다 낮은 범위로 분포되어 있었다.

임신시에 혈장내 Zn의 평균 농도가 어느 정도로 정상치 범위에 분포되어 있나 알아보기 위하여, 가임 여성의 평균 농도 79.22 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 의 2배의 표준편차(2 standard deviation)미만에 분포되는 비율을 보면 혈장내의 Zn 농도가 50 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 미만으로 분포되는 경우는 가임 여성이 3.3%, 임신부가 49.0

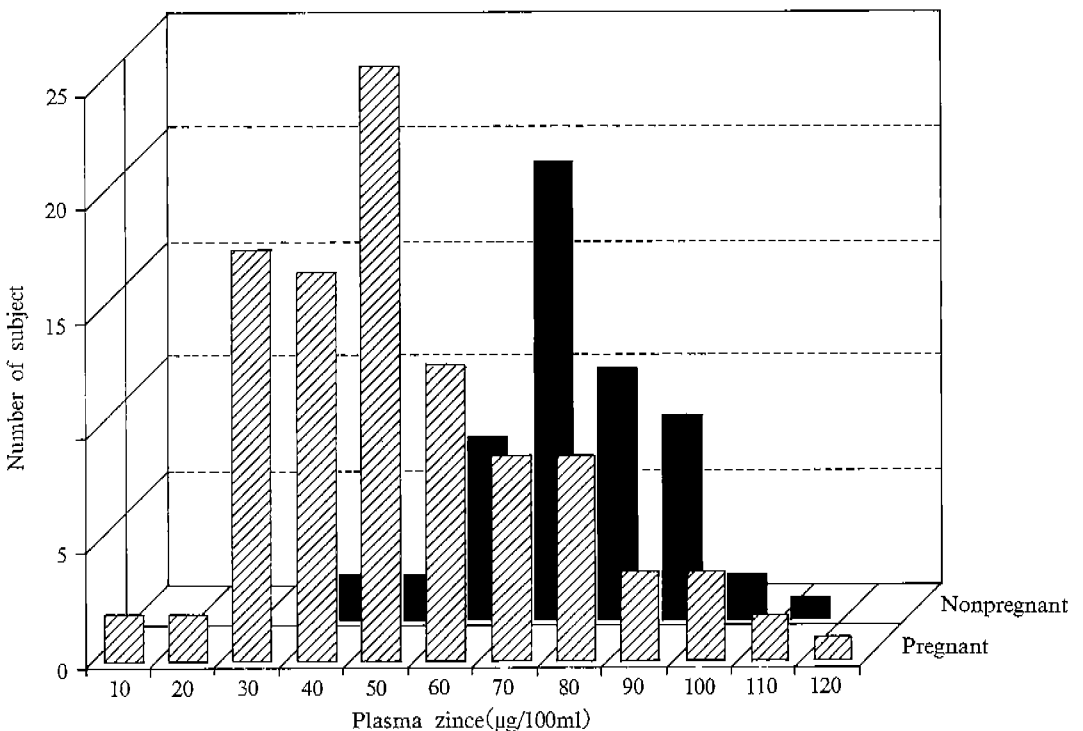


Fig. 2. Distribution of the plasma zinc concentration in pregnant and nonpregnant.

