

임신기간 중 철 섭취가 모체와 제대 혈청의 미량 무기질 농도에 미치는 영향

김혜라* · 임현숙**§

전남대학교 생활과학대학 식품영양학과, * 전남대학교 생활과학연구소**

Iron Intake During Pregnancy on Serum Concentrations of Trace Minerals in Mothers and Neonates

Kim, Hye-Ra* · Lim, Hyeon-Sook**§

Department of Food & Nutrition, * Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea
Human Ecology Research Institute, ** Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

ABSTRACT

It is a common clinical practice to recommend taking iron supplements for pregnant women during gestation. Although it is required to ensure adequate iron stores during pregnancy, there has been some debate over the interference effects of excessive iron load, because it is possible to compete in the transport in the intestine and placenta and in binding to serum proteins of other trace minerals. In this study, maternal and neonatal serum concentrations of Fe, Zn, Cu, Se, Cr, Mn, and Co were assessed along with maternal Fe intakes. A total of 124 pregnant women and their term neonates participated voluntarily in this research. The women were divided into one of the three groups {high Fe intake (HFI), median Fe intake (MFI), and low Fe intake (LFI)} by their total Fe intakes and one of the two groups (Anemic and Normal) by their Fe nutritional status. All the data were compared among the three groups and between the two groups also. Total Fe intakes of HFI, MFI, and LFI groups were 140.8 ± 76.1 , 68.0 ± 11.2 , and 30.2 ± 8.6 mg/day, respectively. Those of Anemic and Normal groups were 90.1 ± 74.8 and 86.6 ± 46.8 mg/day, respectively. Maternal Hb concentration and Hct were not significantly different among HFI, MFI, and LFI groups but those were significantly different between Anemic and Normal groups. However, neonatal Hb concentration was not significantly different among HFI, MFI, and LFI groups and between Anemic and Normal groups either. Maternal serum Fe concentrations of the three groups, HFI, MFI, and LFI, were similar but that of Anemic group was significantly lower compared to Normal group. However, there was no significant difference in neonatal serum Fe concentrations among the three groups and between the two groups either. Serum concentrations of the other trace minerals in both mothers and neonates were not significantly different among HFI, MFI, and LFI groups and between Anemic and Normal groups. In addition, in the maternal serum, Fe concentration was positively correlated to Zn and Se concentration, respectively. As for the neonatal serum, Fe concentration showed a positive correlation to Zn, Cu, Mn, Se, and Co concentration, respectively. No trace mineral concentration was found to correlate negatively to Fe concentration in both maternal and neonatal serum. The results in this study indicate that Fe intakes of pregnant women, even if it is considerably above the level of estimated average requirement (EAR), may not affect serum Fe concentration in both mothers and neonates. In addition it might not influence adversely on the availability of other trace minerals including Zn and Cu in both mothers and neonates. (Korean J Nutr 2008; 41(3): 242~253)

KEY WORDS : iron, zinc, trace minerals, pregnant women, umbilical cord blood.

서 론

미량 무기질은 체내에 존재하는 전체 무기질의 1% 이

하이며 그 필요량은 하루 100 mg 미만으로 매우 소량이다. 그럼에도 불구하고, 철 (Fe)을 비롯해 아연 (Zn), 구리 (Cu), 셀레늄 (Se), 크롬 (Cr), 망간 (Mn) 및 코발트 (Co) 등은 생명유지에 필수적인 역할을 수행한다.

미량 무기질의 생체이용률은 일반적으로 섭취량과 형태 및 미량 무기질과 함께 섭취된 단백질이나 비타민 C 또는 식이섬유나 수산 등 증진인자나 저해인자에 의해 영향을

접수일 : 2008년 3월 19일

채택일 : 2008년 4월 1일

§ To whom correspondence should be addressed.

E-mail : limhs@jnu.ac.kr

받는다. 이외에 물리·화학적 성질이 비슷한 무기질들은 흡수과정에서 서로 영향을 주고받을 수 있다. 이러한 이유로, 과량의 철을 보충·섭취하면 장내 철 농도가 현저하게 증가해 아연이나 구리를 비롯한 미량 무기질의 흡수를 저해할 수 있을 것이다.¹⁾ 태반에서도, 이와 같은 이유로, 모체 혈액에 철 농도가 과다하게 높으면 태아로 전달되는 다른 미량 무기질의 수송이 억제될 수 있을 것이다. 임신 여성이 철을 과다하게 보충·섭취하면 모체나 태아의 아연 영양상태에 부정적인 영향을 끼친다는 일부 보고가 있다.²⁾

우리나라 성인 여성의 미량 무기질 영양상태에 관한 자료는 많지 않으나, 아연이나 구리 섭취량이 충분하지 않은 것으로 보인다.³⁻⁶⁾ 그러므로 임신 여성이 철을 보충·섭취할 때 아연이나 구리 등 미량 무기질의 생체이용률에 얼마나 부정적인 영향을 미칠 것인지에 대해 규명할 필요성이 크다. 철 영양만을 고려한다면, 철을 임신 초기부터 보충·섭취하는 것이 바람직하며 임신 후반기에 들어 보충·섭취를 시작하는 경우 복용량을 증가하는 것이 바람직하다.⁷⁾ 그러나 철의 보충·섭취가 다른 미량 무기질 영양에 어떠한 영향을 끼치는지 알아야 보다 확실하게 효과적인 철의 보충·섭취 방안을 마련할 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 임신기간 중 모체의 철 섭취량이 모체와 태아 혈청의 철, 아연, 구리, 셀레늄, 크롬, 망간 및 코발트 등 미량 무기질 농도에 끼치는 영향을 규명해보고자 하였다.

연구방법

연구대상자

본 연구는 광주광역시에 소재한 E 산부인과에서 2005년 5월부터 2005년 8월 사이에 정상아를 분만한 산모들 중 본 연구의 취지에 동의한 200명을 대상으로 하여 수행되었다. 이들 연구대상자 중 철 보충제의 복용상태를 분명하게 기록하지 않은 경우와 제대 혈에 용혈 현상이 발생한 경우 및 모체 또는 제대 혈청의 철 농도가 표준편차의 2배수를 벗어난 경우를 제외하고 124명의 자료를 분석하였다.

연구대상자의 일반사항 조사

연구대상자의 일반사항으로 나이, 분만횟수 및 산과력과 신장 및 임신 전 체중을 직접 면접법으로 조사하였다.

철 섭취량 조사

식사를 통한 철 섭취량은, 연구대상자가 분만 후 입원실에서 휴식을 취하는 때에 개별 방문하여, 반정량섭취빈도법으로 조사하였다. 반정량섭취빈도 조사지는 2001년 국민건강·영양조사⁸⁾에서 나타난 20~29세 및 30~45세 여

자의 다소비섭취율이 90% 이상인 식품 34종을 선택하여 다음과 같이 구성하였다. 즉 섭취량은 3수준(적음, 보통, 많음)으로 구분하였고 섭취빈도는 9수준(하루에 3회, 2회 또는 1회, 일주일에 5~6회, 3~4회 또는 1~2회, 한 달에 2~3회 또는 1회 및 거의 안 먹음)으로 구성하였다. 이때 “보통” 섭취량의 분량은 한국인의 1인 1회 분량⁹⁾과 식품교환표⁹⁾를 참고하여 정하였고, “적음”은 보통의 75%로 하였으며, “많음”은 보통의 150%로 하였다. 연구대상자들에게는 임신 후반기에 섭취한 일상식사를 기준으로 하여 응답하도록 하였다. 이 조사 자료에 근거하여 CAN-Pro 3.0¹⁰⁾을 이용해 식사를 통한 철 섭취량을 산출하였다.

보충제를 통한 철 섭취량은, 식사섭취상태 조사 시에, 연구대상자들이 섭취한 철 보충제의 종류와 복용량, 복용빈도 및 복용기간 등을 조사하여, 이들 자료로부터 철 복용량을 산출하였다.

혈액 시료의 채취와 적혈구수, Hb 농도 및 Hct 분석

모체의 혈액은 분만 직전에 전주정맥에서 10 mL 정도를 채혈하였다. 제대 혈액은 분만 직후 절단된 제대로부터 흐르는 혈액을 10 mL 정도 채취하였다. 모체 혈액의 적혈구수와 혈색소(Hb) 농도 및 적혈구 용적비(Hct)는 체혈즉시 자동혈구분석기(ABX MICROS 60-OT, France)를 이용해 분석하였다. 제대 혈액의 Hb 농도는 Drabkin 시약(Hemo-s reagent, 영동제약(주), 한국)을 이용해 비색법으로 측정하였다. 나머지 모체 혈액과 제대 혈액은 각각 원침 시켜 혈청을 분리한 후 일정액씩 분주하여 미량 무기질을 분석할 때까지 -70°C에 저장하였다.

