

임신기 모체 혈청과 신생아 제대혈청의 철분함량

장혜미·안홍석[†]

성신여자대학교 식품영양학과

Serum Iron Concentration of Maternal and Umbilical Cord Blood during Pregnancy

Hey Mi Jang, Hong Seok Ahn[†]

Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Anemia diagnosed early in pregnancy is associated with increased risks of low birth weight and preterm delivery. The purposes of this study were to assess the maternal iron status during pregnancy and to evaluate the relationships between the iron indices of maternal-umbilical cord serum iron and ferritin levels and pregnancy outcomes. Dietary intakes of the pregnant women were estimated by 24 hour-recall (3 times). Serum iron and ferritin levels in maternal blood and umbilical cord were measured at 1st-, 2nd-, 3rd- trimester and delivery, respectively. The mean of maternal serum iron levels of the trimester and delivery were 124.27 $\mu\text{g/dl}$, 97.03 $\mu\text{g/dl}$, 94.32 $\mu\text{g/dl}$, and 145.53 $\mu\text{g/dl}$. Those maternal levels were significantly lower than that of umbilical cord blood (222.59 $\mu\text{g/dl}$). Serum ferritin levels of maternal trimester and delivery were 22.68 $\mu\text{g/l}$, 11.09 $\mu\text{g/l}$, 14.18 $\mu\text{g/l}$ and 24.54 $\mu\text{g/l}$, which were significantly lower than those of umbilical cord blood (184.35 $\mu\text{g/l}$) ($p < 0.0001$). This prevalence of anemia of total subjects was 30.3% by WHO criteria (Hb < 11.0 g/dl, Hct $< 33\%$). Iron levels of 2nd-trimester was significantly higher in the normal group than in the anemia group. And ferritin levels of 3rd-trimester and delivery was significantly higher in the normal group than in the anemia group. Therefore, we suggest for successful pregnancy outcome and delivery differential iron supplementation programs will be carried out with individual pregnant women on the basis of pre-pregnancy nutrition. (*Korean J Community Nutrition* 10(6) : 860~868, 2005)

KEY WORDS : pregnant women · serum iron · serum ferritin · umbilical cord · pregnancy outcome

서론

철분 결핍은 여전히 전 세계적으로 가장 흔한 영양문제중 하나이다(DeMaeyer & Tegman 1985; National Research 1989; Asima 등 2004) 임신기에는 생리혈을 통한 철 손실은 없으나 모체의 혈액과 조직의 증가 및 태아의 성장 등으로 비임신기에 비해 요구량이 많아져 철분 영양상태가 불량해지기 쉽다. 임신기에는 헤모글로빈, 핵산 및 단백

질의 합성증가로 인해 조혈 작용 및 생식기능과 관련된 철분의 생리적 요구량이 증가된다(Hibbard 등 1993). 철분은 적혈구내 헤모글로빈의 구성요소로 신체 세포에 산소를 운반하므로 적혈구의 합성을 위해 지속적인 공급이 중요하다. 급성장하는 태아는 철분 요구량이 급증하여 임신 기간 중 250~300 mg의 철분을 필요로 한다(Picciano 1996). 임신중에는 적혈구 생성이 자극되어 적혈구의 수는 증가하지만 임신 10주부터 증가하기 시작하는 혈장량의 증대에 적혈구의 합성이 미치지 못해 헤모글로빈, 헤마토크리트의 농도가 감소되어 철분 결핍증상이 나타난다고 알려져 있다(Steer 2000). 특히 임신기 모체 빈혈이 저체중아 출산, 조산 및 주산기 사망 등 산과적 위험을 증가시킨다는 것이 알려지면서(Garn 등 1981; Murphy 등 1986; Ursell 2005) 빈혈발생빈도가 높은 지역에서 모체의 철분 영양상태와 임신 결과와의 상관성 연구가(Agarwal 등 1991) 수행되어

접수일 : 2005년 10월 26일

채택일 : 2005년 12월 10일

[†]Corresponding author: Hong Seok Ahn, Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, 249-1 Dongseon-dong 3-ga, Seongbuk-gu, Seoul 136-742, Korea

Tel: (02) 926-1412, Fax: (02) 921-7519

E-mail: hsahn@sungshin.ac.kr

왔으며, 임신부의 혈청 페리틴 농도와 신생아의 출생시 체중 및 조산과의 관계를 보고한 연구들(Goldenberg 등 1996; Rondo 등 1997)이 외국에서 광범위하게 수행되었다.

임신기 철분 영양상태가 불량하면 태아의 성장 발달에 지대한 영향을 미치며 빈혈인 임신부는 저체중아 또는 조산아 출산율이 정상임신부에 비해 2배 이상 높다고 보고된 바 있다(Scholl & Hodiger 1994). 국내에서 보고된 임신부의 철분 영양연구는 빈혈의 빈도와 빈혈 개선을 위한 철분 보충의 효과(Kim & Lee 1998; Yu & Yoon 1998; Yu 등 1999) 등이 대부분이다. Kim & Lee (1999)와 Lim & Kim (1998) 연구에서는 임신결과와 관련하여 모체의 철분영양의 중요성이 언급되었으며, 임신 3/3분기 모체의 빈혈이 임신결과에 미치는 영향을 조사한 연구에서는(Lim & Kim 1998)은 모체의 빈혈이 제대혈의 헤모글로빈 농도를 낮추며 태아발육에 부정적인 영향을 미칠 수 있다고 지적하였다.

체내 철분 보유량이 부족한 상태에서 임신을 하면 빈혈이 되기 쉽고 출산후 정상수준으로 회복하기까지는 시간이 걸리므로 건강한 아기의 출산과 모체의 건강관리를 위해서 임신기는 물론 임신전의 철분 영양상태를 양호하게 유지하는 것이 중요하다(Allen 2000; Worthington & Williams 1989). 임신 전반기 여성의 철분 영양상태를 분석한 Yoon 등(2003)은 철분 결핍의 경계에 있는 대상자가 많아 향후 임신 진행에 따른 빈혈을 최소화하기 위해 올바른 식생활이 필요하다고 보고하였다. 임신기의 철분영양상태를 양호하게 유지하는 것은 모체와 태아의 조혈작용과 태아 성장을 원활하게 하는데 매우 중요하다. 현재 우리나라 임신부의 철분영양상태를 파악하기 위한 체계적인 연구자료는 부족하지만 임신부의 영양상태를 파악한 연구들에 의하면 철분결핍과 빈혈은 우리나라 임신부에게 특히 우려되는 영양문제로 나타나고 있다(Bai 등 2002; Yoon 등 2003). 이에 본 연구는 일부 우리나라 임신부를 대상으로 임신 전반에 걸쳐 모체의 초기, 중기, 후기 및 분만시 혈청과 신생아 제대혈청의 철분과 페리틴 농도를 분석하여 철분 영양상태를 비교하였다.