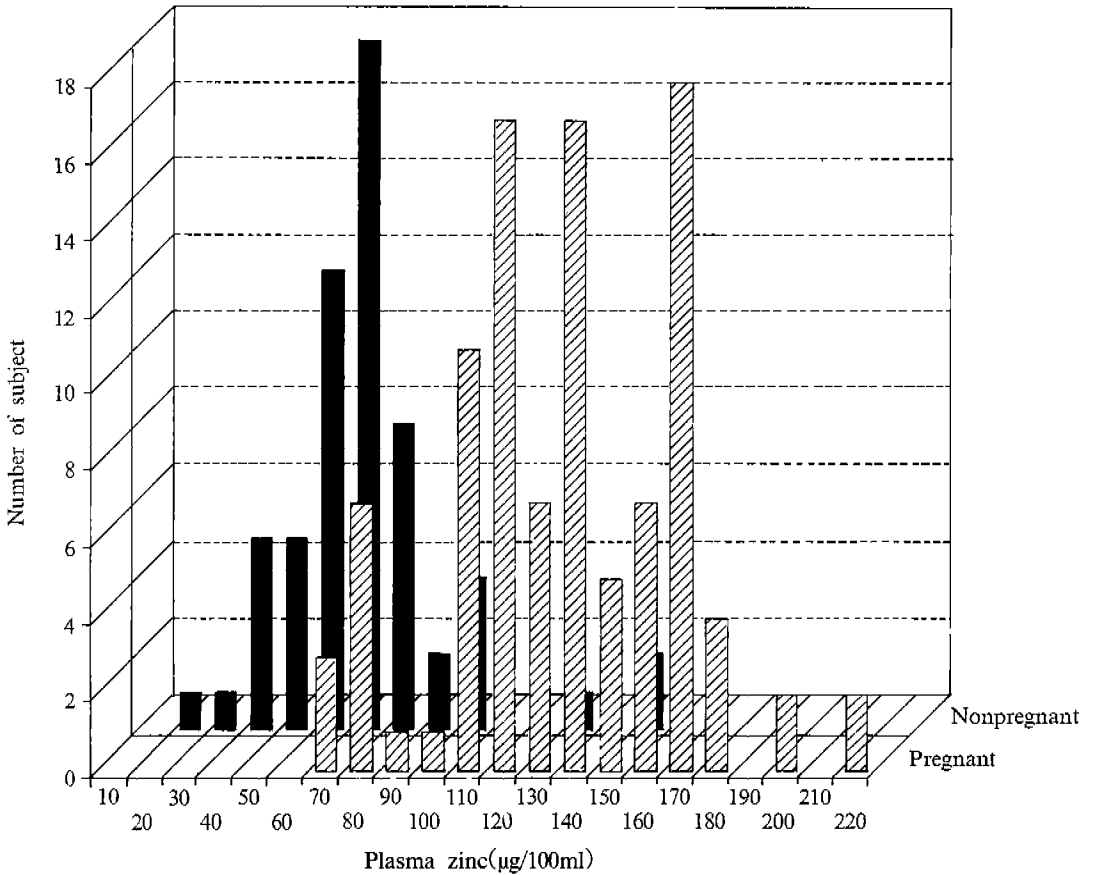


Fig. 3. Distribution of the plasma copper concentration in pregnant and nonpregnant.

로 나타났으며, 임신부의 경우 임신 초기가 8.0%이었고 임신 후기에 41.0%로 나타났다.

혈장내의 Cu농도는 가임 여성이 21~50µg/100ml수준이 11.8%, 51~90µg/100ml이 72.8%, 91~160µg/100ml이 15.2%로 분포되었고(Fig. 3), 임신부는 71~110µg/100ml 수준이 11.4%, 111~180µg/100ml과 181~230µg/100ml 수준은 각각 80%와 8.5%로 나타나 임신부가 가임 여성보다 높은 쪽으로 분포되어 있었다(Fig. 3).

4. 혈장내 Zn과 Cu 농도간의 상관관계

가임 여성과 임신부의 혈장내 Zn과 Cu 농도간의 상관관계를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 가임 여성의 혈장 Zn과 Cu의 농도간에는 선형 관계가 존재하지 않는 것으로 나타났으나 임신시 혈장

Table 2. Correlation coefficient between plasma zinc and copper concentrations in subjects

Group	Correlation coefficient
Nonpregnant	.38
At 16 weeks' gestation	.56
At 38 weeks' gestation	.88

P<0.01

Zn과 Cu농도 간에는 상관 관계가 있었으며 임신 후기에는 0.88로 상관관계가 높게 나타났다.

5. 임신 중의 Fe 복용이 혈장내의 Zn과 Cu 농도에 미치는 영향

Fe를 복용하는 임신부와 복용하지 않는 임신부의 혈장내 Zn과 Cu의 농도를 측정된 결과는 Table 3과

임신부의 혈장아연 및 구리농도

Table 3. Effects of iron supplementation on plasma zinc and copper concentrations in pregnant

Group	Number of subjects	Plasma zinc ($\mu\text{g}/100\text{ml}$)	Plasma copper ($\mu\text{g}/100\text{ml}$)
Nonsupplemented	57	62.10 \pm 0.56* ⁺	139.40 \pm 0.83* ⁺
Supplemented	48	53.56 \pm 0.41	147.20 \pm 0.88

⁺ Mean \pm S.E.