혈액 시료의 미량 무기질 정량

모체와 제대의 혈청 시료는 마이크로파 분해법(Microwave digestion)으로 산 분해하였다. Microwave(Mars-5, CEM, Matthews, USA)의 전용 closed vessel(XP 1500, Matthews, USA)에 1 g/dL 정도의 질산-과산화수소(NH₄:H₂O₂ = 5:1) 혼합시약을 먼저 넣고, 2 g 정도의 혈청 시료를 넣은 다음, 상동 혼합시약을 혈청 시료 무게에 정확히 5배가 되도록 더 넣었다. 시료 35번째마다 데이터를 보정하기 위해 상동 혼합시약을 blank로 넣었다. 1단계 분해를 15분 동안 실시하고(Stage 1), 3분간 휴지기를 두었다가, 다시 5분 동안 2단계 분해(Stage 2)를 실시하였다.

혈청 무기질 농도는 Table 1과 같이 ICP-MS(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer; Agilent 7500a, Agilent Tech. USA)로 측정하였다. 철, 아연, 구리, 셀레늄, 크롬, 망간 및 코발트의 함량을 각각의 표준시

료를 사용하여 얻은 표준곡선을 이용해 구하였다.

임신의 결과

임신의 결과로 제태기간과 모체의 임신 중 체중증가량 및 신생아의 체위와 아프가 지수를 구하였다. 제태기간은 최종 월경일과 분만일을 연구대상자의 산과기록에서 얻어 산출하였다. 모체의 임신 중 체중증가량은 임신 전 체중에서 분만 직전 체중의 차이를 구해 계산하였다. 분만 직후 측정된 신생아의 체중, 신장, 두위 및 흉위 값과 분만 후 5분에 측정된 아프가 지수는 신생아 기록에서 구하였다.

통계처리

본 연구에서 구한 모든 자료의 통계처리는 SPSS (Statistical Package for the Social Science) Windows 12.0을 이용하여 수행하였다. 모체의 철 섭취량과 철 영양상태가 모체 혈청과 제대 혈청의 미량 무기질 농도와 임신의 결과에 미친 영향을 규명하기 위해 124명의 연구대상자를 이들의 총 철 섭취량에 따라 저철섭취군 (low Fe intakes; LFI), 중철섭취군 (median Fe intakes; MFI) 또는 고철섭취군 (high Fe intakes; HFI)으로 구분하였고 또한 이들의 철 영양상태에 따라 정상군 (Normal)과 빈혈군 (Anemic)으로 나누었다 (Table 2).

Table 1. Analytical condition of ICP-MS for serum trace minerals

Source	Condition	
	Argon plasma	
Plasma condition	RF ¹⁾ power	1200 W
tuning	RF generator	27.12 MHz
parameters	frequency	
	RF matching	1.55 V
	Sample depth	8 mm
	Torch-H & Torch-V	1.2 mm & 0.1 mm
	Auxiliary gas flow rate	15 L/min
	Carrier gas flow rate	1.14 L/min
Nebulizer & the gas flow rate	Babington	1 L/min
Peristaltic pump		0.1 rps
Sample uptake rate		0.4 L/min
S ²⁾ /Temp		2°C

¹⁾ Radio frequency

²⁾ Spray chamber

Table 2. Groups divided by maternal total Fe intakes or Fe nutritional status

Group	By total Fe intakes			By Fe nutritional status	
	LFI	MFI	HFI	Anemic	Normal
Criteria	< 45 mg/day	45-89.9 mg/day	≥ 90 mg/day	Hb < 11.0 g/dL and/or Hct < 33%	Hb ≥ 11.0 g/dL and Hct ≥ 33%
N	30	42	52	36	88

HFI: high Fe intake, MFI: median Fe intake, LFI: low Fe intake, Hb: hemoglobin, Hct: hematocrit

LFI군은 총 철 섭취량이 한국인 영양섭취기준 (Dietary Reference Intakes for Koreans: KDRI)에 철의 상한섭취량인 45 mg/day 미만, MFI군은 동 상한섭취량의 1배 이상 2배 미만인 45~89.9 mg/day를 그리고 HFI군은 동 상한섭취량의 2배 이상인 90 mg/day 이상을 섭취한 연구대상자로 하였다. LFI군, MFI군 및 HFI군은 각각 52명, 42명 및 30명이었다. 이들 세 군 간의 평균의 비교는 일원분산분석 (ANOVA)과 Tukey's test로 검정하였다.

한편 Normal군은 WHO의 임신 3/3분기 빈혈판정기준¹²⁾에 따라 Hb 농도가 11 g/dL 이상이고 Hct가 33% 이상인 연구대상자로 하였고, Anemic군은 Hb 농도나 Hct 중 하나라도 동 기준에 미달된 연구대상자로 하였다. Normal군은 88명이었고 Anemic군은 36명이었다. 두 군 간의 평균의 차이는 Student t-test로 비교하였다.

모체 혈청과 제대 혈청의 무기질 간 농도의 차이는 paired t-test로 검증하였다. 모체 혈청과 제대 혈청의 철 및 기타 미량 무기질 농도와 상관성은 Pearson의 상관계수 (Pearson's correlation coefficients)와 단순회귀분석 (Stepwise Simple Regression Analysis)을 이용하여 검정하였다. 모든 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

연구대상자의 일반사항

본 연구대상자의 일반사항인 연령, 임신횟수, 신장, 임신 전 체중은 Table 3과 같다. 이들 연구대상자의 일반사항은 모두 총 철 섭취량에 따른 세 군 간에는 물론 철 영양상태에 따른 두 군 간에도 유의적 차이가 없었다.

모체 혈액의 혈구학적 특성 및 제대 혈액의 Hb 농도

본 연구대상자의 모체 혈액의 혈구학적 특성과 제대 혈액의 Hb 농도는 Table 4와 같다. 모체 혈액의 적혈구 수, Hb 농도 및 Hct는 모두 모체의 총 철 섭취량에 따른 세 군 간에 유의하게 다르지 않았다. Anemic군은 빈혈상태의 연구대상자로 구분하였으므로 Normal군에 비해 이들 세 가지 지표 모두 유의하게 낮았다.

제대 혈액의 Hb 농도는 모체의 총 철 섭취량에 따른 세 군 간에는 물론 철 영양상태에 따른 두 군 간에도 유의적 차이가 없었다. 제대 혈액의 Hb 농도는 모체 혈액의 Hb 농도에 비해 상당히 높았는바, HFI군, MFI군 및 LFI군 각각 24%, 28% 및 20%씩 높았고, Normal군은 17% 높았던 반면에 Anemic군은 47%나 높았다.

철 섭취량

본 연구대상자가 임신 후반기에 섭취한 철은 Table 5와

같다. 식사로 섭취한 철은 14.1 ± 3.0 (6.9~20.8) mg/day 이었다. 본 연구대상자들은 모두 임신기에 철 보충제를 복용하였는데, 복용 기간은 19.7 ± 5.6주이었으며, 복용 시기는 대부분의 경우 임신 20주부터 분만 시까지였다. 보충제를 복용한 기간 중 철 복용량은 75.3 ± 67.5 (3.3~483.3) mg/day이었다. 따라서 식사와 보충제를 통한 총 철 섭취량은 89.4 ± 67.7 (11.2~499.4) mg/day이었다.

식사를 통한 철 섭취량은 총 철 섭취량에 따른 세 군 간에 다르지 않았으나, 보충제를 통한 철 섭취량은 HFI군이

Table 3. General characteristics of the women by the groups

	By total Fe intakes			By Fe nutritional status	
	LFI	MFI	HFI	Anemic	Normal
Age (year)	31.1 ± 3.7	30.8 ± 4.4	30.7 ± 4.0	31.1 ± 4.2	30.7 ± 4.0
Parity (N)	1.7 ± 0.7	1.8 ± 0.8	1.7 ± 0.9	2.0 ± 1.0	1.6 ± 0.7
Ht (cm)	161.2 ± 5.2	162.6 ± 5.2	161.1 ± 4.2	162.2 ± 5.3	161.4 ± 4.6
Wt at prepregnancy (kg)	53.4 ± 7.3	54.2 ± 6.6	54.4 ± 4.8	52.4 ± 5.6	53.6 ± 6.4

Values are mean ± standard deviation.

