

임신부와 신생아의 철분 영양상태에 관한 연구

김 은 경 · 이 규 희*

강릉대학교 생명과학대학 식품과학과, 강릉의료원 간호과*

Iron Status in Pregnant Women and Their Newborn Infants

Kim, Eun Kyung · Lee, Kye Hee*

Department of Food Science, Kangnung National University, Kangwon-Do 210-702, Korea

Department of Nursing,* Kangnung Medical Center, Kangwon-Do 210-702, Korea

ABSTRACT

The purposes of this study are to assess iron status in mothers and their newborn infants at birth and to analyze the influence of maternal iron status on their newborn babies. Venous bloods samples were drawn from 144 pregnant women just before delivery and cord bloods of their newborn babies were collected immediately after birth for measurement of hemoglobin, hematocrit, serum iron, ferritin, total iron binding capacity and transferrin saturation. The values of hemoglobin and hematocrit were significantly lower in the mothers ($10.9 \pm 1.43\text{g/dl}$ and $33.7 \pm 3.67\%$) than in their newborn infants ($14.7 \pm 1.43\text{g/dl}$ and $45.3 \pm 4.76\%$) ($p < 0.0001$). At delivery, serum iron levels in cord blood were about twice as high as those in the maternal blood, and serum ferritin levels in the cord blood were about four times higher than those in the maternal blood. The serum ferritin levels of multigravidas were higher than those of primigravidas, but there was no difference between the serum ferritin levels of their infants. The serum ferritin levels of the mothers and their infants were higher in maternal group with iron supplement regularly than in other maternal group without iron supplement during pregnancy. Among the mothers, 26.4% had a serum ferritin levels below 12ng/ml (i.e. depleted iron stores) and 78.7% had a hemoglobin below 12g/dl (i.e. iron deficient anemia). When the maternal group was classified according to their serum ferritin levels by 9ng/ml , 12ng/ml or 20ng/ml , there was no significant difference in the iron status of their newborn infants among the three groups. The hemoglobin and serum ferritin levels of the mothers were well correlated with those of their babies. The maternal hemoglobin values negatively correlated with infant birth weight. It is possible that the demands of iron of the mother might be increased in the case of a newborn infant of greater size. The results of this study provide useful information regarding establishment of RDA for iron in pregnant women and guidance about the need for iron supplement during pregnancy. (*Korean J Nutrition* 32(7) : 793~801, 1999)

KEY WORDS: iron status, pregnancy, cord blood, hemoglobin, hematocrit, ferritin, TIBC, transferrin saturation.

서 론

임신부의 빈혈과 관련된 혈액학적 변화로서 임신기 동안 혈액량은 약 50% 증가하고 적혈구는 약 20% 증가하므로,¹⁾ 혈액량의 희석 효과를 가져와 hemoglobin 농도가 저하되고 빈혈이 발생된다. 이와 같은 임신부의 빈혈은 번역기전에 영향을 미쳐 감염에 대한 저항력을 낮추고, 산소와 전자의 이동 및 전달능력이 감소된다. 뿐만 아니라 미숙아 및 저체중아 출산의 위험이 커지고 분만 시 산모와 태아의 사망 위험도 증가한다.²⁾³⁾

지금까지 빈혈의 진단 및 철분 영양상태 평가 시 hemoglobin 농도나 hematocrit 분석이 주로 이용되어 왔으나,

채택일 : 1999년 9월 15일

이들은 철분 결핍성 빈혈로의 진행과정 중 3단계에 이르러야 비로소 감소되므로, 철분 영양상태 평가지표로서 민감성이 부족하다고 지적되어 왔다. 따라서 철분 영양상태의 문제점을 초기에 진단하기 위하여 체내 철분의 저장량에 관심을 갖게 되었다.

체내에 저장되어 있는 철분은 분자량이 매우 큰 단백질인 ferritin 형태로 세포내에 존재하나, 소량의 ferritin은 조직의 미세한 구멍을 통해 유출되므로 혈액 중에 순환하는 소량의 ferritin 양을 정량함으로써, 체내에 저장된 철분의 양을 예측하는 것이 가능하다.⁴⁾ 혈청 ferritin의 분석은 건강한 사람 뿐만 아니라,⁵⁾ 임신부에 있어서도 철분 저장량의 믿음직한 지표가 된다.⁶⁾⁷⁾

철분 영양상태 평가 시 민감도가 높은 혈청 ferritin의 분석 방법이 소개된 이후, 모체의 철분 영양상태가 태아의 철

분 상태에 미치는 영향에 대해 관심을 갖게 되었다. Zitto-un 등⁹⁾의 연구에 따르면 태아의 철분에 대한 요구가 모체의 요구에 비하여 우선 순위를 가지므로 모체의 철분 저장량에 관계없이 모체로부터 태아로 철분이 이동된다고 하였다. 한편, 다른 연구에서는¹⁰⁻¹²⁾ 모체의 철분에 대한 요구가 태아보다 우선적으로 충족되므로 철분 저장량이 고갈된 산모의 태아는 철분 저장량이 많은 산모의 태아보다 제대 혈 중의 철분 농도가 낮았다고 하였다. 이처럼 연구마다 결과에 차이를 보이는 것은 연구 대상, 철분 결핍의 정도 및 기간이 다르기 때문으로 해석된다. 예를들어 1972년 Shott 등¹³⁾은 모체 혈액과 제대 혈의 혈액학적 분석결과 간에 유의한 상관관계가 없었다고 보고한 반면, 1993년 Gaspar 등¹⁴⁾은 모체의 철분 영양상태가 태아의 철분상태에 영향을 미친다고 하였다.

1990년대에 들어서면서 우리나라에서도 철분 영양상태 평가방법에 대한 관심이 증가하여, 1991년에 Chung 등¹⁵⁾은 빈혈 관련 지표로서의 hemoglobin, hematocrit, serum ferritin 등의 적용 결과에 대하여 보고한 바 있으며, Lee 등,¹⁶⁾ Nam 등¹⁷⁾ Kye와 Paik 등¹⁸⁾은 혈청 철분, TIBC, TS, ferritin 등을 이용하여 여대생의 철분 영양상태를 분석 평가하였다.

국내에서 신생아 제대 혈에 대한 연구들을 살펴보면, 소아과 관련 연구에서 신생아 제대 혈의 철분 농도에 대한 연구가 보고되고 있으나, sample의 수가 적고 산모와의 비교가 이루어지지 못하여 위에서 제기된 문제점을 해결하기에는 부족함이 많았다. 1979년 Kim¹⁹⁾은 일부 임신부 정맥 혈과 태아 제대 혈의 철분 농도를 중금속 중독 현상에 초점을 맞추어 보고한 바 있으며, Kim²⁰⁾은 미숙아와 정상분만아의 혈액학적 변동에 관한 연구에서 신생아의 혈액상은 출생 직후의 혈액 농축의 정도, 채혈시기, 채혈부위에 따라 현저한 차이를 보인다고 하였다. 한편 Lee 등²¹⁾은 신생아 제대 혈을 이용하여 혈색소 값을 측정하고 이를 이용하여 신생아 빈혈에 대하여 보고하였으며, 1992년 Yoon 등²²⁾은 저혈당 거대신생아의 철분 농도는 정상혈당 거대신생아보다 높았다고 하였다.