* Significant at $p < 0.01$ level between nonsupplemented and supplemented group by student's t-test.

같다.

Fe를 복용하는 임신부의 혈장내 Zn 평균 농도는 53.56 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었으며 Fe를 복용하지 않았을 경우는 62.10 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 으로, Fe를 복용하는 임신부의 혈장내 Zn농도가 현저히 낮았음을 나타내었다($P < 0.01$).

또한 임신부의 혈장내 Cu 평균 농도는 Fe를 복용하는 경우가 147.20 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 으로 복용하지 않은 경우의 139.40 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 보다 높아 Fe 복용시에 혈장내 Cu농도가 상승되었음을 나타내었다($P < 0.01$).

고 찰

본 실험에서 측정된 가임 여성의 혈장내 Zn 평균 농도는 79.22 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 으로서 King등⁴⁶⁾이 보고한 80 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이나 Sarram등⁴⁷⁾이 보고한 87.90 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 과 유사하고 Davies등⁴⁸⁾이 발표한 96 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 보다는 약간 낮은 수치이었다. 임신부의 혈장내 Zn 평균 농도를 측정한 결과, 임신초기에 71.16 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 으로 나타났고 후기에 56.53 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 을 보여 임신 후기에 혈장내 Zn 농도가 더 낮아진다는 예전의 보고들과 일치함을 보였다. 혈장내의 Zn 평균 농도는 임신 초기의 경우 Hambidge등이 1974년에 보고한³⁷⁾ 68.20 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이나 1983년 보고한⁴⁹⁾ 71.40 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 과 유사하였으며 임신 후기는 Hambidge등이 발표한 56 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ ³⁷⁾ 및 57.30 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ ⁴⁹⁾과 유사한 수준이었다. 또한 임신부들 중 Fe를 복용한 임신부의 혈장 Zn 평균 농도는 53.56 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 으로, 복용하지 않은 임신부의 62.10 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 보다 낮아 Fe를 복용한 여성의 혈장내 Zn 평균 농도가 복용하지 않은 여성보다 저하된다는 보고를 확인하였다.

혈장내 Cu의 평균 농도는 가임 여성의 경우 72.93

$\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었고 임신 초기에 가임 여성보다 상승되었으며 후기에는 2배 가까이 상승되었다. 이들의 혈장내 Cu 평균 농도는 가임 여성의 경우 Hambidge등⁴⁹⁾이 보고한 93.40 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 보다 낮았으며 임신 초기와 후기의 경우는 148.40 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 및 192.10 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ 보다 각각 낮았다.

최근에 계속되는 일련의 연구들은 임신부의 혈장 및 혈청내 Zn 평균 농도가 가임 여성에 비해 낮고 Cu 농도는 정상치의 2배에 달한다는 예전의 보고들과⁴⁹⁾⁵⁰⁾ 본 실험의 결과를 확증해 준다. 본 실험에서, 임신시에 혈장내 Zn 농도가 저하된 결과에 비추어 볼 때 임신중에 Zn이 결핍되면 태아의 발달 지연, 유산, 기형 등의 부작용이 뒤따른다는 보고들은 매우 주목되어야 할 사실들이다.

그러나 이러한 현상이 일어나는 기전에 대해서는 아직 정확하게 규명된 바가 없어, 앞으로도 계속해서 연구되어야 할 과제로 남아있다. 현재까지 논의되어 오는 원인들 중에 첫째는 hormone과의 관계로서 임신시에는 estrogen의 분비가 급증하고 경구피임약이나 estrogen을 복용하는 여성의 혈액내 Zn 농도는 저하되고 Cu 농도가 상승된 사실을 볼 때 임신부의 혈액내 Zn 및 Cu의 농도 변화는 estrogen효과와 관계가 있을 것으로 추정되며 그 작용 기전은 아직 확실하지 않다.