There is no significant difference among the 3 groups by total Fe intakes by ANOVA with Tukey's test and between the 2 group by Fe nutritional status by Student t-test at p < 0.05.

HFI: high Fe intake, MFI: median Fe intake, LFI: low Fe intake, Ht: height, Wt: weight

Table 4. Hematological data of the women and their neonates by the groups

	By total Fe intakes			By Fe nutritional status	
	LFI	MFI	HFI	Anemic	Normal
Maternal					
RBC (10 ⁶ /mm ³)	3.9 ± 0.4	3.9 ± 0.4	3.9 ± 0.3	3.6 ± 0.4 ^b	4.0 ± 0.3 ^a
Hb (g/dL)	11.6 ± 1.4	11.4 ± 1.4	11.6 ± 1.4	9.9 ± 1.1 ^b	12.2 ± 0.8 ^a
Hct (%)	35.9 ± 4.0	35.2 ± 4.1	35.8 ± 4.0	30.8 ± 3.5 ^b	37.6 ± 2.2 ^a
Neonatal					
Hb (g/dL)	13.9 ± 1.8	14.6 ± 1.0	14.5 ± 1.2	14.6 ± 1.2 ^a	14.3 ± 1.2 ^a

Values are mean ± standard deviation.

There is no significant difference among the 3 groups by total Fe intakes by ANOVA with Tukey's test at p < 0.05.

Values with different small superscripts are different significantly between the 2 groups by Fe nutritional status by Student t-test at p < 0.05.

HFI: high Fe intake, MFI: median Fe intake, LFI: low Fe intake, RBC: red blood cell, Hb: hemoglobin, Hct: hematocrit

Table 5. Dietary, supplementary, and total Fe intakes of the women by the groups

	By total Fe intakes			By Fe nutritional status	
	LFI	MFI	HFI	Anemic	Normal
Dietary Fe intakes					
mg/day	13.1 ± 3.3 ^a	14.4 ± 3.1 ^a	14.3 ± 2.5 ^a	13.6 ± 3.5	14.2 ± 2.7
Supplementary Fe intakes					
Period (wk)	20.5 ± 7.0 ^a	19.2 ± 6.0 ^a	19.6 ± 4.2 ^a	18.2 ± 6.1	20.3 ± 5.3
mg/day	17.6 ± 8.8 ^c	52.8 ± 11.7 ^b	126.3 ± 76.1 ^a	73.0 ± 46.5	76.0 ± 74.5
Total Fe intakes					
mg/day	30.2 ± 8.6 ^c	68.0 ± 11.2 ^b	140.8 ± 76.1 ^a	86.6 ± 46.8	90.1 ± 74.8

Values are mean ± standard deviation.

Values with different small superscripts are different significantly among the 3 groups by total Fe intakes by ANOVA with Tukey's test at p < 0.05.

There is no significant difference between the 2 group by Fe nutritional status by Student t-test at p < 0.05.

HFI: high Fe intake, MFI: median Fe intake, LFI: low Fe intake

가장 많았고, MFI군이 다음으로 많았다. 그러나 철 영양상태에 따라 구분한 Anemic군과 Normal군 간에는 식사 철, 보충제 철 및 총 철 섭취량 모두 유의적 차이가 없었다.

모체 혈청의 미량 무기질 농도 및 철 농도와의 관련성

본 연구대상자의 모체 혈청의 미량 무기질 농도는 Table 6과 같다. 철 농도는 148.3 ± 74.1 (32.7~374.6) $\mu\text{g/dL}$ 이었고 개인 간 변이가 12배 정도이었다. 총 철 섭취량에 따른 세 군 간에 혈청 철 농도는 서로 다르지 않았다. 다만 Anemic군은 Normal군에 비해 유의하게 낮은 혈청 철 농도를 보였다. 한편 혈청 철 농도는 Hb 농도 ($r = 0.356$, $p < 0.01$) 및 Hct ($r = 0.293$, $p < 0.01$)와 유의한 양의 관련성을 보였다.

아연 농도는 40.9 ± 8.9 (18.0~64.7) $\mu\text{g/dL}$ 이었고 개인 간 변이는 3.5배 정도이었으며, 구리 농도는 190.9 ± 40.0 (115.8~345.0) $\mu\text{g/dL}$ 로 개인 간 변이는 3배 정도이었다. 셀레늄 농도는 6.1 ± 2.4 (2.4~28.5) $\mu\text{g/dL}$ 로 개인 간 변이가 혈청 철 농도처럼 12배 정도로 컸다. 크롬, 망간 및 코발트 농도는 각각 2.8 ± 1.0 (1.3~7.5) $\mu\text{g/dL}$, 270.3 ± 179.0 (50.0~1,290.0) $\rho\text{g/dL}$ 및 36.0 ± 36.0 (0.0~200.0) $\rho\text{g/dL}$ 이었으며, 개인 간 변이는 각각 5배

정도, 26배 정도 및 수백 배에 달하였다. 이들 6종 미량 무기질의 모체 혈청 농도는 총 철 섭취량에 따른 세 군 간에는 물론 Anemic군과 Normal군 간에도 유의하게 다르지 않았다.

한편 모체 혈청의 철 농도는 이들 6종의 미량 무기질 중에서, Fig. 1처럼, 아연 ($r = 0.412$, $p < 0.01$) 및 셀레늄 농도 ($r = 0.186$, $p < 0.05$)와 각각 유의성 있는 양의 상관성을 보였다.

제대 혈청의 미량 무기질 농도 및 철 농도와의 관련성

본 연구대상자의 제대 혈청의 미량 무기질 농도는 Table 7과 같다. Fe 농도는 267.2 ± 85.1 (97.0~584.0) $\mu\text{g/dL}$ 이었고, 개인 간 변이는 모체 혈청에서 보인 변이보다는 크게 낮았으나 6배 정도로 적지 않았다. 아연 농도는 61.7 ± 8.8 (33.4~82.4) $\mu\text{g/dL}$ 이었고, 개인 간 변이는 모체 혈청보다는 다소 적은 2.5배 정도이었다. 구리 농도는 46.9 ± 10.1 (27.5~89.5) $\mu\text{g/dL}$ 이었고 개인 간 변이는 모체 혈청과 같이 3배 정도이었다. 셀레늄 농도는 4.19 ± 0.4 (2.06~6.42) $\mu\text{g/dL}$ 이었으며 개인 간 변이는 모체 혈청보다 크게 작아 3배 정도의 차이를 보였다. 크롬, 망간 및 코발트 농도는 각각 2.7 ± 1.2 (1.4~7.4) $\mu\text{g/dL}$, $457.9 \pm$

Table 6. Maternal serum concentrations of trace minerals by the groups

	By total Fe intakes			By Fe nutritional status	
	LFI	MFI	HFI	Anemic	Normal
Fe $\mu\text{g/dL}$	165.7 ± 81.6	138.0 ± 62.6	146.6 ± 77.6	107.9 ± 62.3^b	164.8 ± 72.4^a
Zn $\mu\text{g/dL}$	40.9 ± 1.0	39.8 ± 7.5	42.0 ± 9.4	38.5 ± 9.7^a	41.9 ± 8.5^a
Cu $\mu\text{g/dL}$	196.9 ± 29.0	190.1 ± 42.0	188.1 ± 44.0	188.5 ± 52.5^a	191.8 ± 33.9^a
Se $\mu\text{g/dL}$	6.8 ± 4.3	5.9 ± 1.5	5.9 ± 1.2	5.8 ± 1.5^a	6.2 ± 2.7^a
Cr $\mu\text{g/dL}$	2.7 ± 0.8	2.9 ± 1.1	2.7 ± 1.1	2.8 ± 1.0^a	2.7 ± 1.1^a
Mn $\rho\text{g/dL}$	281.7 ± 156.8	267.6 ± 188.3	266.0 ± 186.2	260.0 ± 165.2^a	274.5 ± 185.1^a
Co $\rho\text{g/dL}$	41.0 ± 41.3	28.8 ± 27.6	38.8 ± 38.5	36.4 ± 32.4^a	35.8 ± 37.6^a

Values are mean \pm standard deviation.

There is no significant difference among the 3 groups by total Fe intakes by ANOVA with Tukey's test at $p < 0.05$.

Values with different small superscripts are different significantly between the 2 groups by Fe nutritional status by Student t-test at $p < 0.05$.