연구내용 및 방법

1. 연구대상자 선정 및 일반사항 조사

본 연구는 서울시 소재 S 종합병원 산부인과에서 정기적 산전관리를 받으며, 임신 전과 임신 중 대사성 및 산과적 질환이 없는 정상 임신부들로 본 연구에 동의한 33명

을 대상으로 하였다. 대상자의 연령, 신장, 임신 전 체중 등을 포함한 일반사항은 설문지를 통한 직접면담으로 조사하였다. 임신 중 모체의 체중 증가량, 재태기간, 입덧 유무, 그리고 신생아의 분만 시 체중, Apgar 지수 및 임신 초기 hemoglobin, hematocrit와 같은 임신결과 항목들은 진료 기록부 열람과 설문지를 통한 직접 면담법으로 조사하였다.

2. 식이섭취조사 및 영양소섭취량 분석

각각의 임신 분기별 식이섭취량 조사는 임신 초기(10~13주), 중기(20~29주), 후기(33~37주) 총 3회에 걸쳐 직접면담을 통한 24시간 회상법으로 조사하였다. 면담 시 정확한 섭취량 조사를 위해 식품모델, 계량기 및 식품과 음식의 눈대중 자료를 사용하였다. 조사된 식품섭취량은 영양평가프로그램 Can-pro (Computer Aided Nutritional analysis program, version 2.0 전문가용)(The Korean Nutrition Society 2000)을 이용하여 영양소별 섭취량을 분석하였다.

3. 생화학적 분석

모체혈액은 임신 초기(10~13주), 중기(24~29주), 후기(32~37주) 및 분만 직 전에 각각의 상완정맥에서 취하였고, 신생아의 제대혈액은 분만 직후 신생아 제대에서 취하였다. 채취한 전혈은 1시간 정도 상온에서 보관한 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였으며 분석 전까지 polyethylene micro tube에 담아 -70℃에 냉동 보관한다.

임신 중 모체와 신생아 제대혈청의 철분 농도는 혈청 중의 트랜스페린에 결합되어있는 Fe^{3+} 을 Fe^{2+} 로 환원시킨 후 이를 Nitroso-PSAP {2-Nitroso-5-(N-propyl-N-sulfopropylamino)phenol}와 반응시켜 킬레이트 산화물을 Sisdia Fe-750 reagent를 사용하여 자동생화학분석기(Hitachi 7150)로 분석하였다(Gupta 등 1997). 또한 모체와 제대혈청의 페리틴 농도는 ferritin kit를 이용하여 CLIA (Chemiluminescence Immuno Assay)방법으로 분석하였다(Kadar 등 1981).

4. 자료 분석

본 연구의 결과는 SAS 8.0 (Strategic Application System) Package를 사용하여 통계분석 하였으며 모든 변수들은 평균값 \pm 표준편차와 백분율로 표시하였다. 혈청 농도 및 임신결과와의 상관관계(Person's correlation coefficients)를 분석하였고 임신기간별 혈청 농도의 비교는 일원분산분석(one way ANOVA)으로 유의차를 분석한 후 Turkey법으로 사후검증을 실시하였다.

연구결과

1. 일반사항

본 연구대상자의 임상적 특성은 Table 1에 제시하였다. 33명의 대상자 연령분포는 25~38세로 평균연령은 30.30

Table 1. General characteristics of the subjects (n = 33)

Age (yrs)	30.30 ± 2.94 ¹⁾
Height (cm)	161.03 ± 4.82
Pre-pregnancy weight (kg)	54.58 ± 8.34
Pre-pregnancy BMI (kg/m ²)	21.00 ± 2.77
Weight gain (kg)	12.85 ± 3.50
Pregnancy BMI	25.38 ± 4.29
Blood pressure (mmHg)	
Systolic BP	112.74 ± 12.41
Diastolic BP	67.30 ± 11.84
Duration of supplements (mon)	4.52 ± 2.18
Iron supplements (%)	24 (73) ²⁾
Deliberly type	
Vaginal	22 (66.7)
C-section	11 (3.3)

¹⁾Mean ± SD, ²⁾Number of subjects (%)

Table 2. Iron status indices of maternal blood

	Group		Total	p-value
	Normal (n = 23)	Anemic (n = 10)		
Hemoglobi (g/dl)	12.22 ± 0.75	9.6 ± 1.08	11.25 ± 1.55	<0.0001
Hematocrit (%)	35.86 ± 2.11	29.28 ± 2.87	33.43 ± 4.01	<0.0001

Table 3. Nutrient intakes of the subjects (n = 33)

	Nutrient intakes			
	1 st	2 nd	3 rd	Total
Energy (kcal)	2086.25 ± 286.05	2058.72 ± 326.82	1929.82 ± 233.77	2030.65 ± 195.32
Protein (g)	89.21 ± 24.38	86.25 ± 20.65	80.55 ± 12.71	85.43 ± 9.89
Fat (g)	62.01 ± 19.76	59.95 ± 11.80	54.771 ± 18.81	57.81 ± 11.62
Carbohydrate (g)	308.88 ± 64.93	310.47 ± 66.20	298.72 ± 53.00	306.13 ± 29.99
Iron (mg)	18.70 ± 6.01	18.92 ± 12.54	17.76 ± 4.53	17.96 ± 6.21
Supplement (mg)	-	17.57 ± 8.54	52.72 ± 26.35	-
Total Iron	18.70 ± 6.01	36.48 ± 17.92	41.43 ± 19.01	35.26 ± 15.39
Calcium (mg)	732.32 ± 199.39	798.98 ± 272.83	727.44 ± 250.74	746.93 ± 137.79
Phosphorus (mg)	1229.55 ± 328.38	1233.99 ± 293.24	1293.90 ± 241.11	1267.84 ± 127.79
Vitamin A (RE)	1024.67 ± 802.51	898.11 ± 414.78	886.01 ± 472.84	951.29 ± 329.92
Vitamin B ₁ (mg)	1.39 ± 0.51	1.46 ± 0.57	1.56 ± 0.59	1.49 ± 0.32
Vitamin B ₂ (mg)	1.42 ± 0.44	2.17 ± 3.00	1.48 ± 0.36	1.72 ± 1.02
Vitamin B ₆ (mg)	2.62 ± 0.80	2.35 ± 0.95	2.26 ± 0.67	2.44 ± 0.43
Vitamin C (mg)	141.47 ± 89.61	142.03 ± 79.61	222.58 ± 147.85	166.92 ± 63.35
Vitamin E (mg)	14.67 ± 8.79	11.71 ± 4.70	11.26 ± 5.80	12.70 ± 3.98
Cholesterol (mg)	447.22 ± 330.67	372.98 ± 223.16	316.12 ± 160.69	378.05 ± 119.61

