

## 주단위 철분보충 방식이 임신부의 철분과 아연 영양상태에 미치는 효과\*

유 경 희 · 윤 진 숙

계명대학교 식품영양학과

### The Effect of Weekly Iron Supplementation on Iron and Zinc Nutritional Status in Pregnant Women

Yu, Kyeong Hee · Yoon, Jin Sook

Department of Food and Nutrition, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

#### ABSTRACT

The purpose of this research is to compare the effect of the new weekly iron supplementation on maternal iron and zinc nutritional status with the effect of the present daily iron supplementation. To assess the iron and zinc status of pregnant women visiting public health center in Ulsan, interview for dietary survey and general aspects of each subject was given and biochemical analysis of blood and urine was performed. The study subjects were divided to two groups randomly, but the subjects whose Hgb level was very low were allocated in daily group ethically because the effect of weekly supplementation was not yet established as safety. Daily group received 80mg elemental Fe(250mg Fe as ferrous sulfate) per day for 100 days, while weekly group received 160mg elemental Fe once a week for 15 weeks. After treatment, Hgb( $p < 0.01$ ), Hct( $p < 0.01$ ), serum iron( $p < 0.05$ ) and serum ferritin( $p < 0.05$ ) increased significantly in daily group, whereas only TIBC increased significantly( $p < 0.001$ ) in weekly group but RBC, Hgb, Hct, serum iron and serum ferritin increased slightly. After correction for the initial Hgb by including it in the MANOVA, the difference in treatment effects of Hgb and TIBC between groups was statistically significant. The effect of weekly vs. daily iron supplementation program on zinc status was also studied. The difference in treatment effect between two groups was, however, not significant. It is concluded that once weekly iron supplementation program in pregnant women was less effective to improve the iron status than daily iron supplementation program. However, because the weekly dose prevented a decline in Hgb as well as in ferritin, its effect was positive, given the fact that non-supplemented women almost always exhibit a significant drop in Hgb values. It seems that it will improve the iron status well if the amount or frequency of supplements is to be adjusted. Biweekly supplementation of a different dose or another type of iron supplement, such as through a gastric delivery system, might be better. (*Korean J Nutrition* 31(8) : 1270~1282, 1998)

**KEY WORDS** : daily vs weekly supplementation · iron · zinc · pregnant women.

채택일 : 1998년 10월 20일

\*This research was supported by 97' research grants from Korean Science and Engineering Foundation(Project No.971-0603-019-1).

## 서론

철분은 임신 중 태아의 조직 합성 및 모체의 적혈구 생성에 필요할 뿐만 아니라 태아가 출생한 후 첫 6개월 동안 필요한 철분을 간에 저장시키는 데 요구되므로 임신 전에 비하여 요구량이 증가한다<sup>1)</sup>. 철분 결핍성 빈혈은 전 세계적으로 발현 빈도가 높으며 많은 연구가 이루어지고 있는 공중 보건 문제로서 동남아시아의 경우 임신부에서의 발현율이 50~70%인 것으로 보고되고 있다<sup>2)</sup>. 또한 임신 중 빈혈로 인한 가장 심각한 결과는 모체와 태아의 사망률, 유병률 위험성의 증가와 저체중아 출산, 조산 등으로 보고되고 있어<sup>3,5)</sup> 임신 중 철분 영양의 중요성을 인식케 한다.