HFI: high Fe intake, MFI: median Fe intake, LFI: low Fe intake

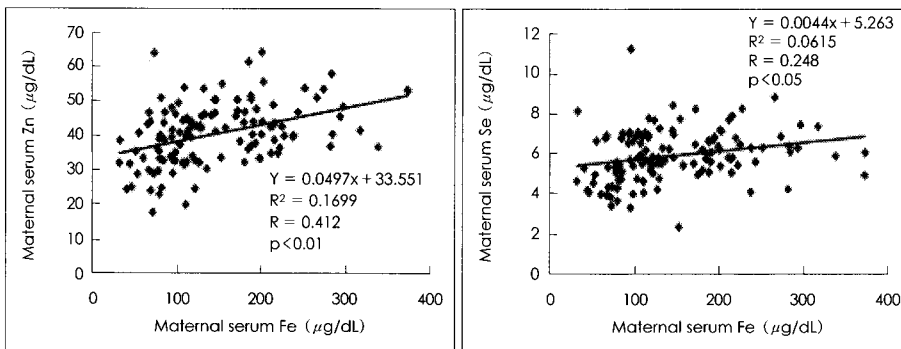


Fig. 1. Positive relationships of serum concentration of Fe to Zn and Se in mothers.

Table 7. Neonatal serum concentrations of trace minerals by the groups

		By total Fe intakes			By Fe nutritional status	
		LFI	MFI	HFI	Anemic	Normal
Fe	μg/dL	252.7 ± 80.4	259.2 ± 75.2	270.4 ± 95.6	264.4 ± 75.8	268.3 ± 88.9
Zn	μg/dL	62.3 ± 9.7	62.0 ± 7.4	61.0 ± 9.5	61.3 ± 8.8	61.8 ± 8.9
Cu	μg/dL	49.7 ± 12.0	45.9 ± 8.1	46.1 ± 10.4	45.9 ± 8.0	47.3 ± 10.9
Se	μg/dL	4.9 ± 1.0	4.1 ± 0.6	4.3 ± 0.6	4.3 ± 0.7	4.1 ± 0.7
Cr	μg/dL	2.8 ± 1.2	2.8 ± 1.3	2.6 ± 1.0	3.0 ± 1.3	2.6 ± 1.1
Mn	pg/dL	480.3 ± 155.8	471.7 ± 205.8	433.8 ± 125.4	479.4 ± 145.8	449.1 ± 170.5
Co	pg/dL	26.7 ± 22.8	20.5 ± 21.1	22.7 ± 20.6	21.9 ± 21.2	22.3 ± 21.4

Values are mean ± standard deviation.

There is no significant difference among the 3 groups by total Fe intakes by ANOVA with Tukey's test and between the 2 group by Fe nutritional status by Student t-test at p < 0.05.

HFI: high Fe intake, MFI: median Fe intake, LFI: low Fe intake

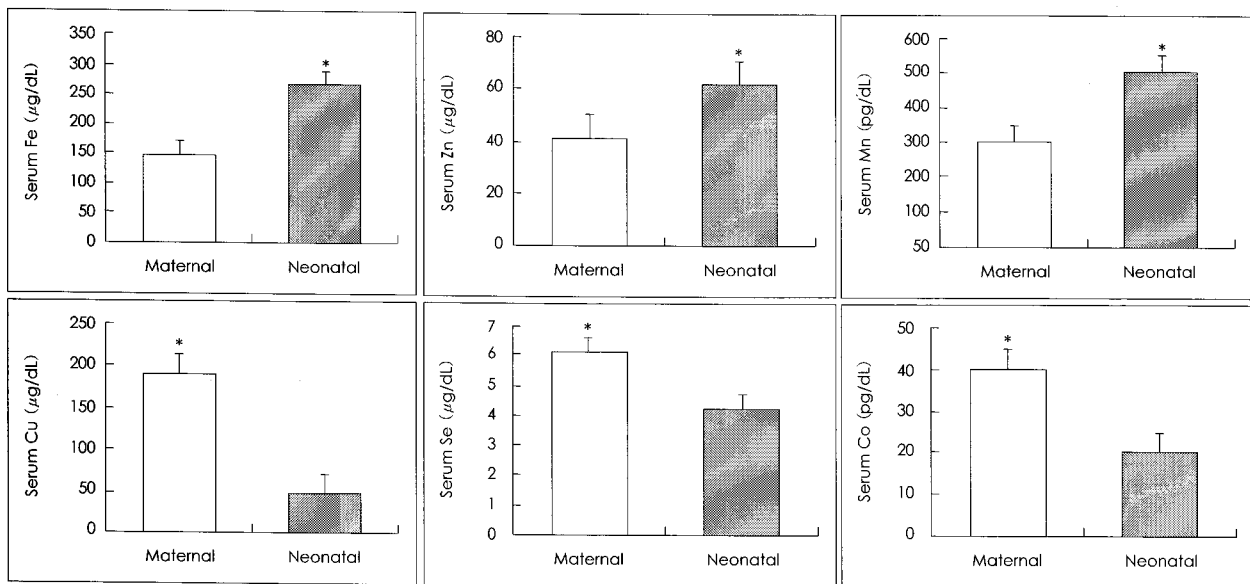


Fig. 2. Comparison of serum concentration of each trace mineral between mothers and neonates. Bars with asterisk are significantly different between maternal and neonatal serum by Student t-test at p < 0.05.

163.7 (178.8~1149.5) pg/dL 및 22.9 ± 21.3 (1.2~100.2) μg/dL이었으며, 개인 간 변이는 크롬은 모체 혈청에서와 같은 5배 정도이었고, 망간은 모체 혈청보다는 크게 작은 6.4배 정도이었으며, 코발트는 모체 혈청처럼 수백 배에 달하였다. 철을 비롯해 모든 미량 무기질의 제대 혈청 농도는 총 철 섭취량에 따른 세 군 간에 유의하게 다르지 않았고 또한 빈혈 여부에 따른 두 군 간에도 유의성 있는 차이가 없었다.

한편 제대 혈청의 철 농도는, 크롬만을 제외하고, 아연 (r = 0.325, p < 0.01), 구리 (r = 0.237, p < 0.01), 망간 (r = 0.382, p < 0.01), 셀레늄 (r = 0.243, p < 0.01) 및 코발트 (r = 0.242, p < 0.01)와 각각 유의성 있는 양의 상관성을 보였다.

모체 혈청과 제대 혈청 간 미량 무기질 농도의 차이와 관련성

모체 혈청과 제대 혈청 사이에 농도 차이가 유의하게 난 미량 무기질은 Fig. 2와 같이 크롬을 제외한 6종 모두이었다. 이 중에서 제대 혈청의 농도가 모체 혈청보다 높은 무기질은 철, 아연 및 망간이었으며, 모체 혈청의 농도 대비 각각 180%, 150% 및 167%이었다. 반면에 제대 혈청의 농도가 모체 혈청보다 낮은 원소는 구리, 셀레늄 및 코발트로 모체 혈청 농도 대비 각각 25%, 66% 및 64%이었다.

한편 모체 혈청과 제대 혈청 간에, 구리만을 제외하고, 철 (r = 0.160, p < 0.05), 아연 (r = 0.158, p < 0.05), 망간 (r = 0.499, p < 0.01), 셀레늄 (r = 0.319, p < 0.01), 크롬 (r = 0.458, p < 0.01) 및 코발트 (r = 0.618, p < 0.01)는 모두 유의한 양의 상관성이 있었다.

Table 8. Pregnancy outcomes of the women by the groups

	By total Fe intakes			By Fe nutritional status	
	LFI	MFI	HFI	Anemic	Normal
Birth wt (g)	3414 ± 486	3437 ± 441	3271 ± 402	3386 ± 407	3352 ± 400
Ht (cm)	50.8 ± 1.9	50.2 ± 2.7	50.2 ± 1.9	50.2 ± 1.4	50.4 ± 2.5
Head circ (cm)	33.7 ± 1.3	33.5 ± 1.4	33.7 ± 1.3	33.6 ± 1.3	33.7 ± 1.3
Chest circ (cm)	33.3 ± 1.4	33.5 ± 1.6	33.2 ± 1.4	33.43 ± 1.3	33.3 ± 1.4
Apgar score at 5 min	10.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0
Length of gestation (wk)	39.8 ± 1.0	39.9 ± 0.8	39.6 ± 1.1	39.5 ± 1.0	40.0 ± 1.0
Wt gain during pregnancy (kg)	13.7 ± 5.2	13.9 ± 3.6	12.4 ± 4.0	13.0 ± 4.1	13.3 ± 4.3

Values are mean ± standard deviation.

There is no significant difference among the 3 groups by total Fe intakes by ANOVA with Tukey's test and between the 2 group by Fe nutritional status by Student t-test at $p < 0.05$.