둘째, Berfcnstam⁵¹⁾은 임신 후기에 적혈구내 Zn 농도가 임신 초기에 비해 상승되어 있는 것을 발견하였고, Halsted⁵⁰⁾는 후기 임신부의 적혈구내 carbonic anhydrase의 농도가 상승된 사실을 지적하여 임신 후기에 혈장내 Zn의 농도가 감소되는 이유로 적혈구와 혈장간의 Zn 재배열 가능성을 들었다.

셋째로, 임신시에는 50%까지 혈량이 증가하며⁵²⁾ 이러한 혈류 확장에 대한 생리적 적응 기전으로 총 단백질 감소가 일어나 Zn과 albumin의 결합력이

떨어짐으로써 혈중 Zn 농도가 저하된다고 추측하는 보고들이 있다. 즉 임신이나 간 경화증 등의 간 질환으로 인하여 혈중 albumin의 농도가 감소되면 albumin이나 transferrin 등의 단백질과 60~80% 결합하는 Zn⁵⁴⁾의 양도 더불어 감소하게 되며⁵⁵⁾⁵⁶⁾ 이는 hypoalbuminemia의 2차적 현상으로 보고 있다. 이와같은 사실은 백혈병 등 혈액내 albumin 농도가 저하되는 질병의 경우에 Zn 결핍도 함께 유발되고⁵⁶⁾ 임신부의 혈액내 유리(free) Zn 농도는 감소하지 않는다는 연구 보고들에 의하면⁴⁸⁾ 임신시의 Zn 농도 저하는 albumin과 결합된 Zn이 감소되는 현상으로 추측된다.

마지막으로 임신부의 Zn 농도 변화에 미치는 영향중에 최근 들어 주목 받고 있는 것은 영양제 복용 문제이다. Tuttle⁵³⁾ 연구가들이⁵⁷⁾ Fe와 Cu는 Zn과 경쟁적 흡수 기전을 가지므로 Fe가 Zn결핍을 일으키는 인자가 된다고 보고하였으며, Tuttle⁵³⁾, Breskin⁵⁸⁾ 등은 Fe를 복용한 여성의 혈장내 Zn 평균 농도가 복용하지 않은 여성보다 감소되어 있는 것을 밝혀내어 Fe가 혈액내 Zn의 농도를 떨어 뜨리는 원인이 된다고 시사하였다⁵⁹⁾. 한편 Dawson⁶⁰⁾ 등은 임신시 혈장 Zn 농도에 영향을 미치는지 않는 Fe의 복용 수준에 대한 연구를 발표하였다. 본 실험에서도 Fe를 복용하는 임신부의 혈장내 Zn 평균 농도가 복용하지 않는 임신부보다 낮은 것이 밝혀졌고, 2종류 이상의 Fe약제를 복용하고 있는 경우가 Fe 복용 임신부의 18%로 나타나 태아 발달을 위한 미량 원소의 적정 요구량 설정이 시급함을 알 수 있다.

이외에도 임신부의 혈액내 Zn 농도 저하 및 Cu 농도 상승 현상에 관해 많은 논란이 있고 아직 확실한 원인이나 기전이 밝혀지지는 않았지만, 임신부의 혈장내 Cu 농도는 상승되어도 태어나 태반 분비물 내의 Cu 농도에는 변화가 없는 사실로 미루어⁶¹⁾ 임신부의 혈장내 Cu의 농도 상승이 태반 이동을 위한 현상이 아니라는 것을 알 수 있다. 임신부의 Zn 농도 감소가 Zn 약제의 공급으로도 회복되지 않으며 출산 후 1~6주 만에 Zn과 Cu 농도가 정상 수준으로 회복되는 사실은³²⁾³⁷⁾⁶²⁾ 이러

한 현상이 식이나 외인적 요인이 아닌 복합적인 생리적 적응 기전으로 일어난다는 것을 시사한다. 그러나 전술한 바와 같이 Zn 결핍시에 나타나는 임신 부작용을 고려한다면 임신부를 위한 Zn의 영양적 결핍 수준을 결정하여 Zn 결핍이 태아 및 임신부에 미치는 영향을 방지해야 할 것이다. 또한, 임신중의 Zn 대사 변화에 대해서는 더 많은 연구가 계속되어야 하며, 혈액중 Zn의 대부분이 albumin과 복합체를 형성하고 단백질의 합성·분해에 관여한다는 점에서 Zn과 단백질의 관계에 관한 연구도 행해져야 할 과제로 남아 있다.