± 2.94세였다. 임신 전 체중과 신장은 각각 54.58 ± 8.34 kg와 161.03 ± 4.82 cm이었으며 임신 전과 임신기 BMI (body mass index)는 21.00 ± 2.77과 25.38 ± 4.29로 정상범위에 속하였다. 평균 수축기와 이완기 혈압은 각각 112.74 ± 12.41 mmHg과 67.30 ± 11.84 mmHg로 다소 낮은 경향이었으나 정상범위에 속하였다. 본 대상자는 임신 중독 및 기타 합병증이 없었으며 연구대상자의 73%가 철분보충제를 복용하였으며, 분만형태는 자연분만이 22명이었고 제왕절개술을 통한 분만은 11명이었다.

임신초기 모체의 헤모글로빈 평균값은 11.25 g/dl로 WHO에 의한 임신부의 빈혈판정기준치인 11 g/dl보다 약간 높은 값이었으며, 헤마토크리트 평균은 33.43%로 임신부 빈혈판정기준치 33%를 약간 상회하였다. 본 연구대상자를 헤모글로빈과 헤마토크리트 모두 기준치 이상을 정상군으로 구분하고 한 항목이라도 기준치 미만인 경우를 빈혈군으로 구분하였을 때 33명의 대상자 중 23명은 정상군에 속하였고 10명은 빈혈군에 속하여 30.3%가 빈혈로 나타났다. 정상군과 빈혈군의 헤모글로빈과 헤마토크리트는 정상군이 유의적으로 높게 나타났다(p<0.0001) (Table 2).

2. 임신 초기, 중기, 후기 식이섭취량과 한국인 영양섭취기준 (KDRIs)

임신기간 중 섭취한 영양소는 Table 3과 같다. 식이섭취량 조사는 각각 임신 분기별로 나누어 3회를 조사하였다. 임신 분기별 에너지 섭취량은 초기 2086.25 ± 286.05 kcal, 중기 2058.72 ± 326.82 kcal, 후기 1929.82 ± 233.77 kcal로 나타났으며 평균 에너지 섭취량은 2030.65 ± 195.32

kcal이었다.

2005년 11월 발표된 '한국인 영양섭취기준'(KDRIs : Dietary Reference Intake for Koreans 2005)의 임신 여성의 에너지필요추정량(EER : Estimated Energy Requirements)은 임신으로 인한 에너지 소비량 증가와 태아 및 모체조직의 성장에 요구되는 에너지 축적량으로부터 추정하였다. 임신 3분기별 에너지필요추정량은 1/3분기는 일반여성의 에너지필요추정량에 추가로 설정하지 않았으며 (2100 kcal), 2/3분기와 3/3 분기는 체조직의 증가에 따른 추가필요량으로 계산하여 각각 340과 350 kcal를 추가로 설정하였다. 에너지필요추정량은 성별, 연령별 그리고 신체활동 정도에 따라 결정되므로 본 연구대상자의 평균연령 30.33 ± 2.94와 성별을 고려하여 30~39세의 에너지필요추정량 1900 kcal를 기준으로 한 기준치는 1/3분기 1900 kcal, 2/3분기 2240 kcal, 3/3분기 2340 kcal 이었다. 이에 따른 본 연구대상자의 임신 3분기 에너지필요추정량에 대한 섭취비율은 한국인영양섭취기준(KDRIs)의 91.07%, 91.91%, 82.47% 로 나타났다.

철분 섭취의 경우 식품으로 섭취한 철분의 양은 임신 초기, 중기, 후기의 철분 섭취량은 18.70 ± 6.01 mg, 18.92 ± 12.54 mg, 17.76 ± 4.53 mg이었다. KDRIs의 임신기 평균 필요량(EAR : Estimated Average Requirements)은 성인여성 EAR에 7.5 mg을 더한 값으로 18.5 mg이며, 임신부의 권장섭취량(RI : Recommended Intake)은 성인여성의 RI에 10 mg을 더한 24 mg이다. 본 대상자의 분기별 섭취량은 EAR과 유사하였으나 RI 24 mg에 크게 못 미쳤다. 보충제를 통한 철분 섭취는 중기 17.57 ± 8.54 mg, 후기 52.72 ± 26.35 mg으로 나타났다.

3. 임신 분기별 모체혈청과 신생아 제대혈청의 철분영양지표

Table 4는 임신 초기, 중기, 후기 및 분만 시 모체혈청과 신생아 제대혈청의 철분과 페리틴 농도 분석결과이다. 임신 초, 중, 후 모체혈청의 철분 농도는 각각 124.27 ± 57.77 µg/dl, 97.03 ± 56.67 µg/dl, 94.32 ± 54.31 µg/dl 이고 분만 시에는 145.53 ± 62.46 µg/dl이었으며, 신생아 제대혈청의 철분농도는 222.59 ± 82.62 µg/dl로 나타났다. 임신 분기별 초기, 중기, 후기 및 분만 시 모체 혈청의

철분농도는 모두 신생아 제대혈청과 유의적인 차이를 보였으며, 임신 중기와 후기 모체혈청의 철분농도는 분만 시 모체혈청농도와 유의적인 차이를 보였다(p < 0.0001).

혈청페리틴의 임신 분기별 농도는 초기, 중기, 후기 각각 22.68 ± 16.27 µg/l, 11.09 ± 9.37 µg/l, 14.18 ± 10.72 µg/l와 분만 시 24.54 ± 18.51 µg/l 이었으며, 신생아 제대혈청의 페리틴 농도는 184.35 ± 108.91 µg/l 이었다. 임신 분기별 모체혈청의 페리틴농도는 분기별 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 모체의 각 분기별 혈청농도와 신생아 제대혈청의 페리틴농도는 유의적인 차이를 보였다(p < 0.0001).