이처럼 지금까지 국내에서 제대 혈에 관한 연구가 의학계에서 일부 행해진 바 있으나, 영양학적 측면에서 철분 상태를 체계적으로 다루어 보고한 논문은 매우 드물다. 최근 Lim과 Kim²³⁾은 광주지역 삼삼분기 임신부를 대상으로 모체 빈혈이 제대 혈의 철 영양상태와 임신의 결과에 미치는 영향을 보고한 바 있다.

이에 본 연구에서는 모체의 철분 영양상태가 신생아에 미치는 영향을 분석하기 위하여, 분만 직전의 모체의 정맥 혈과

신생아의 제대 혈(cord blood)의 철분상태를 비교하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

강릉시내의 K 종합병원 산부인과에서 산전관리를 받고 있는 임신부 중 대사 또는 산부인과 질환이 없으며 알코올, 약물 복용 및 흡연의 경험이 없고, 38주 이상의 임신기간을 채운 임신부 144명과 그들의 신생아 중 136명을 연구대상으로 하였다.

2. 일반 사항 조사

임신부의 연령, 임신기간, 출산 경력, 신장, 임신전 체중, 분만 시 체중, 혈압(수축기 및 이완기), 철분 영양제 복용 여부 및 복용 방법 등을 설문지 및 상담을 통하여 조사하였다. 신생아에 대한 조사내용(출산시 체중, 신장, 두위, 흉위 및 Apga 지수 등)을 산모의 의무기록 카드를 참고하여 조사하였다.

3. 혈액 채취 및 분석

모체의 혈액을 공복 상태에서 분만직전에 정맥에서 채취하였고, 태아의 제대 혈은 분만 즉시 제대를 결찰하고 태반 쪽에서 18G 주사기를 이용하여 채혈하였다.

채취한 혈액의 일부는 EDTA가 처리된 tube에 담아 보관 후, Blood Cell Counter를 이용하여 Hemoglobin(Hb) 농도, Hematocrit(Hct), red blood cell(RBC) 및 white blood cell(WBC) 수, platelet 수를 측정하였다. 혈청 철분과 불포화 철결합능(unsaturated iron binding capacity, UIBC)은 각각 Fe-750 reagent "Eiken", UBIC-750 reagent "Eiken" 시약을 이용하여 BTR-820 photometer로 측정하였다. 총 철결합능(total iron binding capacity, TIBC)은 혈청 철분 농도와 UIBC 농도의 합으로 계산하였으며, TIBC에 대한 혈청 철분의 비율을 계산하여 transferrin saturation(TS)으로 하였다. 혈청 ferritin 농도는 cobas core ferritin EIA(enzyme immuno assay) 방법에 의해 분석하였다.

4. 통계처리

본 연구 결과는 SAS Package를 이용하여 통계처리 하였다. 모체와 태아로부터 얻은 모든 측정치의 평균과 표준오차를 계산하고, 모체의 정맥 혈과 태아 제대 혈의 철분 관련 성분 분석 결과는 paired t-test로 그 유의적 차이를 검증하였다. 또한 모체와 신생아의 혈액 분석 결과 간의 상관관계를 Pearson's correlation coefficient를 계산하여 분

석하였다.

연구결과 및 고찰

1. 임신부 및 신생아의 분만 시 일반사항

본 연구 대상 임신부의 일반사항은 다음과 같았다. 즉, 평균 연령은 28.5 ± 4.22 세였으며, 평균 임신기간은 39.8 ± 1.26 주였고, 평균 분만 횟수는 0.76 ± 0.81 번 이었다. 분만 당시 평균체중 및 신장은 각각 66.1 ± 8.12 kg 및 158.0 ± 4.56 cm으로, 이들의 임신기간 동안의 평균 체중 증가량은 13.2 ± 3.86 kg이었고, 평균 수축기 혈압 및 이완기 혈압은 각각 116.0 ± 11.9 mmHg, 72.9 ± 9.22 mmHg였다.

신생아의 출생 시 체위 측정 결과를 대한 소아과 학회에서 발간한 한국 소아 발육 표준치와 비교하여 보면, 체중(3.26 ± 0.40 kg), 신장(51.7 ± 2.38 cm), 두위(35.0 ± 1.47 cm), 흉위(35.0 ± 1.47 cm) 모두 50 percentiles 범위에 속하였으며, 또한 향후 건강상태를 예측하는 Apgar score는 정상 범위(Apgar score at 1 min = 8.17 ± 0.64 , Apgar score at 5 min = 9.02 ± 0.54)에 포함되었다.

2. 혈액 분석 결과

1) 임신부 정맥 혈과 제대 혈의 각종 빈혈 관련 지표

임신부 정맥 혈과 제대 혈의 빈혈관련 생화학적 지표의 분석 결과는 Table 1와 같았다. 분만 직전 임신부의 철분 관련 생화학적 지표를 강릉대 여대생의 결과¹⁶⁾와 비교하여 보면 Hb, Hct, Fe, TS, ferritin 농도 모두 여대생보다 낮았다. 충남대¹⁷⁾ 및 서울지역 여대생¹⁸⁾과 비교 시 Hb, Hct, Fe, TS는 낮았으나 혈청 ferritin 농도는 충남대 여대생에 비해 약간 높았고, 서울지역 여대생의 26.32 ± 24.47 ng/