결 론

우리나라의 일부 가임 여성과 임신부의 혈장내에 함유된 Zn 및 Cu의 농도를 측정하고, Fe 복용이 임신부의 혈장내 Zn과 Cu의 농도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 가임 여성 59명과 임신부 105명의 혈장을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 혈장내의 Zn 평균 농도는 가임 여성에 비하여 임신 초기에 낮은 경향을 보였으나 큰 차이는 나타내지 않았으며 후기에는 유의적으로 낮았다. Cu의 평균농도는 가임 여성에 비하여 임신 초기에 더 높았으며 후기에는 가임 여성의 2배 가까이 되어 이러한 혈장내 Zn 농도의 저하 및 Cu 농도 상승 효과는 임신 초기 보다 후기에 더욱 현저하게 나타남을 알 수 있었고 임신시 Zn 결핍 수준의 설정이 시급함을 암시하였다.

둘째, Fe를 복용하는 임신부의 경우 복용하지 않는 임신부에 비하여 혈장내 Zn 농도는 낮고 Cu 농도는 높게 나타나 임신시 Fe 복용에 대한 연구가 필요함을 시사 하였다.

셋째, 임신부의 경우 체내에서 Zn 및 Cu 대사에 변화가 일어나며 Fe가 이러한 변화에 영향을 미치고 있음에도 불구하고 작용 기전에 대한 원인은 아직 규명되지 않았으며 임신시의 혈장내 Zn과 Cu 및 Fe의 상호 작용에 대해서는 더욱 많은 연구가 요구된다.

Literature cited

- 1) Linder MC. Nutritional biochemistry and metabolism, Elsevier Science. New York 145, 1985
- 2) Herring WB, Leaves BS, Paixao LM, Yoe JH. Trace metals in human plasma and red blood cells. *Am J Clin Nutr* 8 : 846, 1960
- 3) Underwood EJ. Trace element in human and animal nutrition. Academic Press. New York and London 4thed. 1977
- 4) Todd WR, Elvehjem CA, Hart EB. Zinc in the nutrition of the rat. *Am J Physiol* 107 : 146, 1934
- 5) 승정자. 극미량 원소의 영양, 민음사. p72, 1984
- 6) Keilin DT, Mann T. Carbonic anhydrase. *Nature* 144 : 442, 1939
- 7) Parisi AF, Vallee BL. Zinc metalloenzymes : Characteristics and significance in biology and medicine. *Am J Clin Nutr* 22 : 1222, 1969
- 8) Vallee BL. Biochemistry, physiology and pathology of zinc. *Physiol Rev* 39 : 443, 1959
- 9) Cassin RG, Hoekstra WG, Faltin EC, Bryskey EJ. Zinc content and subcellular distribution in red vs. white porcine skeletal muscle. *Am J Physiol* 212 : 688, 1967
- 10) Durah CC, Heresi G, Fisberg M, Yauy R. Controlled trial of zinc supplementation during recovery from malnutrition : effects on growth and immune function. *Am J Clin Nutr* 45 : 602, 1987
- 11) Sandstead HH. Zinc nutrition in the united states. *Am J Clin Nutr* 26 : 1251, 1973
- 12) Meiners CR, Taper LJ, Korslund MK, Ritchey SJ. The relationship of zinc to protein utilization in the preadolescent child. *Am J Clin Nutr* 30 : 879, 1977
- 13) Liberman I, Abrams R, Hunt N, Ove P. Levels of enzyme activity and deoxyribonucleic acid synthesis in mammalian cells cultured from the animal. *J Biol Chem* 238 : 3955, 1963