HFI: high Fe intake, MFI: median Fe intake, LFI: low Fe intake, Wt: weight, Ht: height, Circ: circumference

임신의 결과

본 연구대상자들의 임신의 결과는 Table 8과 같다. 이들에게서 만기에 태어난 신생아는 남아와 여아 각각 69명과 55명이었다. 남아가 여아보다 체중, 신장, 두위, 흉위 모두 높은 경향이었으나 유의한 차이는 아니었다. 출생 후 5분에 측정된 아프가 지수는 모두 10점이었다. 임신기간 중 체중증가량은 13.2 ± 4.2 kg이었고 제태기간은 39.8 ± 1.0 주이었다. 이러한 임신의 결과는 모두 모체의 총 철 섭취량에 따른 세 군 간에는 물론 Anemic군과 Normal군 간에도 유의적인 차이가 없었다.

고 찰

Fe 섭취량

본 연구대상자의 식사를 통한 철 섭취량은 KDRIs⁽¹¹⁾의 임신기 철의 평균필요량 (18.5 mg/day)의 76%에 해당하였다. 평균필요량을 상회하여 섭취한 대상자는 7.3%뿐이었다. 75% 이상을 섭취한 경우가 54.8%이었고, 50~75%를 섭취한 경우는 40.3%였으며, 50% 미만을 섭취한 경우도 4.9%이었다. 이러한 결과는 본인 등^(13,14)을 비롯해 여러 연구자들^(15,16)이 국내에서 이미 조사한 섭취량과 근사하며, 이들 선행연구들이 지적한 대로 식사를 통해서 임신기의 철 요구량을 충족하지 못한다는 점을 확인하였다. 반면에 보충제를 통한 철 복용량은 철의 KDRIs⁽¹¹⁾의 상한섭취량 (45 mg)의 1.7배이었다. 상한섭취량을 초과한 연구대상자가 67.7%에 달하였고, 이의 두 배인 90 mg과 세 배인 135 mg 또는 네 배인 180 mg을 넘은 연구대상자도 각각 32.3%, 12.1% 및 7.3%이었다. 극단적으로 상한섭취량의 열 배를 넘는 사례도 있었다. 이러한 결과, 본 연구대상자의

총 철 섭취량은 상동 평균필요량의 거의 5배에 달했으며 상한섭취량의 2배에 가까웠다. 총 철 섭취량이 상동 평균 필요량에 미치지 못한 연구대상자는 3.2% (4명)뿐이었다.

이러한 결과는 임신 후반기의 철 평균필요량을 식사만으로 충족하기 어렵다는 점과 함께 총 철 섭취량에 차이를 가져오는 것은 보충제를 통한 철 섭취량이라는 점을 알려준다. 식사로 섭취한 철은 총 철 섭취량에 따라 구분한 HFI군, MFI군 및 LFI군 간에 유의하게 다르지 않은 반면에 보충제로 섭취한 철은 세 군 각각 유의성 있게 달랐다. 본 연구결과가 보여준 흥미 있는 점은 모체의 철 영양상태에 따라 구분한 Anemic군과 Normal군 사이에, 예상과는 달리, 식사는 물론 보충제를 통한 철 섭취량 및 총 철 섭취량 모두 유의하게 다르지 않았다는 점이다. Anemic군의 총 철 섭취량은 Normal군과 마찬가지로 상동 평균필요량의 거의 5배에 달하였다. 철의 섭취 부족이 빈혈 발생의 중요한 원인이라는 점은 잘 알려져 있으나, 본 연구결과는 철의 유용성을 저해하는 다른 원인들의 영향이 보다 큰 것이 아닌가 생각하게 한다.

철 영양상태

본 연구대상자의 철 영양상태는 국내에서 수행된 선행연구와 비교해 크게 다르지 않았다. 전체 연구대상자의 적혈구 수와 Hb 농도 및 Hct의 평균은 WHO⁽¹²⁾의 임신 3/3분기 빈혈판정기준 (각각 11 g/dL와 33%)에 비해 높았으며, 철 보충제를 복용한 임신 중기 또는 분만 직전 국내의 선행 연구결과^(7,17)와 근사하였다. 빈혈 발생률도 상동 Hb 농도로 판정한 경우 28.2%이었고 Hct로 판정한 경우는 21.8%로 본인 등⁽¹³⁾이 보고한 임신 3/3분기 모체의 빈혈 발생률과 비슷하였다. HFI군, MFI군 및 LFI군 간에 모체 혈의 적혈구 수와 Hb 농도 및 Hct는 물론 제대 혈의 Hb

농도 모두 유의하게 다르지 않은 본 연구결과는 임신 후반기 모체의 철 섭취량이, 임신기의 평균필요량을 상회하는 수준에서는, 많다고 해서 모체와 신생아의 Hb 농도나 Hct가 더 높아지지 않는다는 점을 알려준다. Anemic군은 Normal군에 비해 모체 혈의 적혈구 수와 Hb 농도 및 Hct 모두 유의하게 낮았으나 제대 혈의 Hb 농도는 다르지 않았다. 이는 임신 후반기에 모체가 빈혈상태에 있어도 태아의 Hb 농도는 이의 영향을 받지 않고 정상을 유지할 수 있다는 점을 시사한다.

본 연구대상자의 제대 혈액의 Hb 농도 평균은 제대 혈의 빈혈판정기준 (14 g/dL)¹⁸⁾보다 높았다. 그러나 상동 기준치에 미치지 못한 연구대상자가 33.7%로 모체의 Hb 빈혈 발생률과 유사하였다. 이 결과는 임신 후반기 모체의 철 섭취량이나 철 영양상태가 아닌 다른 원인이 태아의 Hb 농도에 영향을 미치는 것이 아닌가 생각하게 한다. 모체 혈액과 제대 혈액 간에 Hb 농도의 차이를 보면 Normal군은 17% 높았던 반면에 Anemic군은 47%나 높았다.

이와 같은 본 연구결과는 임신 여성에 있어 철 섭취량이 이들의 철 영양상태에 미치는 영향이 결정적이지 않음을 시사한다. 아마도 다른 인자들, 즉 철의 생체이용률이나 임신기간 중 혈장 증가량 등 기타 요인이 보다 크게 작용하는 것이 아닌가 하는 점을 추측하게 한다. 아울러 모체의 철 섭취량이 부족해도 또한 모체가 빈혈상태에 있어도 태아는 이의 영향을 크게 받지 않는다는 점도 시사한다. 이러한 점은 모체의 빈혈이 반드시 태아에게 빈혈을 야기하지 않는다는 한국인을 대상으로 하여 수행된 대규모 연구 결과를 뒷받침한다.¹⁹⁾ 그러나 본 연구대상 임신 여성의 1/3 정도가 분만 직전에 빈혈상태에 있었고, 이들에게서 태어난 신생아의 1/3 정도가 빈혈을 보인 점으로 미루어 철 섭취량 이외에 모체의 철 영양상태 및 태아의 Hb 농도에 영향을 미치는 다른 인자들에 관한 추후 규명이 필요하다.

모체 혈청의 철 및 미량 무기질 농도

본 연구에서 전체 대상자의 모체 혈청 철 농도의 평균은 한국인 임신부에서 조사된 64.0~111.2 $\mu\text{g/dL}$ ^{17,20)}보다는 높은 경향이였다. 그러나 국외의 일부 보고인 68.3~87.1 $\mu\text{g/dL}$ ^{21,22)}보다는 높은 편이었으나 다른 보고들인 220.0~325.2 $\mu\text{g/dL}$ ^{23,24)}에 비해서는 크게 낮았다. 본 연구대상자 중에서 혈청 철 농도가 60 $\mu\text{g/dL}$ 미만으로 철 결핍상태를 보인 경우는 6.5% (8명)이었다. 모체 혈청의 철 농도가 Hb 농도와 Hct가 유의한 양의 관련성을 보인 점은, 철의 유용성 부족이 빈혈상태를 유발하였다는 점을 의미하며, 앞서 서술한 바대로, 철 섭취량 이외에 혈청 철 농도를 낮추고

결과적으로 Hb 농도와 Hct를 저하시키는 다른 원인이 있음을 시사한다.