ml 보다는 조금 낮았다. 본 연구 대상자의 Hb 농도 및 Hct은 10.9 ± 1.43 g/dl와 $33.7 \pm 3.67\%$ 로 Ann과 Park²⁴⁾이 보고한 서울지역 임신부(임신기간 38~41주)의 11.09 ± 0.31 g/dl 및 $33.97 \pm 0.86\%$ 와 유사하였다. 또한 최근 Lim과 Kim²⁵⁾이 보고한 광주지역 삼삼분기 임신부의 Hb 농도 및 Hct(11.2 ± 1.4 g/dl, $34.8 \pm 3.7\%$) 보다 다소 낮았다. 제대 혈의 적혈구수, Hb 농도, Hct, MCV, MCH, MCHC, 혈청 철분, TS, 혈청 ferritin 농도 모두 임신부의 정맥 혈보다 유의하게($p < 0.0001$) 높았다. 제대 혈의 적혈구수는 평균 $4.24 \pm 0.46(10^6/mm^3)$ 으로 Kim²⁰⁾의 4.64 ± 0.24 , DeMarsh 등²¹⁾의 4.82 , Maria와 Rosa²⁶⁾의 4.47 ± 0.04 와 유사하였다. 제대 혈의 Hb 농도는 14.7 ± 1.43 g/dl로 Yoon 등²²⁾의 14.7 ± 1.5 g/dl와 유사하였으나 DeMarsh 등²¹⁾의 15.4 g/dl, Burman²⁷⁾의 17.18 g/dl, Gairder 등²⁸⁾의 16.6 g/dl, Kim²⁰⁾의 16.69 ± 1.45 g/dl 보다는 낮았다. 또한 최근에 Lim과 Kim²⁵⁾이 보고한 15.9 ± 3.7 g/dl 보다 낮았다. Hct은 $45.3 \pm 4.76\%$ 로 Yoon 등²²⁾의 $43.8 \pm 4.5\%$, Lee 등²¹⁾의 49.5% , Maria 등²⁶⁾의 $48.5 \pm 0.43\%$ 와 유사하였고 Kim²⁰⁾의 $52.96 \pm 2.46\%$ 보다는 낮게 조사되었다. Kim²⁰⁾은 미숙아와 정상 만삭 분만아의 혈액학적 변동에 관한 비교관찰에서 적혈구수, Hb 농도와 Hct은 정상 만삭아군이 미숙아군에 비해 유의하게 높은 것으로 보고한 바 있으며, 거대 신생아 제대 혈의 저혈당과 철분 함유량 감소의 관계를 보고한 Yoon 등²²⁾은 저혈당 거대신생아, 정상혈당 거대신생아 및 정상체중아의 Hb 농도와 Hct은 각각 16.9 ± 1.3 g/dl와 $51.4 \pm 4.2\%$, 14.9 ± 1.4 g/dl와 $44.7 \pm 4.7\%$ 및 14.7 ± 1.5 g/dl와 $43.8 \pm 4.5\%$ 로 보고하여 저혈당 거대아가 정상 체중아에 비해 유의하게 높다고 보고한 바 있다.

특히 본 연구에서 제대 혈의 혈청 철분과 ferritin 농도는 임신부에 비해 매우 높았다. Okuyama 등⁸⁾은 분만 시 임신부의 TIBC 농도가 제대 혈 TIBC 농도보다 더 높다고 보고하였으며, 이는 transferrin 또는 ferritin이 모체로부터 태아로 거의 이동되지 않기 때문이라고 설명했다. 분만 시 제대 혈내 혈청 철분의 농도는 임신부의 철분 농도보다 더 높았는데, 이는 임신말기에 혈청 철분 농도 기울기에 저항하여 모체로부터 태아로 철분이 활발하게 이동되기 때문으로 생각된다. 이 때 모체로부터 태아로 이동되어지는 transferrin은 혈청 철분이 이동하는 양에 비해 매우 작다¹⁰⁾고 하였다. 그밖에 Maria 등,²⁶⁾ Zittoun 등,⁹⁾ Milmam¹¹⁾ 및 Yopez 등²⁹⁾도 본 연구에서와 비슷한 값을 보였다. 정상 여성의 ferritin 농도에 대한 결과로는 Sah 등³⁰⁾이 보고한 51.4 ± 32.4 ng/ml에 비해 본 연구 대상 임신부의 ferritin 농도

Table 1. Iron status of pregnant women and their newborn infants

	Pregnant women	Newborn infants
RBC($10^6/mm^3$)	3.94 ± 0.36	$4.24 \pm 0.46^{***}$
Hemoglobin(g/dl)	10.9 ± 1.43	$14.7 \pm 1.43^{***}$
Hct(%)	33.7 ± 3.67	$45.3 \pm 4.76^{***}$
MCV(fl)	85.7 ± 7.50	$107.3 \pm 4.89^{***}$
MCH(pg)	27.7 ± 3.35	$34.8 \pm 1.82^{***}$
MCHC(g/dl)	32.3 ± 1.52	$32.6 \pm 1.22^{***}$
Serum iron(μ g/dl)	74.7 ± 42.7	$185.0 \pm 49.8^{***}$
TIBC(μ g/dl)	478.1 ± 56.9	$255.3 \pm 52.5^{***}$
TS(%)	15.8 ± 9.22	$73.6 \pm 15.2^{***}$
Serum ferritin(ng/ml)	21.3 ± 15.2	$83.5 \pm 45.8^{***}$

***: Significantly different at $p < 0.0001$ by paired t-test

RBC: red blood cell, Hb: hemoglobin, Hct: hemoglobin, MCV: mean corpuscular volume, MCH: mean corpuscular hemoglobin, MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration, TIBC: total iron binding capacity, TS: transferrin saturation

는 $21.3 \pm 15.2\text{ng/ml}$ 로 매우 낮았다.

2) 임신부 정맥 혈과 태아 제대 혈의 철분 및 ferritin 농도의 분포

임신부와 신생아의 혈청 철분의 농도별 분포를 보면 Table 2와 같았다. 농도가 $50\mu\text{g/dl}$ 미만인 임신부는 전체의 31.9%를 차지하는 반면, 신생아에 있어서는 단 한건도 이에 해당하지 않았으며, $150\mu\text{g/dl}$ 이상인 임신부는 전체의 7.0%에 해당하였으나 신생아는 전체의 80.0%가 이에 해당하여 임신부에 비해 신생아에서 높은 분포를 보였다. 1979년 국내에서 일부 임신부 정맥 혈과 태아 제대 혈 중 철분농도를 비교한 연구¹⁹⁾를 살펴보면, 모체 혈액에서는 $100\sim 199\mu\text{g/dl}$ 에 전체의 42.0%가 분포하여 가장 많았으며 제대 혈에서는 $300\sim 399\mu\text{g/dl}$ 에 해당하는 수가 33.3%로 가장 많이 분포하여, 본 연구결과와 보다 약 5배나 되는 높은 값을 보고한 바 있다. 임신부와 수유부의 혈청 엽산과 철분 수준에 관한 연구³¹⁾에 따르면 혈청 철분 수준은 $96.9 \pm 5.8\mu\text{g/dl}$ 로 정상 임상기준치($100\sim 120\mu\text{g/dl}$)와 비교하면 임신부의 42%가 정상 혈청 철분 수준을 지니고 있었고, 철분 결핍으로 판정 지을 수 있는 혈청 철분 수준인 $60\mu\text{g/dl}$ 이하인 사람은 임신부 48명중 17%, $60\sim 99\mu\text{g/dl}$ 범위에는 35%, $100\sim 160\mu\text{g/dl}$ 범위에는 48%가 해당하였다. Huh³⁰⁾는 저체중여성 40명중 30명(75%)의 혈청 철분 수준이 $100\mu\text{g/dl}$ 이하로 철분 영양 상태가 불량하다고 보고한 바 있다.