- 14) Sandstead HH. Impairment of deoxyribonucleic acid synthesis by dietary zinc deficiency in the rat. *J Cell Physiol* 73 : 81, 1969
- 15) Terhune M, Sandstead HH. Decreased RNA polymerase activity in mammalian zinc deficiency. *Science* 177 : 68, 1972
- 16) Hooper PL, Vesconti L, Garry PJ, Johnson GE. Zinc lowers high-density lipoprotein-cholesterol levels. *J Am Med Ass* 244 : 1960, 1980
- 17) Freeland-graves JH, Friedman BJ, Han WH, Shorey RL, Young R. Effect of zinc supplementation on plasma high-density lipoprotein cholesterol and zinc. *Am J Clin Nutr* 35 : 988, 1982
- 18) Fischer PW, Giroux A, Belonje B, Shah BG. The effect of dietary copper and zinc on cholesterol metabolism. *Am J Clin Nutr* 33 : 1019, 1980
- 19) Prasad AS. Nutritional metabolic role of zinc. *Fed Proc* 26 : 172, 1967
- 20) Arquilla ER, Thiene P, Brugman T, Ruess W, Sugiyama R. Effects of zinc ion on the conformation of antigenic determinants on insulin. *Bio Chem J* 175 : 289, 1978
- 21) Levine AS, McClain CJ, Handwerker BS, Brown DM, Morley JE. Tissue zinc status of genetically diabetic and streptozotocin-induced diabetic mice. *Am J Clin Nutr* 37 : 382, 1983
- 22) Bush JA, Jensen WN, Atkins JW, Ashenbrucker H, Cartwright GE, Wintrobe MM. Studies on copper metabolism. *J Exp Med* 183 : 701, 1956
- 23) Coble YD, Bardin DW, Ross FT, Darby WT. Studies of endocrine function in boys with retarded growth, delayed sexual maturation and zinc deficiency. *J Clin Endocrinology* 32 : 361, 1971
- 24) Castro-Magna M, Collipp PJ, Chen SY, Cheruvanky T, Maddaiah VT. Zinc nutritional status, androgens, and growth retardation. *Am J Dis Child* 135 : 322, 1981
- 25) Vanderkooy PD, Gibson RS. Food consumption patterns of canadian preschool children in relation to zinc and growth status. *Am J Clin Nutr* 45 : 609, 1987
- 26) Harzer G, Kayer H. Binding of zinc to casein. *Am J Clin Nutr* 35 : 981, 1982
- 27) Cheruvanky T, Castro-magna M, Chen SY, Collipp PJ, Gharami-maibodi Z. Effect of growth hormone on hair, serum, and urine zinc in growth hormone-deficient children. *Am J Clin Nutr* 35 : 668, 1982
- 28) Golden M h H, Golden BE. Effect of zinc supple-