전체 대상자의 모체 혈청 아연 농도의 평균은 한국인 임신부에서 보고된 56.5~94.0 $\mu\text{g/dL}$ ²⁵⁻²⁷⁾나 국외에서 조사된 47.0~69.6 $\mu\text{g/dL}$ ^{23,24,28,29)}보다 낮은 편이었다. 다만 외국의 일 연구결과인 25.2 $\mu\text{g/dL}$ ²²⁾보다는 높은 편이었다. 전체 대상자의 모체 혈청 구리 농도 평균은 한국인 임신부에서 조사된 114.0~143.4 $\mu\text{g/dL}$ ^{20,27)}나 몇몇 국외에서 발표된 결과인 95.9~168.7 $\mu\text{g/dL}$ ^{22,28,30,31)}에 비해서 높은 편이었다. 다만 일부 국외 자료인 215.6~240.6 $\mu\text{g/dL}$ ^{23,24)}에 비해서는 낮은 편이었다. 전체 대상자 모체 혈청의 셀레늄 농도 평균은 국내 자료는 거의 없어 비교하기 힘들고 외국에서 보고된 6.2~10.7 $\mu\text{g/dL}$ ^{22-24,31-33)}에 비해 다소 낮은 편이었다. 전체 대상자 모체 혈청의 크롬, 망간 및 코발트 농도 평균은, 이들 원소에 관한 연구결과는 흔하지 않아 비교가 힘들다. 크롬은 본인 등이 조사한 임신 3/3분기 여성의 2.4 $\mu\text{g/dL}$ ²⁰⁾보다 약간 높은 편이었고, 망간 농도 역시 상동 문헌의 240.3 $\rho\text{g/dL}$ ²⁰⁾와 국외에서 조사된 3/3분기 임신부의 230.0~236.8 $\rho\text{g/dL}$ ^{22,34)}에 비해 다소 높은 편이었다.

본 연구에서 철을 상한섭취량의 3배 이상 섭취한 HFI군의 혈청 아연 농도가 MFI군이나 LFI군에 비해 낮지 않았던 점은 소장 내에 과잉으로 존재하는 철이 아연의 흡수를 저해하지 않는다는 점을 시사한다. 모체 혈청의 철 농도가 아연 농도와 유의한 양의 상관성을 보인 결과 또한 철이 아연 흡수를 방해하지 않는다는 점을 뒷받침한다. 이러한 결과는 임신기에 철을 과다하게 섭취하는 경우 혈청 아연 농도가 저하된다는 기존의 몇몇 선행연구³⁵⁻³⁷⁾의 결과와 상반된다. 반면에 철 보충군과 미보충군 임신부 사이에 혈청 아연 농도에 차이가 없었다는 연구결과^{38,39)}를 뒷받침한다. Anemic군은 Normal군에 비해 혈청 철 농도가 유의하게 낮았으나 아연을 비롯해 6종 미량 무기질의 농도가 다르지 않았다. 이 결과 역시 철의 섭취 과다가 다른 미량 무기질의 생체이용률에 부정적인 영향을 끼치지 않는다는 점을 뒷받침한다.

제대 혈청의 철 및 미량 무기질 농도

전체 대상자의 제대 혈청 철 농도의 평균은 한국인에서 조사된 181.3~194.8 $\mu\text{g/dL}$ ^{20,40,41)}나 일부 외국에서 보고된 195.5~208 $\mu\text{g/dL}$ ^{22,42)}보다 크게 높은 편이었다. 그러나 일부 국외에서 발표된 637 $\mu\text{g/dL}$ ²⁴⁾에 비해서는 크게 낮았다. 제대 혈청의 철 농도는 모체 혈청에 비해 1.8배 정도 높았는데, 이는 1.96~2.24배^{22,24)}의 차이를 언급한 선

행 연구결과들과 일치한다. 한편 제대 혈청 철 농도의 개인 간 변이는, 모체 혈청에서보다는 작았지만, 6배에 달하였다. 태반에서 철은 능동수송 된다.²⁴⁾ 그러므로 모체의 철 영양상태와 무관하게, 태아는 자신이 필요로 하는 철을 모체로부터 획득한다고 알려져 있다. 본 연구결과만으로는 제대 혈청의 철 농도 변이가 97.0에서 584.0 $\mu\text{g/dL}$ 까지 상당한 차이를 보인 이유를 추론하기 어렵다. 앞으로 제대 혈청의 철 농도에 영향을 끼치는 요인이 무엇인지와 적정 철 농도가 얼마인지에 대한 추후 연구가 필요하다. 제대 혈청의 철 농도와 제대 혈의 Hb 농도 간에는, 모체에서와는 달리, 유의한 관련성이 없었다. 이점은 비록 제대 혈청의 철 농도가 상당한 정도의 개인 간 변이를 보였지만, 최저 수준의 경우도 태아에서 Hb 형성을 제한하지는 않았으리라 생각된다. 그러므로 제대 혈에서 빈혈기준 미만의 Hb 농도를 보인 경우 철의 유용성 이외에 다른 원인이 있지 않았을까 추측된다.

전체 대상자의 제대 혈청의 아연 농도 평균은 국외에서 보고된 일 연구의 40.7 $\mu\text{g/dL}$ ²²⁾ 보다 높았으나 대부분의 연구가 밝힌 85~108 $\mu\text{g/dL}$ ^{24,28,29)} 에 비해서는 낮은 수준이었다. 제대 혈청의 아연 농도는 모체 혈청보다 1.5배 정도 높았으며, 이는 1.48~1.81배^{24,28,29,43)} 높다고 밝힌 선행 연구결과들과 비슷하였다. 제대 혈청 아연 농도의 개인 간 변이는, 모체 혈청에서의 3.5배 정도보다 다소 적은, 2.5배 정도이었다.

전체 대상자의 제대 혈청의 망간 농도 평균은 한국인 임신여성의 482.4 pg/dL ²⁰⁾ 와 근사하였으나 오스트리아에서 보고된 547.2 pg/dL ²²⁾ 보다 낮은 편이었다. 제대 혈청의 망간 농도는 모체 혈청에 비해 1.7배 정도 높았으며, 개인 간 변이는 6배 정도로 컸으나 26배에 달한 모체 혈청에 비해서는 상대적으로 작았다.

이와 같이 철을 비롯해 아연과 망간의 제대 혈청 농도가 모체 혈청보다 높게 나온 본 연구결과는 이들 3종의 미량 무기질이 태반에서 태아 쪽으로 능동수송 된다는 점을 알려준다. 그러나 모체 혈청과 제대 혈청 간에 이들 3종의 미량 무기질 모두가 유의한 양의 상관관계를 보인 점은 이들 원소가 태반에서 태아로 수송확산에 의해서도 수송되므로 모체 혈에 철과 아연 및 망간 농도는 태아로 수송되는 총 수송량에 영향을 끼칠 수 있을 것이다.

전체 대상자의 제대 혈청의 구리 농도는 국외의 일 보고인 31~39.8 $\mu\text{g/dL}$ ³⁰⁾ 보다 높았으나 일부 국내외에서 발표된 데이터인 50.2~77.0 $\mu\text{g/dL}$ ^{20,22,24,44)} 에 비해서는 낮은 수준이었다. 제대 혈청의 구리 농도가 모체 혈청에 비해 25% 정도로 낮게 나온 점은 국외의 여러 선행연구^{22,24,28,30,31)}

가 밝힌 24~32%와 근사하였다. 제대 혈청 구리 농도의 개인 간 변이는 모체 혈청에서와 같이 3배 정도이었다.

전체 대상자의 제대 혈청의 셀레늄 농도 평균은 국외의 일부 보고인 3.4~3.7 $\mu\text{g/dL}$ ^{31,33)} 보다 높았으나 일부 국외에서 발표된 데이터인 5.3~8.9 $\mu\text{g/dL}$ ^{22,24,29)} 에 비해 낮은 수준이었다. 모체 혈청에 비해 제대 혈청의 셀레늄 농도가 66% 정도로 낮게 나온 점은 74~77%를 보고한 몇몇 선행연구^{22,24,29)} 보다 다소 낮은 편이었다. 모체 혈청의 셀레늄 농도가 12배 정도의 개인 간 변이를 보였는데 비해 제대 혈청의 셀레늄 농도는 3배 정도로 차이가 크지 않았다. 전체 대상자의 제대 혈청의 코발트 농도 평균은 모체 혈청의 64% 정도이었으며 모체 혈청에서와 마찬가지로 수백 배에 달하는 개인 간 변이를 보였다.

제대 혈청에서의 구리, 셀레늄 및 코발트 농도가 모체 혈청보다 높게 나온 본 연구결과는 태반에서 이들 3종의 미량 무기질은 수송확산으로 운반되나 태아 혈에 일정한 농도를 유지하기 위해 태아 쪽에서 모체 쪽으로 역 능동수송 하는 기전이 있는 것이 아닐까 추측하게 한다. 구리의 경우 모체 혈청과 제대 혈청 간에 상관성을 보이지 않은 점은 이를 뒷받침한다. 그러나 셀레늄과 코발트는 모체 혈청과 제대 혈청 간에 유의한 양의 상관성을 나타냈는데, 이는 이들 두 원소의 역 능동수송은 구리만큼 엄격하지 않음을 나타낸다. 그러므로 모체 혈의 셀레늄과 코발트 농도는 태아로 운반되는 총 수송량에 영향을 끼칠 수 있을 것이라 생각된다.