임신부와 신생아의 혈청 ferritin 치의 분포도를 살펴보면(Table 3), 두 group 간에 유의한 차이를 보였다. 즉, 전체 임신부의 45.8%가 혈청 ferritin 농도 $15\sim 30\text{ng/ml}$ 에 해당되는 반면, 신생아는 전체의 36.8%가 $61\sim 90\text{ng/ml}$ 에 속하였다. 또한 혈청 ferritin 농도가 15ng/ml 이하인 임신부는 전체의 35.4%를 차지하였으나, 신생아에 있어서는 단 한건도 없었으며, 혈청 ferritin 농도가 90ng/ml 이상인 임신부는 전체의 0.7%에 불과하였으나 신생아에서는 30.1%

Table 2. Distribution of serum iron values in term pregnant women and their newborn infants
Units: N(%)

Serum iron($\mu\text{g/dl}$)	Pregnant women	Newborn infants
< 30	8(5.7)	0(0.0)
31 - 50	37(26.2)	0(0.0)
51 - 70	31(22.0)	2(1.5)
71 - 90	35(24.8)	1(0.7)
91 - 120	9(6.4)	7(5.2)
121 - 150	11(7.8)	14(10.3)
151 - 180	5(3.5)	42(31.3)
181 - 210	3(2.1)	31(23.1)
> 211	2(1.4)	37(27.6)
Total	141(100.0)	134(100.0)

를 차지하였다. 1987년 82명 임신부를 대상으로 Milman 등¹¹⁾이 보고한 산모의 혈청 ferritin 농도의 분포도를 살펴보면, $15\sim 30\text{ng/ml}$ 와 $31\sim 60\text{ng/ml}$ 에 해당되는 비율이 각각 50.0%(41명)와 26.8%(22명)로 보고하여, 본 연구 대상 임신부보다 높은 분포를 보였다. 한편 본 연구에서 혈청 ferritin의 농도가 $91\sim 300\text{ng/ml}$ 에 해당되는 신생아는 전체의 29.4%로 나타난 반면, 앞서 연구에서 Milman 등¹¹⁾은 $91\sim 300\text{ng/ml}$ 에 해당되는 신생아가 전체의 77.8%로 매우 높았다고 보고하였다. 본 연구 대상 임신부에 비해 신생아는 높은 혈청 ferritin 값을 보여 주었으나, 외국에서 보고된 값에 비해서는 낮은 분포를 보였다.

3) 임신부의 빈혈 이환률

임신부의 Hb 농도를 각각 11g/dl 미만과 12g/dl 미만을 기준으로 했을 때 전체 임신부의 48.5%와 78.8%가 철분결핍으로 평가되었다(Table 4). Marisa 등³¹⁾과 Maria 등²⁰⁾이 조사 대상 임신부의 Hb 농도 11.0g/dl 를 기준으로 계산한 철분결핍 비율은 각각 18.7%와 5.8%였으며 Maria 등²⁰⁾이 보고한 Hb 농도 12g/dl 미만인 임신부 비율도 18.8%로 보고된 바 있어 본 연구대상 임신부의 빈혈 이환율이 매우 높은 것으로 나타나 저조한 철분영양상태의 심각함을 알 수 있었다.

Hct 33% 미만을 기준으로 하였을 때의 철분결핍 비율 역시, 본 연구에서는 42.6%로 매우 높았다. Dawson 등³²⁾과 Romslo 등³³⁾에 따르면 임신부의 철분 영양상태 평가 시

Table 3. Distribution of serum ferritin values in term pregnant women and their newborn infants
Unit: N(%)

Serum ferritin(ng/ml)	Pregnant women	Newborn infants
< 10	27(18.0)	0(0.0)
10 - 15	25(17.4)	0(0.0)
15 - 30	66(45.8)	7(5.1)
31 - 60	22(15.3)	38(27.9)
61 - 90	3(2.1)	50(36.8)
91 - 300	1(0.7)	40(29.4)
> 300	0(0.0)	1(0.7)
Total	144(100.0)	136(100.0)

Table 4. Number(percentage) of the pregnant women below the criteria of Hb, Hct and serum ferritin
Unit: N(%)

	Criteria for anemia	No. of subjects below criteria
Hb(g/dl)	< 11	70(48.5)
	< 12	113(78.7)
Hct(%)	< 33	61(42.6)
	< 9	22(15.3)
Ferritin(ng/ml)	< 12	38(26.4)
	< 20	79(54.9)

혈청 ferritin 농도가 32ng/ml 이상이면 정상으로, 20ng/ml 이하이면 철분 저장량이 고갈된 것으로, 12ng/ml 이하는 철분 결핍으로 진단하는데, 임신 제 3기 임신부에서 모체와 태아의 철분 요구량의 증가로 ferritin 농도가 15ng/ml 이하로 감소하였음이 보고된 바 있다.

본 연구에서 조사대상 임신부의 54.9%가 혈청 ferritin 농도 20ng/ml 이하의 철분고갈상태에 있는 것으로 나타났으며, 12ng/ml 이하의 철분 결핍상태에 있는 임신부도 전체의 26.4%에 해당되었다. 반면, Maria 등²⁶⁾과 Marisa 등³¹⁾은 임신부에서 혈청 ferritin 농도 12ng/ml 이하의 철분 결핍비율을 각각 38.0%와 20.0%로 보고한 바 있다.

4) 임신부의 철분 영양 상태가 태아에 미치는 영향

임신부의 철분 저장상태가 신생아의 철분 영양 상태에 미치는 영향을 알아보기 위하여 144명의 임신부와 그들이 분만한 신생아를 산모의 혈청 ferritin 농도에 따라 각각 두 군으로 나누어 비교하였다. 이때 ferritin 농도를 이용한 철분 저장량의 분류 기준, 즉 기준치를 어떻게 정하는가에 대해 많은 연구 결과가 보고된 바 있다. 1975년 임신부와 신생아의 철분 저장 관계를 연구한 Rios 등³²⁾은 혈청 ferritin 농도 9ng/ml를 기준으로 분류하여 비교하였으며, Zaire 지역의 임신부의 철분상태를 조사한 Kuvibidila 등³⁴⁾과 Marisa 등³¹⁾도 ferritin이 12ng/ml 미만일때 철분 저장량이 고갈되고 Hb 농도가 낮아지므로 이를 철분고갈의 기준으로 보고하였다. 이와 비슷하게 임신부와 그들이 분만한 신생아의 철분상태의 관련성을 조사한 Maria 등²⁶⁾은 임신부의 혈청 ferritin 치가 12ng/ml까지는 제대 혈액의 수치가 낮아지지 않는다고 보고하였다. 한편 1987년 Milman 등¹¹⁾은 혈청 ferritin 농도 15ng/ml을 기준으로 임신부와 그들의 신생아의 철분 상태를 조사한 바 있으며 Jacobs⁴⁾도 혈청 ferritin 농도 15ng/ml를 철분결핍의 기준으로 제시하였다. 한편, Maria 등²⁶⁾은 혈청 ferritin 농도 20ng/ml 이하인 임신부(전체의 59.0%)를 철분결핍으로 보고한 바 있으며, Kuvibidila 등³⁴⁾도 혈청 ferritin 농도가 20ng/ml 이하를 철분 결핍으로 지적하고 있다. 따라서 본 연구에서도 임신부의 혈청 ferritin 농도의 기준치를 9ng/ml, 12ng/ml 및 20ng/ml로 분류하여 각각 임신부와 그들의 신생아의 혈액 분석 결과를 비교한 결과, 산모의 ferritin 농도가 다른 세 집단 간에 신생아의 철분 관련 혈액상에 유의한 차이를 발견할 수 없었으므로, 산모의 철분 영양상태가 태아의 철분 영양상태에 직접적으로 영향을 주지 않는 것으로 생각된다. 분만 시 제대 혈의 TIBC가 임신부 혈액의 TIBC 보다 높은 것으로 보아, ferritin이나 transferrin이 산모로부터