- mentation on the dietary intake, rate of weight gain, and energy cost of tissue deposition in children recovering from severe malnutrition. *Am J Clin Nutr* 34 : 900, 1981
- 29) Freeland-Graves JH, Hendrickson PJ, Ebangit ML, Snowden JY. Salivary zinc as an index of zinc status in women fed a low-zinc diet. *Am J Clin Nutr* 34 : 312, 1981
- 30) Prasad AS, Miale A, Farid Z, Sandstead HH, Schullert AR, Darby WJ. Biochemical studies on dwarfism, hypogonadism, and anemia. *Arch Intern Med* 111 : 407, 1963
- 31) Folis RH, Day HG, McCollum EV. Histological studies of the tissues of rats fed a diet extremely low in zinc. *J Nutr* 22 : 223, 1941
- 32) Greger JL, Abernathy RP, Bennett OA. Zinc and nitrogen balance in adolescent females fed varying levels of zinc and soy protein. *Am J Clin Nutr* 31 : 112, 1978
- 33) Prasad AS, Ortega J, Brewer M, Oberleas D, Schoemaker EB. Trace elements in sickle cell disease. *J Am Med Assoc* 235 : 2396, 1976
- 34) Morley JE, Gorden J, Hershman JM. Zinc deficiency, chronic starvation, and hypothalamic-pituitary-thyroid function. *Am J Clin Nutr* 33 : 1767, 1980
- 35) Pories WJ, Henzel JH, Rob CG, Stirrain WH. Experimental mesenteric venous occlusion : III. diagnosis and treatment of induced mesenteric venous thrombosis. *Ann Surg* 165 : 432, 1966
- 36) Dokumov SI. Serum copper and pregnancy. *Am J Obst and Gynec* 11 : 220, 1968
- 37) Hambidge KM, Droegemueller W. Changes in plasma & hair concentrations of zinc, copper, chromium, and manganese during pregnancy. *Obst Gynec* 44 : 666, 1974
- 38) Shelia VC, Love AHG, FRCP, Thompson W, MRC. Zinc concentration in hair and serum of plasma pregnant woman in Belfast. *Am J Clin Nutr* 34 : 2800, 1981
- 39) 구성자 · 고인석. 여드름 환자 혈청중의 아연함량조사. 경희대 약대 논문집 8 : 8, 1980
- 40) 채범석 · 석영건 · 박동수. 원자 흡광 분광 분석법에 의한 혈청 Zn의 측정. *한국영양학회지* 4 : 1, 1971
- 41) 조혜경. 숙명여자대학교 석사학위 논문, 1982
- 42) 강명춘. 채식하는 여자대학생의 영양상태와 혈청아연 함량에 관한 연구. 삼육대학 논문집, 17 : 285, 1985
- 43) Mckenzie JH. Content of zinc in serum, urine, hair and toenails of New zealand adults. *Am J Clin Nutr* 32 : 570, 1979
- 44) Ashe JR, Schofield FA, Gram MR. The retention of calcium, iron, phosphorus, and magnesium during pregnancy : the adequacy of prenatal diets with and without supplementation. *Am J Clin Nutr* 32 : 286, 1979
- 45) David Blackwell. 기초통계학 문은당 1982
- 46) King JC, Stein T, Doyle M. Effect of vegetarianism on the zinc status of pregnant woman. *Am J Clin Nutr* 34 : 1049, 1981
- 47) Sarram M, Younessi M, Khorvash P, Kfoury GA, Reinhold JG. Zinc nutrition in human pregnancy in Fars provance, Iran. *Am J Clin Nutr* 22 : 726, 1969
- 48) Davies I JT, Musa M, Dormandy TL. Measurements of plasma zinc. *J Clin Pathol* 21 : 359, 1968
- 49) Hambidge KM, Krerbs NF, Jacobs MA, Favier BS, Guyette L, Ikle DN. Zinc nutritional status during pregnancy. *Am J Clin Nutr* 37 : 429, 1983
- 50) Halstead JA. Plasma-zinc in psoriasis. *Lancet* 2 : 278, 1968
- 51) Berfenstam R. Studies on blood zinc. A clinical and experimental investigation into the zinc content of plasma and blood corpuscles with special reference to infancy. *Acta Pediat* 87 : 105, 1952
- 52) Scraer KK, Calloway DH. *Nutr Metabol* 17 : 205, 1974
- 53) Tuttle S, Aggett PJ, Campbell DM, MacGillivray I. *Proc Nutr Soc* 43 : 45A, 1984
- 54) Swanson CA, King JC. Reduced serum zinc concentration during pregnancy. *Obstet & Gynec* 62 : 313, 1983
- 55) Sandstead HH, Glasser SR, Gillespie DD. Zinc (scientific session 중 nutrition 부분). *Fed Proc* 29 : 297, 1970
- 56) Tuttle S, Aggett PJ, Campbell DM, MacGillivray I. Zinc and copper nutrition in human pregnancy.

임신부의 혈장아연 및 구리농도

- Am J Clin Nutr* 41 : 1032, 1985
- 57) O'Dell B, Burpe L, Savage J. Evaluation of zinc availability in foodstuffs of plant and animal origin. *J Nutr* 102 : 653, 1972
- 58) Breskin MW, Worthington Roberts BS, Knopp RH. First trimester serum zinc concentrations in human pregnancy. *Am J Clin Nutr* 38 : 943, 1983
- 59) Warcany J. Congenital malformations of the central nervous system in rats produced by maternal zinc deficiency. *Teratology* 5 : 319, 1971
- 60) Earl B Dawson, James Albers, WJ McGanity. Serum zinc changes due to iron supplementation in teen-age pregnancy. *Am J Clin Nutr* 50 : 848, 1989
- 61) Mohamed MA, Fattah FK, Ibrahim M. Ceruloplasmin and copper level in maternal and cord blood in the placenta in normal pregnancy and in pre-eclampsia. *Acta Obstet Gynecol Scand* 55 : 383, 1976
- 62) O'Reilly S. Observations on ceruloplasmin and methods for its estimation. *Neurology* 11 : 259, 1961