모체와 신생아 제대혈청의 철분과 페리틴 농도와 의 상관성은 Table 5에 제시하였다. 신생아 제대혈청의 철분농도는 임신 후기의 모체혈의 철분농도와는 유의적인 양의 상관성을 보였으나(p < 0.01), 초기와 중기 및 분만 시 농도와는 유의적인 관계를 보이지 않았다. 또한 신생아 제대혈청 페리틴 농도는 모체의 혈청 페리틴 농도와 유의적인 상관성을 보이지 않았다.

4. 헤모글로빈과 헤마토크리트의 빈혈판정기준에 의한 정상군과 빈혈군의 혈청농도 비교

Table 6은 연구대상자를 헤모글로빈과 헤마토크리트의 기준치(헤모글로빈 < 11g/dl, 헤마토크리트 < 33%)의 기준치 이상을 정상군으로, 나머지를 빈혈군으로 나누어 혈청 농도를 비교하였다. 정상군 23명, 빈혈군 10명씩이었으며 정상군의 임신 분기별 혈청 철분 농도는 초기, 중기, 후기 및 분만시에 122.57 ± 51.89 µg/dl, 81.21 ± 41.04 µg/dl, 88.95 ± 56.10 µg/dl, 154.60 ± 67.47 µg/dl이었다. 빈혈군의 모체의 혈청 철분농도는 114.40 ± 60.24 µg/dl, 48.25 ± 18.78 µg/dl, 80.60 ± 54.74 µg/dl와 122.83 ± 86.10 µg/dl이었고, 신생아 제대혈청농도는 236.40 ± 60.14 µg/dl

Table 5. Pearson's correlation coefficients between maternal and cord blood in serum iron and ferritin levels

		Maternal blood			
		1 st	2 nd	3 rd	at term
Cord blood	Iron	0.010	0.019	-0.201	0.552*
	Ferritin	0.280	-0.011	0.168	0.037

*: Significantly different at p < 0.01

Table 4. Concentration of serum iron and ferritin in the maternal and umbilical cord

	Maternal				Umbilical cord	p-value
	1 st	2 nd	3 rd	at term		
Iron (µg/dl)	124.27 ± 57.77 ^{abc}	97.03 ± 56.67 ^a	94.32 ± 54.31 ^a	145.52 ± 62.46 ^b	222.59 ± 82.62 ^c	<0.0001
Ferritin (µg/l)	22.68 ± 16.27 ^a	11.09 ± 9.37 ^a	14.18 ± 10.72 ^a	24.54 ± 18.51 ^a	184.35 ± 108.91 ^b	<0.0001

abc: Values with the different letter are significantly different among the trimester at p < 0.0001

Table 6. Concentrations serum iron and ferritin in maternal and umbilical cord by hemoglobin and hematocrit levels

		Maternal				Umbilical cord
		1 st	2 nd	3 rd	at term	
Iron ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	Normal (n = 23)	122.57 \pm 51.89	81.21 \pm 41.04	88.95 \pm 56.10	154.60 \pm 67.47	218.53 \pm 89.32
	Anemic [†] (n = 10)	114.40 \pm 60.24	48.25 \pm 18.78	80.60 \pm 54.74	122.83 \pm 86.10	236.40 \pm 60.14
p-value		0.544	0.042*	0.747	0.435	0.462
Ferritin ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Normal (n = 23)	26.10 \pm 14.45	12.70 \pm 10.08	16.44 \pm 10.70	23.83 \pm 10.60	204.15 \pm 113.72
	Anemic [†] (n = 10)	14.82 \pm 18.22	7.32 \pm 6.45	4.68 \pm 2.55	26.32 \pm 32.41	113.08 \pm 46.52
p-value		0.359	0.195	0.010*	0.0009**	0.095

[†]: Hemoglobin (g/dl) < 11 or Hematocrit (%) < 33, *, **: Significantly different at p < 0.05, p < 0.01 respectively

Table 7. Pregnancy outcomes of the subjects (n = 33)

Maternal	
Gestational age (wks)	39.59 \pm 1.10 ¹⁾
(day)	277.27 \pm 7.95
Weight gain (kg)	12.85 \pm 3.50
New born	
Birth weight (g)	3383.94 \pm 392.87
Apgar score	
1 min	8.73 \pm 0.67
5 min	9.61 \pm 0.56
Sex	
Boy	17 (51.5) ²⁾
Girl	16 (48.5)

¹⁾Mean \pm SD, ²⁾Number of subjects (%)

dl이었다. 임신 중기 모체의 혈청 철분농도는 정상군이 빈혈군에 비해 유의적으로 높았다.

정상군의 혈청 페리틴 농도는 임신 분기별로 초기, 중기, 후기 및 분만시 각각 26.10 \pm 14.45 $\mu\text{g}/\text{l}$, 12.70 \pm 10.08 $\mu\text{g}/\text{l}$, 16.44 \pm 10.70 $\mu\text{g}/\text{l}$, 23.83 \pm 10.60 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이었으며, 신생아 제대혈청의 페리틴 농도는 204.15 \pm 113.72 $\mu\text{g}/\text{l}$ 이었다. 임신 후기(p < 0.05)와 분만시(p < 0.001)의 혈청 페리틴 농도는 빈혈군과 비교할 때 정상군이 유의적으로 높았다.

5. 임신결과와 모체 및 신생아 제대혈청의 철분과 페리틴 농도의 상관성

Table 7에서와 같이 본 연구대상자의 평균 제태기간은 39.59 \pm 1.10주였으며, 임신 중 체중 증가량은 평균 12.85 kg이었다. 신생아의 출생 시 평균체중은 3383.94 g으로 양호하였으며, 출산 1분과 5분에 각각 측정된 Apgar 지수는 8.73과 9.61로 정상이었다.

임신결과와 임신 분기별 혈청 철분 및 페리틴 농도의 상관성은 Table 8과 같다. 임신 초기, 중기, 후기의 철분농도와 신생아 출생시 체중은 유의적이지는 않으나 음의 상관성을 보였으며, 1분 Apgar 지수도 유의적인 상관성을 보이지 않았다. 임신 초기 철분농도와 5분 Apgar 지수는 유의적인 음의 상관성을 보였고(p < 0.01), 신생아 제대혈청 철분 농

Table 8. Pearson's correlation coefficients between serum Iron & Ferritin levels and pregnancy outcomes

Iron	Birth weight	1 Apgar score	5 Apgar score	Gestational age	Weight gain
1 st	-0.257	-0.270	-0.415**	-0.023	-0.024
2 nd	-0.068	-0.070	-0.057	0.166	-0.057
3 rd	-0.014	0.116	0.111	-0.203	0.216
at term	0.199	0.081	-0.177	-0.105	-0.275
Cord blood	-0.149	0.071	-0.117	-0.367*	-0.445*
Ferritin	Birth weight	1 Apgar score	5 Apgar score	Gestational age	Weight gain
1 st	0.013	-0.285*	-0.127	0.010	-0.007
2 nd	-0.131	0.026	-0.028	0.084	0.073
3 rd	0.015	0.084	0.215	-0.208	0.290*
at term	0.313*	0.101	0.324*	-0.185	-0.194
Cord blood	-0.313*	-0.099*	-0.273	-0.016	-0.317*

*, **: Significantly different at p < 0.05, p < 0.01 respectively

도와 제태기간도 유의적인 음의 상관성을 보였다(p < 0.05). 그 외 철분농도와는 유의적인 상관성을 보이지 않았다.