많은 나라에서 임신 중의 빈혈 발생 빈도를 줄이기 위해 1차 의료계를 통해 빈혈 치료용의 철분 보충제를 공급하는 프로그램을 실시하고 있지만<sup>6)</sup> 실제로 실효를 거두지 못하고 있다. 이에 대한 원인으로 농촌 지역 임신부들에게 철분제의 공급이 잘 되지 못한 점, 이용률이 낮은 철분 보충제의 공급, 임신부의 낮은 섭취 호응도 등으로 지적되고 있다<sup>7,9)</sup>. 특히 보충제 섭취의 호응도가 낮은 이유로 철분 보충제의 형태와 섭취량에서 비롯되는 바람직하지 못한 위장 장애(위 상복부 불편감, 메스꺼움, 구토, 변비 등)<sup>8)</sup>, 매일 섭취해야 하는 부담감, 보충제를 섭취해야 하는 이유에 대한 이해가 부족하기 때문으로 보고되고 있다<sup>9)</sup>. 더우기 매일 섭취하는 보충제가 장에 누적되기 때문에 점차적으로 다음에 보충되는 철분뿐만 아니라 식이 중의 철분까지도 장에서의 흡수를 급격히 감소시킴으로써 보충제 섭취의 효과를 저해하는 요인으로 보고되고 있다<sup>2)</sup>. 이와 같은 문제점을 개선하기 위한 방법으로 최근 주단위 철분 보충 방식이 제시되고 있으며 이는 인체의 장 점막 세포의 교체 시간과 비슷한 시간 단위로서 1주일 전에 투여한 철분으로 채워진 세포가 박리 됨으로써 새로운 세포가 매주 보충되는 철분의 흡수를 높일 수 있을 것이며 따라서 그 다음 철분 투여 일까지는 보충을 하지 않기 때문에 세포 내의 과량의 철분 축적이나 위장관 내에서 흡수되지 않고 있는 여분의 철분에 의해 위장 장애를 일으키고 섭취 비효율을 유도할 가능성을 줄일 수 있을 것이라고 한다<sup>2)</sup>. 이와 같은 이론적 근거를 바탕으로 한 동물 실험에서 빈혈인 쥐에게 매 3일마다 철분 보충제를 투여한 결과 매일 보충하는 방식보다 흡수율이 2.6배 더 효율적이며 장과 간에 과량 축적이 방지되었다고 보고되어<sup>10-12)</sup> 인체에서의 효과에 대하여 많은 실험이 진행 중에 있다. 미취학 아동을 대상으로 장 점막 세포의

교체가 5~6일인 점을 고려하여 매일 보충, 매 3일마다 보충, 매 7일마다 보충으로 나누어 비교한 결과 주단위 보충이 안전하고 효율적이라 하며<sup>13)</sup>, 또한 Schultink 등<sup>6)</sup>의 연구에서도 철분 상태가 낮은 미취학 아동의 경우 매주 2회 보충이 매일 보충과 비슷한 효과를 나타낸다고 보고하였다. 비임신 빈혈 여성을 대상으로 한 Gross 등<sup>14)</sup>의 연구에서는 매일 철분 보충군과 1주일에 한 번 보충하는 군을 비교한 결과 9주 후 두 군 모두 헤모글로빈의 유의한 증가를 나타내어 비교적 낮은 양의 철분으로 주단위 보충하는 것이 매일 보충하는 만큼 효과가 있음을 보고하였으며 아동, 임신부와 같이 빈혈 위험이 높은 집단에서도 유사한 연구가 필요하다고 제안했다. 그러나 임신부는 다른 집단에 비해 빈혈 발현률이 높음에도 불구하고 생명을 잉태하고 있다는 점에서 영양 조사가 활발하게 이루어지지 못하고 있는 실정으로서 최근 Endi 등<sup>15)</sup>에 의해 주단위 철분 보충이 매일 보충과 비슷한 효과를 나타내었다는 연구가 이루어졌을 뿐 앞으로의 연구가 기대된다.

우리 나라의 경우에도 지역 주민을 대상으로 한 임신부의 철분 영양상태에 대한 연구는 거의 보고된 바 없으며 여대생을 대상으로 한 연구<sup>16-18)</sup>에서 빈혈 빈도가 높고 저장 철분이 거의 없는 것으로 보고되어 임신 후 철분 결핍 상태가 심각하리라 예상된다. 물론 아직까지 효율적인 주단위 보충에 대한 확고한 방식이 채택되지 못하고 있는 실정으로 실제로 철분 보충제 섭취의 빈도와 섭취량을 줄임으로써 매일 섭취하는 만큼의 동일한 효과를 얻을 수 있다면 임신부 개인에 있어서나 국가적인 보건 복지 차원에서 필요한 연구라고 생각된다.