태아에게로 이동하지 않는다고 보고되었으며, 혈청 ferritin 농도를 이용하여 임신부와 신생아의 철분영양 상태를 평가한 연구³²⁾에서도 산모의 철분저장 상태는 신생아의 철분저장 상태에 영향을 주지 않는다고 보고하였다. 또한 Roger 등³⁴⁾과 Kessel³⁵⁾도 산모와 신생아의 혈액지표간에는 유의한 상관관계가 발견되지 않았다고 발표한 바 있으며 임신 동안의 산모와 신생아의 혈액지표사이의 관계를 연구한 Calvin 등³⁶⁾도 신생아의 빈혈과 산모의 Hb 농도 사이에는 관련성이 없다고 보고하였다.

그러나 본 연구결과 및 위에서 언급한 여러 연구결과들과 반대되는 결과도 보고된 바 있다. 1993년 Maria 등²⁶⁾은 산모의 철분상태가 태아에 미치는 영향은 의심할 여지가 없으며 산모의 Hb 농도는 신생아의 적혈구수, Hb 농도 및 Hct 과 유의한 관계가 있다고 보고하였다. Milman 등¹¹⁾도 신생아의 철분저장은 산모의 철분저장 상태에 의존적이며, 산모의 철분저장량의 부족은 신생아의 철분저장량을 감소시킨다고 하였다.¹⁰⁾ 임신부를 대상으로 정상군과 빈혈군에서 태어난 신생아 제대 혈의 철분영양상태를 비교하여 보고한 Lim과 Kim²³⁾에 따르면, 빈혈 모체군 제대 혈의 Hb농도와 Hct치는 정상 모체군에 비해 유의하게 낮았으나, 혈청 철분, TS, ferritin 농도는 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다고 하여 본 연구에서와 같이 산모로부터 태아로의 철분의 이동이 농도경사를 역행하여 일어나는 보호작용하에 있음을 지적한 바 있다.

5) 분만 횟수에 따른 철분 영양상태의 비교

분만 횟수가 임신부의 철분영양 상태와 관련되는가. 그리고 분만 횟수와 신생아 혈액지표 간에는 관련성이 있는가를 조사하기 위하여 전체 임신부를 초산부와 경산부 두 군으로 분류하여 임신부와 신생아의 혈액지표들을 비교한 결과는 Table 5와 같다. Table 5에서 보는 바와 같이 초산부와 경산부(평균 분만 횟수, 2.8 ± 0.5)의 평균 연령은 유의한 차이를 보이지 않았다. 철분 관련 지표 중 Hb, Hct, 혈청철분, TIBC 및 TS 역시 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았으나 혈청 ferritin, MCV, MCH 및 MCHC는 초산부가 경산부보다 유의하게 낮았다. 그러나, 이들 두 군의 신생아를 비교 하였을 때는 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 1972년 Roger 등³⁴⁾은 초산부와 4번 이상 분만한 경험이 있는 경산부를 비교하였을 때, 초산모라 할지라도 신생아의 철분 상태에는 영향을 주지 않았다고 보고하였다.

6) 철분 보충제 복용군과 비복용군의 비교

임신기간동안 철분영양제를 규칙적으로 복용한 군(23%)과 전혀 먹지 않은 군(77%)간의 철분영양상태를 비교하여

보면 Table 6와 같았다. 규칙적으로 철분 보충제를 복용한 군의 혈청 철분 농도가 $99.8 \pm 54.4\mu\text{g/dl}$ 로 전혀 복용하지 않은 군의 $71.1 \pm 38.1\mu\text{g/dl}$ 보다 유의하게 높았다. 또한 이들 두 군의 신생아 관련 결과를 비교하여 보면, 규칙적으로 철분제를 복용한 산모에서 태어난 신생아의 혈청 ferritin 농도는 $121.9 \pm 73.6\text{ng/ml}$ 로 복용하지 않은 군의 $74.7 \pm 39.0\text{ng/ml}$ 보다 유의하게 높았다($p < 0.05$). 최근 Lim과 Kim²⁹⁾은 임신 삼삼기 임신부의 철분 보충제 섭취기간은 임신부와 신생아의 Hb농도와 각각 $r = 0.266$ 과 $r = 0.209$ 의 유의한 ($p < 0.05$) 양의 상관관계를 보였다고 보고하여 본 연구와 비슷한 결과를 보여주었다.

Rios 등³²⁾은 임신부의 혈청 ferritin 농도와 임신동안 투여 받은 철분보충제의 양과는 특별한 상관관계가 있으며,

Table 5. Comparison of iron status between primigravidas and multigravidas

Measure	Primigravidas	Multigravidas
Mother Age(years)	28.6 ± 3.4	28.4 ± 4.8
Parity	1.0	$2.8 \pm 0.5^*$
Hb(g/dl)	10.7 ± 1.47	11.1 ± 1.38
Hct(%)	33.4 ± 3.70	34.0 ± 36.5
MCV	84.47 ± 7.47	$86.79 \pm 7.40^*$
MCH	27.13 ± 3.38	$28.25 \pm 3.26^*$
MCHC	32.02 ± 1.60	$32.50 \pm 1.4^*$
Serum iron($\mu\text{g/dl}$)	68.6 ± 38.6	79.6 ± 45.34
TIBC($\mu\text{g/dl}$)	483.2 ± 54.9	473.4 ± 58.3
TS(%)	14.1 ± 7.79	17.0 ± 10.1
Ferritin(ng/ml)	18.31 ± 9.44	$23.60 \pm 18.21^*$
Newborn Hb(g/dl)	14.6 ± 1.63	14.9 ± 1.21
infants Hct(%)	44.8 ± 5.46	45.6 ± 4.08
Serum iron($\mu\text{g/dl}$)	181 ± 37.7	190 ± 58.7
TIBC($\mu\text{g/dl}$)	251.0 ± 46.1	259.4 ± 57.8
TS(%)	73.0 ± 13.9	74.1 ± 16.4
Ferritin(ng/ml)	82.7 ± 40.7	84.1 ± 50.3