제대 혈청의 크롬 농도는 본인 등이 발표한 9.3 $\mu\text{g/dL}$ ²⁰⁾ 에 비해 상당히 낮은 편이었다. 제대 혈청의 크롬 농도는 모체 혈청의 농도와 차이가 없었고, 개인 간 변이도 5배 정도로 모체 혈청에서와 비슷하였다. 또한 모체 혈청과 제대 혈청의 크롬 농도 간에 중간 수준의 유의한 양의 상관성이 있었다. 이러한 결과는 태반에서 크롬의 수송이 수동적으로 이루어지며 수송을 억제하는 기전이 없음을 알려준다.

한편 제대 혈청의 미량 무기질 농도가 철을 포함해 7종 모두 총 철 섭취량에 따른 세 군 간에 유의하게 다르지 않았고, 또한 빈혈 여부에 따른 두 군 간에도 유의성 있는 차이가 없었으며, 제대 혈청의 철 농도가 아연, 구리, 망간, 셀레늄 및 코발트와 양의 관련성을 보인 점들은 임신 후반기에 철을 상한섭취량의 이상으로 과다하게 섭취하는 경우에도 아연을 비롯하여 태아의 주요 미량 무기질 영양에 부정적인 영향을 끼치지 않음을 보여준다.

임신의 결과

본 연구대상자에서 태어난 신생아의 체위는 모두 한국

소아신체발육표준치 (2002)⁴⁵⁾와 비슷하였다. 본 연구에서 조사한 임신의 결과 항목은 모두 모체의 총 철 섭취량에 따른 세 군 간에는 물론 Anemic군과 Normal군 간에도 유의한 차이가 없었다.

이러한 결과는 모체의 철 섭취량이나 철 영양상태가 태아의 성장이나 신생아의 건강상태, 제태기간 또는 임신 중 체중증가량에 영향을 끼치지 않았다는 점을 알려준다. 이는 일반적으로 알려진바, 모체 빈혈이 태아성장을 저해하는 등 임신의 결과에 부정적인 영향을 미친다는 내용⁴⁶⁻⁴⁸⁾과 상반된다. 그러나 본 연구대상자들의 철 섭취량이 LFI군의 경우도 3.2%의 대상자를 제외하고는 모두 임신기의 평균필요량을 상회한 충분한 수준이었던 점, Anemic군의 경우도 빈혈상태가 심하지 않았던 점, 제태 혈의 철 농도가 모체 혈에 비해 1.8배 정도 높았고 또한 Anemic군의 제태 혈 Hb 농도가 정상 수준으로 Normal군과 같았던 점 등으로 미루어 태아성장이 저해되는 상태는 아니었다고 판단된다.

요약 및 결론

본 연구는 임신기간 중 모체의 철 섭취량이 모체와 태아 혈청의 철, 아연, 구리, 셀레늄, 크롬, 망간 및 코발트 등 미량 무기질 농도에 미치는 영향을 규명하고자 수행되었다. 정상아를 분만한 산모들 중 본 연구의 취지에 동의한 200명을 연구대상자로 하였으며 전 연구과정에 참여한 124명의 자료를 분석하였다. 식사를 통한 철 섭취량은 반정량섭취빈도법으로 조사하여 CAN-Pro를 이용해 계산하였고, 보충제를 통한 철 섭취량은 보충제의 종류와 복용량, 복용빈도 및 복용 기간 등을 조사하여 산출하였다. 모체 혈액은 분만 전에 전완정맥에서 채취하였고 제태 혈액은 분만 후 제대에서 동·정맥 혈액 구별 없이 취하였다. 혈청 무기질 농도는 마이크로파로 산 분해한 후에 ICP-MS로 측정하였다. 본 연구대상자를 이들의 총 철 섭취량에 따라 고철섭취군 (HFI), 중철섭취군 (MFI) 또는 저철섭취군 (LFI)으로 구분하였고 또한 이들의 철 영양상태에 따라 정상군 (Normal)과 빈혈군 (Anemic)으로 나누었다. HFI군, MFI군 및 LFI군 간의 평균의 차이는 일원분산분석 (ANOVA)과 Tukey's test로 비교하였고, Anemic군과 Normal군 간의 평균의 차이는 Student t-test로 비교하였으며 모두 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다. 모체 혈청과 제태 혈청의 무기질 간 농도의 차이는 paired t-test로 검증하였으며, 철 농도와 다른 미량 무기질 농도 간의 상관성 및 모체 혈청과 제태 혈청의 동일 무기질 간 농도의 관련

성은 Pearson의 상관계수로 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

전체 연구대상자들이 식사로 섭취한 철은 14.1 ± 3.0 mg/day이었고, 보충제로 섭취한 철은 75.3 ± 67.5 mg/day이었으며, 보충제는 대체로 임신 20주부터 분만 시까지 19.7 ± 5.6 주 동안 복용하였다. HFI군, MFI군 및 LFI군의 총 철 섭취량은 각각 140.8 ± 76.1 , 68.0 ± 11.2 및 30.2 ± 8.6 mg/day이었다. Normal군과 Anemic군의 총 철 섭취량은 각각 90.1 ± 74.8 과 86.6 ± 46.8 mg/day이었다. 모체 혈액의 Hb 농도와 Hct는 HFI군, MFI군 및 LFI군 간에 다르지 않았으나, Anemic군은 Normal군에 비해 두 항목 모두 유의성 있게 낮았다. 그러나 제태 혈액의 Hb 농도는 HFI군, MFI군 및 LFI군 간에는 물론 Anemic군은 Normal군 사이에도 유의적 차이가 없었다. 모체 혈청의 철 농도는 HFI군, MFI군 및 LFI군 간에는 차이가 없었으나, Anemic군은 Normal군에 비해 유의하게 낮았다. 그러나 제태 혈청의 철 농도는, Hb 농도와 마찬가지로, HFI군, MFI군 및 LFI군 간에는 물론 Anemic군은 Normal군 사이에도 유의적 차이가 없었다. 아연과 구리를 비롯한 다른 미량 무기질 농도는 모체 혈청과 제태 혈청 모두에서 HFI군, MFI군 및 LFI군 간에는 물론 Anemic군은 Normal군 사이에도 유의적 차이가 없었다. 한편 모체 혈청에서 철 농도는 아연 및 셀레늄 농도와 각각 유의적인 상관성을 보였고, 제태 혈청에서는 철 농도와 아연, 구리, 망간, 셀레늄 및 코발트 농도 간에 각각 유의적인 관련성을 보였다. 모체 혈청과 제태 혈청 모두에서 철 농도와 역 상관성을 보인 미량 무기질은 없었다.

본 연구결과는 임신 후반기에 모체의 철 섭취량이, EAR을 상당히 초과하는 수준에서도, 모체 혈청은 물론 제태 혈청의 철 농도에 영향을 끼치지 않음은 물론 아연을 비롯해 구리, 망간, 셀레늄, 코발트 및 크롬 등 주요 미량 무기질 농도를 저하시키지 않으며, 신생아 체위 등 임신의 결과에도 부정적인 영향을 미치지 않는다는 점을 알려준다. 이는 임신기간 중에, 아연 등 다른 미량 무기질 영양에 끼칠 영향을 염려하여, 철의 보충섭취를 제한할 필요가 없다는 점을 시사한다.