혈청 페리틴 농도와 신생아 출생시 체중은 분만시 모체 혈청농도와 유의적인 양의 상관성을, 제대혈청과 유의적인 음의 상관성을 보여 모체와 제대혈청과 상반되는 경향을 보였다(p < 0.05). 1분 Apgar 지수와 임신초기, 제대혈청농도는 유의적인 음의 상관관계를 보였으며 5분 Apgar 지수는 분만시 농도와 유의적인 양의 상관성을 보였다(p < 0.05). 임신기 체중증가량과 제대혈청의 페리틴 농도는 임신 후기 농도와는 유의적인 양의 상관성을 보였으나, 제대혈청과는 유의적인 음의 상관성을 보였다(p < 0.05). 특히 신생아 제대혈청과 임신 결과와는 모두 음의 상관성을 나타냈으며 신생아체중, 1분 Apgar 지수 및 임신기 체중증가와는 유의적인 음의 관계를 보였다(p < 0.05).

고 찰

본 연구의 대상자인 33명의 임신부들은 모두 만기 정상아를 분만하였으며, 대상자의 연령은 평균 30.33세였으며,

평균 신장과 임신전 체중은 각각 161.03 cm와 54.58 kg 이었다. 임신중 체중 증가량은 평균 12.85 kg으로 미국의 IOM (Institute of Medicine 1990)에서 제시한 임신 전 정상 BMI인 임신부에게 권장되는 11.5~16.0 kg에 속하였다. 평균 에너지 섭취량은 '한국인 영양섭취기준'(KDRIs 2005)의 임신 여성의 에너지필요추정량(EER)의 1/3분기 1900 kcal, 2/3분기 2240 kcal, 3/3분기 2340 kcal에 1 분기를 제외하고는 필요추정량에 못 미쳤다. Bai 등(2002)과 Ahn 등(2000)의 임신부의 에너지 섭취량도 2085.8 kcal/day와 2138.4 kcal/day로 역시 충분한 섭취량을 보이지 않아 본 연구 결과와 같은 경향이였다. 임신 3분기 철분 섭취량은 18.70 ± 6.01 mg, 18.92 ± 12.54 mg, 17.76 ± 4.53 mg으로 임신기 평균 필요량(EAR : Estimated Average Requirements) 18.5 mg과는 유사하였으나 권장섭취량 24 mg에는 크게 못 미쳤다. 보충제를 통한 철분 섭취는 중기 15.75 ± 13.54 mg, 후기 52.72 ± 36.345 mg으로 후기에는 식이와 보충제를 통한 철분 총 섭취량이 임신 여성의 상한섭취량(UL : Upper Intake Level) 45 mg을 초과하였으나, 임신 3~6개월, 6~9개월 동안 약 200 mg/day의 철을 보충해도 위장장애 등의 유해영향이 나타나지 않는다고 언급된 바 있다(KDRIs 2005). Scoll (2005)의 연구에서는 철분결핍성빈혈인 임신여성의 식이에너지 섭취가 빈혈여성보다 500 kcal/day 정도 유의적으로 낮았으며, 식이 철분 섭취 또한 5~8 g정도 유의적으로 낮았다고 보고하였으며, 에너지와 철분섭취의 부족, 빈혈과 임신기동안의 부적당한 체중 증가가 관계있다고 지적하였다. 식이 철분의 흡수는 비타민 C와 A의 섭취와도 관련되므로(Baron 등 2005), 보충제를 통한 섭취뿐 아니라 식이를 통한 양질의 철분을 섭취하는 것도 중요하다고 본다. Lee 등(2005)은 임신부 131명을 대상으로 한 최근의 보고에서 임신기 철분과 엽산 보충제섭취와 관련하여 임신 후반보다 임신 초기에 하는 것이 임신기 조혈과 관련된 영양불량에 보호 작용이 있을 것이라 제안하였다. 그러나 철분의 과다한 투여의 결과로 세포손상의 가능성을 제시한 보고도 있으므로(Knutson 등 2000) 임신기 철분 보충은 보다 신중하게 이루어져야 할 것이다.

본 연구대상자를 헤모글로빈과 헤마토크리트의 기준치 이상을 정상군으로 구분하고 한 항목이라도 기준치 미만인 경우를 빈혈군으로 구분하였을 때, 헤모글로빈과 헤마토크리트 모두 정상군에서 유의적으로 높게 나타나 Lim & Kim (1998)의 보고와 일치하였다. 헤모글로빈농도 및 헤마토크리트 농도는 11.25 g/dl와 33.43%로 Lim & Kim (1998)이 보고한 광주지역 3/3분기 임신부의 11.2 g/dl, 34.8%

과 유사하였으며, Bai 등(2002)의 11.9 g/dl, 35.4%보다 다소 낮았다. Klebanoff 등(1991)과 Lu 등(1991)은 임신기 헤모글로빈과 헤마토크리트의 불량한 상태가 빈혈과 조산의 위험을 증가시킨다고 하였으며, 이와 반대로 임신기 헤모글로빈 농도가 낮을 때 뿐 아니라 너무 높을 때에도 조기분만과 저체중아 출산의 위험이 증가한다고 보고 된 바 있다(Scholl & Hediger 1994; Scholl & Reilly 2000; Rasmussen 2001). 이는 임신기 모체의 Hb농도가 빈혈 판정 뿐 아니라 태아에게 필요한 영양소를 공급하고 노폐물을 제거하는 등 태아발육에 적절하기를 예측할 수 있는 지표가 될 수 있다고 사료된다.