Significantly different by paired t-test at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$
Abbreviations: See Table 1

Table 6. Comparison of different two groups of pregnant women and their newborns divided according to the consumption of iron supplement

	Pregnant women		Newborn infants	
	Consumer	Non-consumer	Consumer	Non-consumer
RBC($\times 10^6/\text{mm}^3$)	3.9 ± 0.4	3.9 ± 0.3	4.2 ± 0.5	4.2 ± 0.4
Hb(g/dl)	10.9 ± 1.4	11.2 ± 0.4	14.7 ± 1.5	14.6 ± 1.0
Hct(%)	33.6 ± 3.7	34.2 ± 3.2	45.2 ± 4.8	44.7 ± 3.6
Fe($\mu\text{g/dl}$)	71.1 ± 38.1	$99.8 \pm 54.4^*$	179.0 ± 46.8	195.2 ± 39.3
TIBC($\mu\text{g/dl}$)	469.8 ± 60.1	483.2 ± 61.1	249.7 ± 48.3	258.2 ± 46.8
TS(%)	15.5 ± 9.3	20.5 ± 10.4	72.5 ± 15.4	76.5 ± 14.8
Ferritin(ng/ml)	21.6 ± 13.4	27.9 ± 24.1	74.7 ± 39.0	$121.9 \pm 73.6^*$

Abbreviations: See Table 1

*: Significantly different at $p < 0.05$

임신기간 중 철분보충제를 효과적으로 투여받지 못한 임신부에서 태어난 유아는 생후 6개월까지 ferritin 농도가 낮았다고 보고하였다. Kaneshige 등¹⁰⁾도 식이 철분 보충제를 충분히 공급받지 못하면 임신부와 이들의 태아의 철분저장이 감소된다고 보고한 바 있다. IOM(Institute of Medicine Committee, USA)³⁶⁾ 분과위원회에서는 모든 임신한 여성은 철분 보충제를 일상적으로 복용할 것을 권하고 있는데, 1990년에 실시된 IOM 조사에 따르면 미국의 임신부의 90%가 1개 이상의 영양 보충제를 먹는다고 보고한 바 있으나, 본 연구 대상 임신부의 경우에는 불과 23.0%만이 철분제를 복용하는 것으로 나타나 철분 보충제 복용상태가 매우 불량한 것으로 나타났다. 정상적인 임신기간동안 대사작용에 필요한 철분은 약 1,000mg으로, 임신 중반기 이후 1일 철분 요구량은 3~7mg이다.¹⁰⁾ 이들에 따르면 임신동안에 철분의 흡수가 증가³⁹⁾된다 할지라도 철분이 10mg 함유된 평균 식사로부터 흡수될 수 있는 철분은 2~3mg밖에 되지 않는다. 따라서 임신 전 기간동안 총 식이로부터 얻을 수 있는량은 560~840mg이므로 임신기간동안 필요한 1,000mg에 비해 부족되는 160~440mg은 철분 보충제로 공급받지 않으면, 충분한 양의 철분을 보유한 여성이라 할지라도 임신이 진행됨에 따라 어느 정도 철분결핍이 나타나게 된다고 하였다.

또한 Kaneshige¹⁰⁾는 철분을 보충받지 않은 임신부는 임신 2기에 모체에 저장된 철분이 완전히 고갈되어 태아의 철분 저장량에도 영향을 주었다고 하였다. Thompson⁷⁾은 혈청 ferritin 농도가 20ng/ml 이하인 임신부에 있어서 철분 보충이 필요하다고 하였으나, Carretti 등⁴⁰⁾은 임신말기에 있어 ferritin 농도가 약간 감소하는 것은 생리적인 현상이므로, 이러한 경우에도 Hb 농도가 11g/dl 이상일 때는 철분 보충이 필요없다고 하였다. 그러나 1993년 Thomsen 등⁴²⁾은 하루에 18mg의 철분 보충은 임신 3기에 있는 임신부의 철분 필요량을 충족시키기에 부족하다고 하였다. 한편

Table 7. Correlation matrix between the parameters in pregnant women and their newborn infants

Baby \ Mother	Hb	Hct	RBC	Fe	Ferri	TIBC	TS
Hb	0.284***	0.311***	0.295**	0.158	0.095	0.056	0.127
Hct	0.176	0.210*	0.217	0.157	0.043	0.061	0.116
RBC	0.176	0.230	0.304	0.171	0.057	0.115	0.124
Fe	0.057	0.034	-0.033	0.090	0.003	0.191*	0.028
Ferritin	0.170*	0.157	0.049	0.135	0.246**	-0.146	0.183*
TIBC	0.131	0.155	0.092	-0.003	0.018	0.081	-0.20
TS	-0.053	-0.097	-0.138	0.133	-0.060	0.148	0.074
Birth weight	-0.159	-0.145	0.051	-0.044	-0.167*	-0.167*	-0.082

Abbreviations: See Table 1

1992년 Godel 등⁴³⁾은 임신기간 중의 철분 보충으로 산모의 빈혈빈도가 감소하고 태아의 철분 저장량이 증가하였다고 하였다. 이처럼 임신부의 철분 보충에 대한 연구들에 따르면 임신부의 ferritin 농도 등을 이용하여 철분 영양상태를 정확히 파악한 후, 철분 영양제 필요여부 및 시작시기, 보충량 등을 결정하여야 한다고 하였다. 최근 Yu와 Yoon⁴⁴⁾은 철분영양상태가 나쁘지 않은 임신부에 있어서는 주단위 철분 보충으로도 빈혈을 예방 할 수 있음을 시사하였다.

7) 관련된 변수간의 상관관계

산모와 신생아의 철분관련 지표들 간의 상관관계를 살펴 보면 Table 7과 같았다. 본 연구에서 임신부의 Hb 농도와 양의 상관관계를 나타내는 신생아의 철분관련 혈액지표들은 Hb과 ferritin이었으며, 신생아의 출생 시 체중과는 음의 상관관계를 나타내었다. 이는 거대아일수록 체중증가에 따른 혈액량이 많아지므로 임신부의 Hb 농도는 낮아진다고 설명할 수 있다. 또한 임신부의 ferritin 농도와 신생아의 ferritin 농도는 양의 상관관계를 보였다. 앞에서 임신부와 신생아의 철분상태의 관계를 연구한 Maria 등²⁶⁾은 임신부와 신생아의 Hb, Hct 사이에는 양의 상관관계가 있었으며 특히 산모의 Hb 농도와 신생아의 출생 시 체중은 음의 상관관계가 있다고 보고한 바 있다. 그러나 Roger 등³⁰⁾은 신생아의 Hb 농도와 Hct 사이에는 상관관계가 나타나지 않았으나, 신생아의 출생 시 체중은 산모의 Hb, ferritin, TIBC, MCV, MCHC와 음의 상관관계가 있음을 보고하였다. 그러나 최근 임신 삼삼분기에 들어선 광주지역 임신부를 대상으로 한 Lim과 Kim²³⁾의 연구 결과에서는 신생아의 출생 시 체중이 임신부 또는 신생아의 Hb 농도와 상관관계를 보이지 않았다고 보고한 바 있다.