한편 임신부가 빈혈 상태를 개선하기 위하여 철분을 과량 섭취하게 되면 다른 영양소 상태에 불리한 영향을 미치게 됨<sup>19-21)</sup>을 고려하지 않을 수 없다. 특히 아연은 장내 흡수에 있어서 상호 경쟁적 작용으로 인하여 가장 영향을 많이 받는 원소로서<sup>22,23)</sup> 태아의 성장 발달에 꼭 필요한 원소로 알려져 있다. 많은 연구에서 철분 보충제의 섭취량이 혈장 아연 수준이나 아연 의존 효소인 alkaline phosphatase activity(ALP)와 역의 상관관계에 있다고 보고됨으로써<sup>19,24,25)</sup> 임신부에게 흔히 처방되는 철분 보충이 아연 영양상태에 불리한 영향을 미칠 수 있음을 나타내었다. 그러나 철분 보충제의 섭취가 혈청 아연 농도에 영향을 미치지 않거나<sup>26)</sup> 양의 상관관계를 보고하는 연구<sup>27)</sup>도 있어 임신부의 철분 보충제 섭취가 아연 영양상태에 미치는 효과에 대해 고려해 볼 필요가 있다고 생각된다.

그러므로 본 연구는 보건소를 이용하는 임신 중기의 임신부를 대상으로 매일 혹은 주단위로 철분 보충제를

투여하여 임신 후반기 철분과 아연 영양상태, 임신 결과에 미치는 효과를 비교함으로써 임신부에 있어서 보다 효율적인 철분 보충제 투여 방식을 모색하고자 실시하였다.

## 연구방법

### 1. 연구 대상

출산 시내 보건소에서 산전 진료를 받고 있는 1) 임신 18~22주에 속하는 임신부로서, 2) 과거 6개월 동안 어떤 영양제나 보충제도 섭취하지 않았으며, 3) 심장 질환, 고혈압, 당뇨 등의 질환이 없는 건강한 임신부 중에서 연구에 대한 개요를 설명하고 승낙한 51명에 대하여 조사를 실시하였다. 조사에 응한 순서대로 주단위 철분 보충군과 매일 철분 보충군으로 무작위로 나누었으나 아직까지 주단위 철분 보충이 임신 중 철분 상태를 효과적으로 개선시킬 수 있다고 확실하게 밝혀지지 않았기 때문에 혈액 채취 후 헤모글로빈 농도가 아주 낮다고 인정되는 임신부는 매일 보충군에 포함시켰다.

### 2. 조사 방법

모든 조사는 철분 보충 전, 후 2차례 이루어졌으며 개인별로 면접을 실시하여 설문지를 작성하고 1일 24시간 회상법과 2일 식사 기록법을 이용하여 3일 간의 영양소 섭취 실태를 조사하였다. 기록된 모든 식품은 대한영양사회에서 개발한 영양 관리 시스템 프로그램 [(주)현민 시스템]을 이용하여 1일 평균 영양소 섭취량을 구하였다. 아연 섭취량의 분석은 한국인 영양 권장량 제6차 개정에 수록된 식품 분석표<sup>28)</sup>와 미국 식품 분석표<sup>29)</sup>를 이용하여 1일 평균 섭취량을 분석하였다. 혈액 채취는 오전 11~12시 사이에 대부분 이루어졌으며 8ml를 취하여 1ml는 혈액학적 분석(Hematological analysis)을 위하여 EDTA가 들어 있는 전혈세포 측정(complete blood cell count : CBC) 병에 모으고 나머지 7ml는 응고시켜 혈청을 분리한 후 -20℃에 냉동 보관하였다.

24시간 소변 수집을 위하여 EDTA로 처리한 플라스틱 용기에 1ml toluene을 넣어 면접 바로 다음날 아침 첫 소변부터 그 다음날 첫 소변 이전까지 모아 오도록 하였으며 수집된 소변은 오염되지 않도록 주의하면서 전체 부피를 잰 후 일정량으로 나누어 분석할 때까지 냉동 보관하였다.