임신 분기별 혈청 철분 농도는 124.27 ± 57.77 μ g/dl, 97.03 ± 56.67 μ g/dl, 94.32 ± 54.31 μ g/dl로 임신 후기로 갈수록 낮아져 임신이 진행됨에 따라 모체의 혈청 철 저장량이 유의적으로 감소하는 것으로 보인다. 이는 Lee 등(2004)이 임신 3/3 분기로 갈수록 철 저장량이 감소한다고 보고한 결과와 일치한다. 분만 시 모체혈청 철분은 중, 후기보다 유의하게 증가하였고, 신생아 제대혈청의 철분농도는 모체혈청 농도보다 유의적으로 높았다. 모체의 혈청 페리틴 농도는 22.68 ± 16.27 μ g/l, 11.09 ± 9.37 μ g/l, 14.18 ± 10.72 μ g/l와 분만 시 24.54 ± 18.51 μ g/l로 임신 초기에 비해 중, 후기에 유의적으로 낮아졌다가 분만 시에 높아지는 것으로 나타났다. Yoon 등(2003)이 보고한 임신 전반기에 해당하는 모체의 혈청페리틴 농도는 평균 23.9 ng/ml로 본 연구와 유사한 수치로 나타났으며 Lee 등(2004)이 보고한 임신 3분기별 혈청 페리틴 농도 24.4 μ g/l과 17.1 μ g/l, 13.9 μ g/l와 비교할 때 임신 중기에 다소 낮은 수치를 보였으나 후기에는 크게 차이를 보이지는 않았다. 혈청 페리틴 농도는 임신 중에 감소하였다가 산욕기에 급격히 증가한다고 알려져 있다(Taylor 등 1982). Yu 등(1999)이 보고한 임신 3분기의 혈청 페리틴 농도는 각각 28.5 μ g/l, 18.1 μ g/l, 19.0 μ g/l로 본 연구와 비교할 때 모두 높았으나, 초기에 비해 중, 후기에 유의적으로 증가하는 패턴이 일치함을 볼 수 있었다. 임신 중의 혈청 페리틴 감소현상은 철분 보충으로 완화되지만 임신의 생리적인 효과로 세포와 혈청 페리틴 간의 평형이 변화함으로써 혈청 페리틴이 감소하는 것으로 볼 수 있다. Linder & Munro (1977)가 제시한 바에 의하면 혈청 페리틴 농도가 철분 흡수를 조정하는 요인이라면 낮은 혈청 페리틴 농도는 임신 중 철분 흡수를 상승시키는 것으로 볼 수 있다고 하였다. Barret 등(1994)도 임신이 진행되면서 혈청 페리틴 농도가 1/3분기 43.8 μ g/l, 2/3분기 11.1 μ g/l, 3/3분기에 5.4 μ g/l로 급격히 낮아졌다고 보고하였는데, 본 연구대상자의

1/3분기 혈청 페리틴 농도는 이들보다 낮았음에도 불구하고 감소 폭이 적게 나타났으며 임신 후기에는 중기보다 약간 증가하였다. Lannotti 등(2005)은 23명의 대상자를 임신 2분기부터 3분기까지 추적연구한 철분영양에 관한 연구에서 2분기와 비교할 때 3분기의 페리틴과 철분 영양상태가 유의적으로 낮아졌다고 보고한 바 있다. 본 연구의 신생아 제대혈청의 페리틴농도는 184.35 $\mu\text{g/l}$ 로 Bai 등(2002)이 보고한 147.0 ng/ml 보다 높게 나타났으며, Kurtoglu 등(2004)의 225.5 \pm 124.2 ng/ml 보다는 낮은 결과를 보였다. 임신기 흡연 그룹에 대한 제대혈청의 농도를 분석한 연구에서(Chelchowska & Laskowska 2002)는 흡연군 94 ng/ml, 비흡연군 163 ng/ml으로 임신기 흡연이 철분 영양상태에 영향을 미친다고 보고 된 바 있다.

본 연구에서는 모체의 분만 시 철분농도와 제대혈청의 농도가 유의적인 양의 상관성을 보인 것을 제외하고는 상관성을 보이지 않았으며, 모체와 신생아 제대혈청의 페리틴 농도사이에도 특별한 상관성을 나타내지 않았다. 임신기 모체와 신생아의 철분 영양상태를 평가한 연구로 Dawson & Ganity (1987)은 산모의 철분 저장상태가 신생아의 철분 영양상태에 영향을 주지 않는다고 하였으며, 모체가 극심한 철분 불량상태가 아니라면 출생 시 신생아의 철분 상태가 모체의 영양상태에 직접적으로 영향을 받지 않는 것으로 보고된 바 있다(Stekel 1984; Dallman 1989). 그러나 이와 반대되는 결과로 Maria 등(1993)은 모체의 헤모글로빈 농도는 신생아의 헤모글로빈 및 헤마토크리트치와 유의한 관계가 있다고 보고하였으며, Milman 등(1987)도 신생아의 철분저장은 산모의 철분 저장상태에 의존적이라고 하였다. Lim & Kim(1998)의 임신부를 대상으로 정상군과 빈혈군의 신생아 제대혈의 철분 영양상태를 비교한 연구에 의하면 제대혈의 철분 영양상태는 상당한 보호 작용하에 있으며 산모로부터 태아로의 철 이동이 농도경사를 역행하여 일어나는 보호 작용의 기전이라고 지적한 바 있다.

임신 결과와 철분 및 페리틴 함량과의 관련성에 대한 본 연구결과는 임신 초기 모체의 혈청 철분 함량과 5분 Apgar 지수와 유의적인 음의 상관성을 보였으며 제대혈청의 철분 농도와 재태기간 및 임신중 체중증가량과 유의적인 음의 상관성을 보였다. Milman 등(1987)은 제대혈의 철분 농도와 출생시 신생아 체중은 음의 관계가 있음을 제시한 바 있다. 혈청 페리틴 농도와 임신결과와의 관계로는 본 연구 결과 신생아 제대혈청농도가 출생시체중과 유의적인 음의 상관성이 있었다. 이는 Kim & Lee (1999)이 보고한 모체의 페리틴 함량과 신생아 출생시 체중간 음의 상관성의 결과와 일치하였으나, 제대혈청의 페리틴과 출생시 체중과

결과가 양의 상관성을 보였다고 보고한 Bai 등(2002)의 보고와는 상반되는 결과로 모체 및 신생아 제대혈의 철분 영양상태가 임신 결과에 미치는 영향을 살펴보기 위해서는 보다 광범위한 대상자의 선정과 철분 영양상태와 관련된 다른 요인을 고려하여 상관성을 분석한 심도있는 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 임신기에 간과 될 수 있는 미량 영양소의 중요성을 지적하여 건강한 임신결과를 위한 지표로 제시될 수 있어야 할 것이다.