Milman 등¹¹⁾은 출생 시 신생아 체중은 제대 혈액내의 혈청 철분 및 TS와 약간의 음의 상관관계를 보였다고 한 반면, Calvin 등³⁶⁾은 영양상태가 불량하고 빈혈이 있는 임신

부에서 태어난 신생아 중 저체중아 비율이 높았으며, 산모의 Hb 농도와 신생아의 빈혈과는 관련이 없었다고 보고하였다. 앞서서 ferritin 농도가 다른 임신부에서 태어난 신생아의 철분 관련 혈액상에는 유의한 차이를 발견할 수 없어, 산모의 철분 영양상태가 태아 철분 영양상태에 영향을 주지 않는다고 하였다. 이는 신생아와 산모의 ferritin 농도 간의 상관관계의 크기가 ferritin 농도가 다른 임신부에서 신생아의 ferritin 농도에 영향을 줄 정도로 크지 못하였음을 보여주는 것이라 하겠다. 따라서 앞으로는 광범위한 연구 대상자의 선정과 함께 임신기간별로 혈액을 분석하여 체내 철분 영양상태의 변화 과정을 관찰하고 또한 태아의 철분 영양상태가 유지되는 기전을 규명하기위해 태반과 태아 사이의 철분의 이동에 관한 심도 깊은 연구가 이루어져야 할 것이다.

결론 및 제언

임신부의 철분 영양상태가 태아에게 미치는 영향에 관하여 연구하기 위하여 분만직전의 임신부 144명의 정맥혈과 그들의 신생아로부터 제대혈을 취하여 분석하였다.

본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 제대혈의 철분관련 지표들은 임신부의 정맥혈에 비해서(TIBC 만을 제외하고) 유의하게 매우 높았다. 제대혈의 TS와 ferritin은 73.6 ± 15.2%와 83.5 ± 45.8ng/ml로 임신부의 15.8 ± 9.22% 및 23.3 ± 15.2ng/ml에 비해 무려 5배 및 4배에 해당하였다.

2) 임신부의 Hb 농도, 11g/dl과 12g/dl 미만을 기준으로 측정했을 때 전체 임신부의 48.5%와 78.8%가 철분결핍으로 조사되었다. 또한, Hct 33% 미만을 기준으로 하였을 때의 철분결핍 비율은 42.6%로 매우 높았다.

3) 전체 임신부의 45.8%가 혈청 ferritin 농도 15~30 ng/ml에 해당되는 반면, 전체 신생아의 36.8%가 61~90 ng/ml에 해당하는 ferritin 농도를 나타내었다. 혈청 fer-

ritin 농도가 15ng/ml 이하인 임신부는 전체의 35.4%를 차지하였으나, 신생아에 있어서는 단 한건도 없었으며, 혈청 ferritin 농도가 91ng/ml 이상인 임신부는 전체의 0.7%에 불과 하였으나 신생아 에서는 30.1%를 차지하였다.

4) 혈청 철분 농도가 50µg/dl 미만인 임신부는 전체의 31.9%를 차지하는 반면, 신생아에 있어서는 단 한건도 이에 해당하지 않았다. 또한, 혈청 철분 농도가 150µg/dl 이상인 임신부는 전체의 7.0%에 해당하였으나 신생아는 전체의 80.0%가 이에 해당 하였다.

5) 경산부의 혈청 ferritin과 MCV, MCH 및 MCHC는 초산부보다 유의하게 높았으나, 이들 두 군의 신생아의 혈액상에는 유의한 차이가 없었다.

6) 규칙적으로 철분 보충제를 복용한 군의 혈청철분 농도가 $99.8 \pm 54.4\mu\text{g/dl}$ 로 전혀 복용하지 않은 군의 $71.1 \pm 38.1\mu\text{g/dl}$ 보다 유의하게 높았다. 또한 이들 두 군의 신생아 철분 상태 관련 결과를 비교하여 보면, 규칙적으로 철분제를 복용한 산모에서 태어난 신생아의 혈청 ferritin 농도는 $121.9 \pm 73.6\text{ng/ml}$ 로 복용하지 않은 군의 $74.7 \pm 39.0\text{ng/ml}$ 보다 유의하게 높았다($p < 0.05$).

7) 임신부의 Hb 농도와 양의 상관관계를 나타내는 신생아의 철분 관련 혈액지표들은 Hb, ferritin 및 MCHC였으며, 신생아의 출생 시 체중과는 음의 상관관계를 나타내었다. 신생아의 출생 시 체중은 산모의 Hb, ferritin, TIBC, MCV 및 MCHC와 음의 상관관계를 보였다.

본 연구 결과를 근거로 하여, 다음과 같이 제언 하고자 한다. 임신부의 빈혈 진단 및 판정을 위한 생화학적 지표에 대한 연구가 체계적으로 이루어져야 하겠다. 뿐만 아니라 적정 철분 보충제 복용량 및 기간 등에 대한 연구를 통하여 임신부가 최적의 철분 영양상태를 유지하기 위한 철분 보충제 사용에 대한 지침이 마련되어야 한다. 또한, 태아의 철분 영양상태가 일정 수준 이상으로 유지되는 기전을 규명하기 위하여 태반과 태아 간의 철분의 이동 등에 관한 구체적인 연구가 심도깊게 수행되어야 할 것이다. 아울러 임신부를 관리하는 산부인과에서 산모를 대상으로 하는 영양교육 및 상담을 통하여 빈혈 예방 및 치료를 위한 정기적인 점검이 이루어져야 하겠다.