Literature cited

- 1) Richard WC, Dragutin G, Smilja G, Cho K, Peter WB, N Ashley GM, Peter JA. Inorganic zinc and the intestinal absorption of ferrous iron. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 141-144
- 2) Kimberly OB, Nelly Z, Laura EC, Dong-Xiao Y, Steven AA. Influence of prenatal iron and zinc supplements on status in

- pregnant peruvian women. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 509-515
- 3) Kim CH, Paik HY, Joung HJ. Evaluation of zinc and copper status in Korean college women. *Korean J Nutr* 1999; 32(3): 277-286
 - 4) Lee JY, Choi MK, Sung CJ. The relationship between dietary intakes, serum levels, urinary excretions of Zn, Cu, Fe and serum lipids in Korean adults on self selected diet. *Korean J Nutr* 1996; 29(10): 1112-1120
 - 5) 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 Nutr* 1999; 32(6): 705-712
 - 6) Sung CJ. A study on the zinc concentration in serum and hair of Korean female collegians. *Korean J Nutr* 1984; 17(2): 137-144
 - 7) Lee J-I, Lee J-A, Lim H-S. Effect of time of initiation and dose of prenatal iron and folic acid supplementation on iron and folate nutriture of Korean women during pregnancy. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 843-849
 - 8) Korea Ministry of Health and Social Affairs. 2001 National health and nutrition examination survey report. Seoul; 2002
 - 9) Korean Dietetic Association. Food Exchange Lists. Seoul; 2005
 - 10) The Korean Nutrition Society. CAN-Pro (Computer Aided Nutritional Analysis Program for professionals). Seoul; 2005
 - 11) The Korean Nutrition Society. Dietary Reference Indexes for Koreans. Seoul; 2005
 - 12) WHO. Maternal health and safe motherhood, division of family health. The prevalence of nutritional anemia in women. Geneva; 1991
 - 13) Lee J-A, Lee J-I, Lim H-S. A study on the changes of maternal dietary iron intakes, its bioavailability, and iron status during pregnancy. *Korean J Community Nutrition* 2004; 9(2): 142-150
 - 14) Lee J-I, Kang SA, Kim S-K, Lim H-S. A cross sectional study of maternal iron status of Korean women during pregnancy. *Nutr Res* 2002; 22: 1377-1388
 - 15) Kim EK, Lee KH. Assessment of the intake and availability of dietary iron and nutrition knowledge in pregnant women. *Korean J Community Nutrition* 1998; 3(1): 53-61
 - 16) Park JA, Yoon JS. A screening tool for identifying high risk pregnant women of Fe deficiency anemia. *Korean J Community Nutrition* 2001; 6(5): 734-743
 - 17) Yu KH, Yoon JS. The effect of weekly iron supplementation on iron and zinc nutritional status in pregnant women. *Korean J Nutr* 1998; 31(8): 1270-1282
 - 18) Behrman RE, Klinman RM, Nelson WE, Vaughan III VC. Nelson Textbook of Pediatrics. 14th ed. p.481. Philadelphia: WB Saunders Co; 1992
 - 19) Koh KS, Lee CI, Oh YH, Chang YT, Hur EJ, Park JW, Lee WK, Park CH. A hospital based case-control study for the defects of maternal anemia on the preterm birth and adverse pregnancy outcome. *Korean J Obstet Gynecol* 1997; 40(5): 979-988
 - 20) Lee JI, Lim HS, Cho YS. Plasma concentrations of Fe, Cu, Mn, and Cr of maternal and umbilical cord blood during pregnancy. *Nutraceuticals & Food* 2002; 7(3): 282-286
 - 21) Carriaga MT, Skikne BS, Finley B, Cutler B, Cook JD. Serum transferrin receptor for the detection of iron deficiency in pregnancy. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 1077-1081
 - 22) Rossipal E, Krachler M, Li F, Micetic-Turk D. Investigation of the transport of trace elements across barriers in humans: studies of placental and mammary transfer. *Acta Paediatr* 2000; 89(10): 1190-1195
 - 23) Al-Saleh E, Nandakumaran M, Al-Shammari M, Makhseed M, Sadan T, Harouny A. Maternal-fetal status of copper, iron, molybdenum, selenium and zinc in insulin-dependent diabetic pregnancies. *Arch Gynecol Obstet* 2005; 271(3): 212-217
 - 24) Al-Saleh E, Nandakumaran M, Al-Shammari M, Al-Falah F, Sadan T, Al-Harouny A. Assessment of maternal-fetal status of some essential trace elements in pregnant women in late gestation: relationship with birth weight and placental weight. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2004; 16(1): 9-14
 - 25) Yu KH. The study of zinc nutritional status of pregnant women visiting in public health centers in Ulsan. *Korean J Nutr* 2000; 33(8): 848-856
 - 26) Ahn HS, Park SH. Maternal serum zinc concentration and pregnancy outcomes. *Korean J Nutr* 1999; 32(2): 182-188
 - 27) Ha EJ, Na HB. The study on concentrations of plasma zinc and copper of nonpregnant and pregnant in Korea. *Korean J Nutr* 1993; 26(3): 347-356
 - 28) Krachler M, Iqbal AS, Shahidullah M, Islam MN, Akhter S, Banu S. Serum zinc and copper levels in the maternal blood and cord blood of neonates. *Indian J Pediatr* 2001; 68(3): 523-526
 - 29) Osman K, Akesson A, Berglund M, Bremme K, Schuetz A, Ask K, Bahter M. Toxic and essential elements in placentas of Swedish women. *Clin Biochem* 2000; 33(2): 131-138
 - 30) Algerwie MH, Khatri PC. Serum copper in newborns and their mothers. *Indian J Pediatr* 1998; 65(6): 899-903
 - 31) Mice Schulpis KH, Karakonstantakis T, Gavriili S, Chronooulou G, Karikas GA, Biachos G, Papassotiriou I. Maternal-neonatal serum selenium and copper levels in Greeks and Albanians. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58(9): 1314-1318
 - 32) Li F, Rossipal E, Micetic-Turk D. Determination of selenium in serum by FI-HG-AAS and calculation of dietary intake. *Biol Trace Elem Res* 2000; 73(3): 201-210
 - 33) Micetic-Turk D, Rossipal E, Krachler M, Li F. Maternal selenium status in Slovenia and its impact on the selenium concentration of umbilical cord serum and colostrum. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54(6): 522-524
 - 34) Tholin K, Sandstrom B, Palm R, Hallmans G. Changes in blood manganese levels during pregnancy in iron supplemented and non supplemented women. *J Trace Elem Med Biol* 1995; 9: 13-17
 - 35) Hambridge KM, Krebs NF, Sibley L, English J. Acute effects of iron therapy on zinc status during pregnancy. *Obstet Gynec* 1987; 70: 593-596
 - 36) Bloxam DL, Williams NR, Waskett RJD, Pattison-Green PM, Moretji Y, Stewart SG. Maternal zinc during oral iron supplementation in pregnancy: a preliminary study. *Clin Sci* 1989; 76: 59-65
 - 37) Albers J, Cawson E, McGanity W. Effect of elevated prenatal iron supplementation on serum copper, zinc, and selenium levels. *Am J Clin Nutr* 1986; 43: 673
 - 38) Campbell-Brown M, Ward RJ, Haines AP, North WRS, Abraham R, McFadyen JR, Tumlund JR, King JC. Zinc and copper in Asian pregnancies - Is there evidence for a nutritional deficiency? *Br J Obstet Gynecol* 1985; 92: 875-885

- 39) Greger JL, Gentry-Roberts SE, Lynds JC, Voichick JS. Nutritional status in regard to iron and zinc during pregnancy and postpartum period. *Nutr Rep Internat* 1987; 36: 327-334
- 40) Kim DK. Serum iron, TIBC, and transferrin saturation in cord blood of newborns and normal pregnancy [Dssertation]. Gwangju: Chosun National University; 1979
- 41) Park DM. Evaluation by plasma ferritin assay of the influence of maternal and newborn's iron stores [Dissertation]. Seoul: Seoul National University; 1983
- 42) Maria FG, Rosa MO, Olga M. Relationship between iron status in pregnant women and their newborn babies-Investigation in a Spanish population. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1983; 72: 534-537
- 43) Krachler M, Rossipal E, Micetic-Turrrkkk D. Trace element transfer from the mother to the newborn-investigations on triplets of colostrum, maternal and umbilical cord sera. *Eur J Clin Nutr* 1999; 53(6): 486-494
- 44) Casanova BM, Moreno VAM, Ferriz MB, Casas RM, Rico deCS, Tapia BJM. Copper in the neonatal period. Maternal-fetal relations. *An Esp Pediatr* 1996; 44: 145-148
- 45) Korean Society of Pediatrics. Body growth standard value of Korean pediatrics in 1998. Available att <http://www.pediatrics.or.kr>
- 46) Liberman E, Ryan KS, Minon RR, Schoenbaum SC. Association of maternal hematocrit with premature labor. *Am J Obstet Gynec* 1988; 159: 107-114
- 47) Murphy JF, O'Rioradan J, Newcombe FG, Coles EC. Relation of hemoglobin levels in first and second trimesters to outcome of pregnancy. *Lancet* 1986; 1: 992-994
- 48) Garn SM, Ridella SA, Petzold AS, Falkner F. Maternal hematologic levels and pregnancy outcomes. *Semin in Paerinatol* 1981; 5(2):155-162