요약 및 결론

본 연구는 서울 S 종합병원 산부인과에서 산전관리를 받은 정상 임신부를 대상으로 임신 초부터 중기, 후기 및 분만시의 모체혈과 신생아 제대혈청의 철분 영양상태를 분석하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 33명의 대상자 평균연령은 30.30세였으며 임신 전 체중과 신장은 각각 54.58 kg과 161.03 cm이었으며 임신 전과 임신기 BMI는 21.00과 25.38로 정상범위에 속하였다. 임신초기 모체의 헤모글로빈과 헤마토크리트 평균은 11.25 g/dl 33%로 정상범위에 속하였다.

2) 임신 분기별 3회의 식이섭취조사결과 임신분기별 에너지 섭취량은 초기 2086.25 kcal, 중기 2058.72 kcal, 후기 1929.82 kcal 였으며 한국인 영양섭취기준(KDRIs)의 임신 여성의 에너지필요추정량(EER) 1900 kcal를 기준으로(1/3분기 1900 kcal, 2/3분기 2240 kcal, 3/3분기 2340 kcal)으로 하였을 때 본 연구대상자의 섭취비율은 초기, 중기, 후기 각각 91.07%, 91.91%, 82.47% 로 나타났다. 철분섭취량은 임신 초기, 중기, 후기 각각 18.70 mg, 18.92 mg, 17.76 mg으로 KDRIs의 임신기 평균 필요량(EAR)과 유사하였으나 권장섭취량(RI) 24 mg에 크게 못 미쳤다.

3) 임신 초기, 중기, 후기와 분만시 모체혈청의 철분 농도는 124.27 $\mu\text{g/dl}$, 97.03 $\mu\text{g/dl}$, 94.32 $\mu\text{g/dl}$ 과 145.53 $\mu\text{g/dl}$ 이었으며, 신생아 제대혈청의 철분농도는 222.59 $\mu\text{g/dl}$ 로 모체혈청의 철분농도는 신생아 제대혈청과 유의적인 차이를 보였으며, 임신 중기와 후기 모체혈청의 철분농도는 분만 시 모체혈청농도와 유의적인 차이를 보였다($p < 0.0001$). 혈청페리틴의 임신 분기별 농도는 초기, 중기, 후기 각각 22.68 $\mu\text{g/l}$, 11.09 $\mu\text{g/l}$, 14.18 $\mu\text{g/l}$ 와 분만 시 24.54 $\mu\text{g/l}$ 이었으며, 신생아 제대혈청 농도는 184.35 $\mu\text{g/l}$ 이었다. 모체와 제대혈청의 철분과 페리틴 농도와의 상관성은 제대혈청과 임신 후기의 철분농도와 유의적인 양의 상관성을 보였으며($p < 0.01$), 초기와 중기 및 분만 시 농도와는 유의적인 관계를 보이지 않았다.

4) 헤모글로빈과 헤마토크리트의 기준치(헤모글로빈 < 11 g/dl, 헤마토크리트 < 33%)의 기준치 이상을 정상군으로, 나머지를 빈혈군으로 나누어 혈청 농도를 비교하였다. 정상군인 23명의 임신 분기별 혈청 철분 농도는 초기, 중기, 후기 및 분만시에 122.57 µg/dl, 81.21 µg/dl, 88.95 µg/dl, 154.60 µg/dl 이었고, 빈혈군의 모체농도는 114.40 µg/dl, 48.25 µg/dl, 80.60 µg/dl와 122.83 µg/dl, 신생아 제대혈청농도는 236.40 µg/dl이었다. 혈청 페리틴 농도는 정상군이 임신 분기별로 26.10 µg/l, 12.70 µg/l, 16.44 µg/l, 23.83 µg/l 이었으며, 신생아 제대혈은 204.15 µg/l 이었다.

5) 본 연구대상자의 평균 재태기간은 39.59주였으며, 임신 중 체중 증가량은 평균 12.85 kg이었다. 신생아의 출생 시 평균체중은 3383.94 g으로 양호하였으며, 출산 1분과 5분에 각각 측정된 Apgar 지수는 8.73과 9.61로 정상이었다. 임신결과와 임신 분기별 혈청 철분 및 페리틴 농도의 상관성은 임신 초기 철분농도와 5분 Apgar 지수가 유의적인 음의 상관성을 보였고(p < 0.01), 신생아 제대혈청 철분 농도와 재태기간도 유의적인 음의 상관성을 보였다(p < 0.05). 분만시 모체혈청의 페리틴 농도와 신생아 출생 시 체중은 유의적인 양의 상관성을, 제대혈청농도와는 유의적인 음의 상관성을 보여 모체와 제대혈청과 상반되는 경향을 보였다(p < 0.05).

이상의 결과로 임신 전과 임신후의 모체 철분 영양상태가 신생아 제대혈청에 직접적으로 또는 간접적으로 영향을 미치는 것으로 사료되는 바, 건강한 임신결과와 출산 후 산모의 건강을 위해서 미량영양소의 중요성을 간과하지 말아야 할 것이다.

참 고 문 헌

Ahn HS, Kim JS, Lee GJ, Kim YT (2000): Serum Folate Levels of Maternal-Umbilical Cord Blood and Pregnancy Outcomes. *Korean J Nutrition* 33(8): 840-847

Agarwal KN, Agrawal DK, Mishra KP (1991): Impact of anemia prophylaxis in pregnancy on maternal hemoglobin, serum ferritin and birth weight. *Indian J Med Res* 94: 277-280

Allen LH (2000): Anemia and iron deficiency: effects on pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 71 (suppl): 1280s-1284s

Asima M, Neerja B, Alka K, Ravindra M, Pandey, Renu S (2004): Daily versus intermittent iron supplementation in pregnant women: Hematological and pregnancy outcome. *J Obstet Gynaecol Res* 30 (6): 409-417

Bai HY, Lee GS, Lee MS, Lee SY, Shin YM, Ahn HS (2002): Iron status indices of maternal, umbilical cord, placenta and birth weigh. *Korea J Community Nutrition* 7(5): 686-695

Baron MA, Solano L, Pena E, Del Real S (2005): Iron stores status at early pregnancy. *Invest Clin* 46(2): 121-130

Barrett JF, Whittaker PG, Williams JG, Lind T (1994): Absorption of non-hem iron from food during normal pregnancy. *Br Medical J* 309(6947): 79-82

Chelchowska M, Laskowska-Klita T (2002): Effect of maternal smoking on some markers of iron status in umbilical cord blood. *Rocz Akad Med Białymst* 47: 235-240