Literature cited

- Liley AW. Clinical and laboratory significance of variations in maternal plasma volume in pregnancy. *Int J Gynec Obstet* 8: 358-362, 1970
- Kaltreider DF, Johnson JW. Patients of high risk for low birth weight delivery. *Am J Obstet Gynec* 124: 251-255, 1976
- Singla PN, Agarwal KN. Effects of maternal anemia on the newborn infant and the placenta. *INSERM* 113: 117-126, 1983
- Jacobs A, Miller F, Worwod M, Beamish MR, Waldrop CA. Ferritin in the serum of normal subjects and patients with iron deficiency and iron overload. *Br Med J* 4: 206-210, 1972
- Milman N, Pedersen NS, Visfeldt J. Serum ferritin in healthy Dares:relation to bone marrow haemosiderin iron stores. *Dan Med Bull* 30: 115-120, 1983
- Puolakka J, Janne O, Pakarinen A, Jarvinen PA, Vihko R. Serum ferritin as a measure of iron stores during and after normal pregnancy with and without iron supplement. *Acta Obstet Gynec Scand* 95(Suppl): 43-51, 1980
- Thompson WG. Comparison of tests for diagnosis of iron depletion in pregnancy. *J Obstet Gynec* 159: 1132-1134, 1988
- Okyuama T, Tawada T, Furuya H, Villee CA. The role of transferrin and ferritin in the fetal-maternal placental unit. *Am J Obstet Gynec* 152: 344-350, 1985
- Zittoun J, Blot I, Zittoun R, Papiernik E, Tchernia G. Iron supplements versus placebo during pregnancy:its effects on iron folate status on mothers and newborns. *Ann Nutr Met* 27: 320-327, 1983
- Kaneshige E. Serum ferritin as an assessment of iron stores and other hematologic parameters during pregnancy. *Obstet Gynec* 57: 238-242, 1981
- Milman N, Ibsen KK, Christensen JM. Serum ferritin and iron status in mothers and newborn infants. *Acta Obstet Gynec Scand* 66: 205-211, 1987
- Fenton V, Cavill I, Fisher J. Iron stores in pregnancy. *British J Haematology* 37: 145-149, 1977
- Shott RJ, Andrews BF, Ky L. Iron status of a medical high-risk population at delivery. *Am J Dis Child* 124: 369-371, 1972
- Gaspar MJ, Ortega RM, Moreiras O. Relationship between iron status in pregnant women and their newborn babies. *Acta Obstet Gynec Scand* 72: 534-537, 1993
- Chung HR, Moon HK, Song BH, Kim MK. Hemoglobin, hematocrit and serum ferritin as markers of iron status. *Korean J Nutrition* 24(5): 450-457, 1991
- Lee KH, Kim EK, Kim MK. Iron nutritional status of female students in Kangnung national university. *Korean J Community Nutrition* 2 (1): 23-32, 1997
- Nam HS, Ly SY. A survey on iron intake and nutritional status of female college students of Chungnam national university. *Korean J Nutrition* 25(5): 404-412, 1992
- Kye SH, Paik HY. Iron nutrition and related dietary factors in apparently healthy young Korean women(1): Comparison and evaluation of blood biochemical indices for assessment of iron nutrition status. *Korean J Nutrition* 26(6): 692-702, 1993
- Kim SJ. Iron concentration in maternal blood and neonatal cord blood of some Seoulities. *J College Medicine Korea University* 16(3): 1-5, 1979
- Kim KC. A study on the differences in blood pictures of premature babies and term babies. *Korean J Pediatrics* 24(7): 17-29, 1981
- Lee C, Cho HJ, Lee MH, Park SJ, Lee YH. Study on cord blood hemoglobin and etiology of neonatal anemia. *Korean J Pediatrics* 25(9): 40-47, 1982
- Yoon MJ, Song IH, Jung HL, Kum DH. The relationship between neonatal hypoglycemia and newborn iron status in hypoglycemic large-for-gestational age infants. *Korean J Pediatrics* 35(12): 1667-1673, 1992
- Lim HS, Kim HA. Effects of maternal anemia on the iron status of the cord blood and pregnancy outcomes. *Korean J Community Nutrition* 3(4): 565-573, 1998
- Ahn HS, Park SH. Dietary fat intakes of pregnant women and fetomaternal serum lipids and fatty acid composition. *Korean J Lipidology* 6(1): 23-33, 1996
- De Marsh QB, Windle WF, Hillis DS. The effect of depriving the infant of its placental blood, on the blood picture during the first we-

- ek of life. *JAMA* 116: 2568, 1941
- 26) Maria JG, Rosa O. Relationship between iron status in pregnant women and their newborn babies. *Acta Obst Gyne Scand* 72: 534-537, 1993
 - 27) Burman D. The normal cord hemoglobin level. *J Obst Gyn* 66: 147, 1959
 - 28) Yepez R, Calle A, Galan P, et al. Iron status in Ecuadorian pregnant women living at 2800m altitude: Relationship with infant iron status. *Int J Vit Nutr Res* 57: 327-332, 1987
 - 29) Chang NS, Kang MH, Paik HY, Kim IH, Cho YW, Park SC, Shin YW. Serum folate and iron levels of pregnant, lactating, and non-pregnant, non-lactating women. *Korean J Nutrition* 26(1): 67-75, 1993
 - 30) Huh KB. *Korean J Nutrition* 23: 197-207, 1990
 - 31) Marisa TC, Barry SS, Brent F, Bonnie C, James DC. Serum transferrin receptor for the detection of iron deficiency in pregnancy. *Am J Clin Nutr* 54: 1077-1081, 1991
 - 32) Dawson EB, Mc Garity WT. Protection of iron stores in pregnancy. *J Repro Med* 62(suppl.): 478-487, 1987
 - 33) Romslo I, Haram K, Sagen N, Augense C. The requirement in normal pregnancy as assessment of serum ferritin, serum transferrin saturation, erythrocyte proporphyrin determination. *Obst Gyne* 90: 101-107, 1983
 - 34) Roger JS, Billy F, Andrews LKy. Iron status of a medical high risk population at delivery. *Am J Dis Child* 124, sept, 1972
 - 35) Kessel I, Sills DJ. Neonatal and maternal serum iron levels at birth. *J Obst Gyne Br Comm* 75: 752-753, 1968
 - 36) Calvin WW, Edwin BB. Relationship between the hemogram of the infant and that of the mother during pregnancy. Vanderbilt University School of Medicine, Nashville. pp.681-685, 1973
 - 37) Lindsay HA. Nutritional supplementation for the pregnant woman. *Clin Obst Gyne* 37(3): 1994
 - 38) Institute of Medicine. Nutrition During Pregnancy. Washington DC. National Academy Press, 1990
 - 39) Waters GO, Miller FM, Worwood M. Serum ferritin concentration and iron stores in normal subjects. *J Clin Pathol* 26: 770, 1973
 - 40) Carretti NG, Eremita AG, Paternoster D, Pellizzari P, Grella P. Iron balance in pregnancy in relation to anemia. *Clin Exp Obst Gyne* 30: 218-221, 1992
 - 41) Guldholt IS, Trolle BG, Hviman LE. Iron supplementation during pregnancy. *Acta Obst Gynec Scan* 70: 9-12, 1991
 - 42) Thomsen JK, Frier-Larsen JC, Devantier A, Forgh-Andersen N. Low dose iron supplement dose not cover the need for iron during pregnancy. *Acta Obst Gyne Scand* 72: 93-98, 1993
 - 43) Godel JC, Pabst HF, Hodges PE, Johnson KE. Iron status and pregnancy in a Northern Canadian population: Relationship to diet and iron supplementation. *Canadian J Public Health* 83: 339-343, 1992
 - 44) Yu KH, Yoon JS. The effects of weekly iron supplementation on iron and zinc nutritional status in pregnant women. *Korean J Nutrition* 31(8): 1270-1282, 1998