Dallman PR (1989): Review of iron metabolism. In: Filer LJ, ed. Dietary iron: Birth to two years. New York: Raven Press, pp.1-18

Dawson EB, Mc Ganity WT (1987): Protection of iron stores in pregnancy. *J Repor Med* 62(suppl): 478-487

DeMaeyer E, Adiels-Tegman M (1985): The prevalence of anemia in the world. *Wild Hlth Statist Quart* 38: 302-316

Garn SM, Keatin MT, Falkner F (1981): Hematological status and pregnancy outcomes. *Am J Clin Nutr* 34: 115

Gordenberg RL, Tamura T, DuBard M, Johnston KE, Copper RL, Negers Y (1996): Plasma ferritin and pregnancy outcome. *Am J Obstet Gynecol* 175: 1356-1359

Hibbard JU, Hbbard MC, Ismail M, Arendt E (1993): Pregnancy outcome after expectant management of premature rupture of the membranes in the second trimester. *J Reprod Med* 38(12): 945-951

Institute of Medicine (1990): Committee on nutritional status during pregnancy and lactation. Nutrition during pregnancy, National Academy Press, Washington DC

Kim EK, Lee KH (1998): Assesment of the intake and availability of dietary iron and nutrition knowledge in pregnant women. *Korea J Community Nutrition* 3(1): 53-61

Kim EK, Lee KH (1999): Iron status in pregnancy women and their newborn infants. *Korea J Nutrition* 32(7): 793-801

Klebanoff MA, Shiono PH, Selby JV, Trachtenberg AI, Graubard BI (1991): Anemia and spontaneous preterm birth. *Am J Obstet Gynecol* 164: 59-63

Knutson MD, Waler PB, Ames BN, Viteri FE (2000): Both iron deficiency and dail iron supplements increase lipid peroxidation in rat. *J Nutr* 130: 621-628

Korea Society of nutrition (2005): Dietary Reference Intakes For Koreans

Kurtoglu S, Atabek ME, Gunes T, Akcakus M, Keskin M, Kocaoglu C (2004): Relationship between cord blood levels of IGF-1 and ferritin in healthy term neonates. *J Pediatr Endocrinol Metab* 17(5): 737-742

Lannotti LL, O'Brien KO, Chang SC, Mancini J, Schulman-Nathanson M, Liu S, Harris ZL, Witter FR (2005): Iron deficiency anemia and depleted body iron reserves are prevalent among pregnant african-american adolescents. *J Nutr* 135: 2572-2577

Lee JA, Lee JI, Lim HS (2004): A study on the changes of maternal dietary iron intakes, its bioavailability, and iron status during pregnancy. *Korea J Community Nutrition* 9(2): 142-150

Lee JI, Lee JA, Lim HS (2005): 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* 82: 843-849

Lim HS, Kim HA (1998): Effects of maternal anemia on the iron status of the cord blood and pregnancy outcomes. *Korea J Community Nutrition* 3(4): 565-573

Linder MC, Munro HN (1977): The mechanism of iron absorption and its regulation. *Fed Proc* 36: 2017-2023

Lu ZM, Goldenberg RL, Cliver SP, Cuter G, Blankson M (1991): The

- relationship between maternal hematocrit and pregnancy outcome. *Obstet Gynecol* 77: 190-194
- Maria JG, Rosa O (1993): Relationship between iron status in pregnant women and their newborn babies. *Acta Obst Gyne Scan* 72: 534-537
- Milman N, Ibsen KK, Christensen JM (1987): Serum ferritin and iron status in mothers and newborn infants. *Acta Obst Gyne Scan* 66: 205-211
- Murphy JF, O'Riordan J, Newcombe RJ, Coles EC, Pearson JF (1986): Relation of hemoglobin levels in first and second trimesters to outcome of pregnancy. *Lancet* 1: 992
- National Research Council (US) (1989): Committee on diet and health. Diet and health: implications for reducing chronic disease risk. Washington, DC: National Academy Press
- Picciano MF (1996): Pregnancy and Lactation. Present knowledge in nutrition 7th edition In: 37. International Life Sciences Institute - Nutrition Foundation ILSI Press, Washington, D.C. pp.390-401
- Rasnussen KM (2001): Is there a causal relationship between iron deficiency of iron-deficiency anemia and weight at birth, length of gestation and perinatal mortality. *J Nutr* 131: 590s-603s
- Rondo PH, Abbot R, Rodrigues LC, Tomkins AM (1997): The influence of maternal nutritional factor of intrauterine growth retardation in Brazil. *Paediatr Perinat Epidemiol* 11: 152-166
- Scholl TO, Hediger ML (1994): Anemia and iron-deficiency anemia: a complication of data on pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 59 (suppl): 492s-501s
- Scholl TO (2005): Iron status during pregnancy): setting the stage for mother and infant. *Am J Clin Nutr* 81 (suppl): 1218s-1222s
- Scholl TO, Reilly TM (2000): Anemia, iron and pregnancy outcome. *J Nutr Fed* 130(2S suppl): 443s-447s
- Steer PJ (2000): Maternal hemoglobin concentration and birth weight. *Am J Clin Nutr* 71 (suppl): 1285s-1287s
- Stekel PJ (1984): Iron requirements in infancy and childhood. In: Iron nutrition in infancy and childhood. New York: Raven Press. pp.1-10
- Taylor DJ, Mallen C, McDougall N, Lind T (1982): Effect of iron supplementation on serum ferritin levels during and after pregnancy. *Br J Obstet Gynecol* 89: 1011-1017
- Ursell B (2005): Management of iron deficiency in pregnancy. *RCM Midwives* 8(2): 78-79
- Wothington RB, Williams SD (1989): Nutrition in pregnancy and lactation, 4th edition. Times Mirror Mosby College Publishing. St. Louis Mo, pp.36-178
- World Health Organization (1968): Nutritional anemia. *WHO Tech Rep Ser* 406: 1-36
- Yu KH, Yoon JS (1998): The effect of weekly iron supplementation on iron and zinc nutritional status in pregnant women. *Korea J Nutrition* 31(8): 1270-1282
- Yu KH, Yoon JS, Hahm YS (1999): A cross-sectional study of biochemical analysis and assessment of iron deficiency by gestational age(II). *Korea J Nutrition* 32(8): 887-896
- Yoon JS, Park JA, Son SM (2003): The iron status and diet quality of pregnant women during the first five months of pregnancy. *Korea J Community Nutrition* 8(6): 803-813