### 3. 생화학적 분석

연구 전반에 걸쳐 시료가 오염되지 않도록 주의하였으며 혈액학적 분석을 위하여 자동분석기인Coulter

counter STKS를 이용하여 전혈에서 적혈구 수(RBC), 헤모글로빈(Hgb), 헤마토크리트(Hct), 평균혈구혈색소량(mean corpuscular hemoglobin : MCH), 평균혈구혈색소농도(mean corpuscular hemoglobin concentration : MCHC), 평균혈구용적(mean corpuscular volume : MCV), red cell distribution width (RDW)를 분석하였으며 1달간 헤모글로빈 분석의 CV (coefficient of variation)는 0.5%였다. 혈청 철농도는 2-(5-Nitro-2-piridiazol)-5-(N-Propyl-N-Sulfopropylamin)-Phenol(NPS)를 키레트제로 이용한 철 측정용 분석 kit(IATRON LAB, Japan)를 사용하여 590nm에서 분광 광도계(spectrophotometer)로 분석하였다. 총철결합능(Total Iron Binding Capacity, TIBC)은 탄산마그네슘을 흡착제로 이용한 NPS법으로 측정하였으며 혈청 철분과의 비로서 철포화도(transferrin saturation, TS)를 계산하였다. 혈청 Ferritin 농도는 Enzyme Immunoassay(EIA)법에 의해 Abbot AXsym kit를 사용하여 측정하였다.

Alkaline Phosphatase(ALP)는 혈청 분리 후 곧바로 Bowers & McComb's method<sup>30)</sup>에 따라 p-nitrophenyl phosphate를 기질로 사용하여 자동 분석기(Schimadzu CL 20-D, Japan)로 이루어졌으며 1달간 ALP 분석의 CV는 3.77%였다. 혈청 아연 농도는 혈청을 탈이온수로 5배 희석한 후 직접 희석법<sup>31)</sup>에 의해 Flame Atomic Absorption Spectrophotometry(FAAS, Schimadzu AA-680/GV-5)를 이용하여 측정하였다. 적정 곡선을 위한 아연 표준 용액은 혈청과 비슷한 점도를 맞추기 위해 glycerol 용액(5/95, v/v)을 이용하여 원자 흡광 분석용 아연 표준 원액(Junsei chemical co. Ltd, Japan, 1000ppm)을 0.1ppm, 0.2ppm, 0.3ppm, 0.4ppm으로 희석하여 만들었다.

소변 중 아연 배설량은 희석하지 않고 직접 FAAS로 측정하였으며 표준 용액은 아연 표준 원액을 0.1M 염산에 희석시켜 사용하였다. 소변 수집이 완전하였는지를 확인하기 위하여 소변 중에 배설되는 creatinine을 Hawk 방법<sup>32)</sup>에 의하여 520nm에서 spectrophotometer로 측정하였다.

### 4. 보충제 투여 방법

소변 수집을 끝낸 그 다음 날부터 보충제를 섭취하도록 하였으며 보충제는 식사와 식사 사이에 혹은 잠들기 전에 섭취하도록 하였으나 위장 장애를 호소하는 경우 식사와 함께 섭취하도록 하였다. 보충 방법으로는 매일 보충군의 경우 하루에 1정씩(80mg elemental Fe/d) 매일 섭취하도록 하며, 주단위 보충군의 경우 1주일에

한번, 하루만에 2정(160mg elemental Fe/week)을 섭취하도록 하였다. 임신부가 기억하기 좋은 주말을 이용하도록 권하였으며 매일 보충군은 100일 후에, 주단위 보충군은 100일에 가까운 15주를 보충한 후 다시 재검사를 실시하였다. 재검사에서도 전과 동일하게 모든 조사를 실시하였다.

철분 보충제로는 시판되고 있는 빈혈제 중 위장 장애를 줄이기 위해 위에서 서서히 녹도록 고안된 퀘로바(서방정: 부광약품)를 이용하였으며 철분 보충제 1정은 250mg의 dried ferrous sulphate(80mg elemental Fe)를 함유하고 있었다. 말기 검사 때까지 각 군은 매달 한번씩 1달 분량의 약을 공급받았으며 1주에 한번씩 보충제 섭취를 잊어버리지 않도록 전화로 확인시켜 주었다. 말기 검사 시에 각 개인의 남은 알약 수를 확인함으로써 섭취 호응도를 조사하고 보충 프로그램 연구에 포함시킬지의 여부를 결정하였다. 철분 보충 프로그램에 대한 방법과 보충 기간은 Table 1과 같다.

모든 조사 대상자의 임신 결과(신생아 체중, 분만 시기)에 대한 자료는 분만 후 전화 상담을 통해 확인하였다.

5. 자료 처리 및 분석

모든 자료는 SAS(Statistical analysis system) package로 통계 처리하였으며 General linear models (GLM) procedure의 반복 측정 디자인(repeated measures design)을 이용하여 분석하였다. 철분과 아연 영양상태 지표들의 철분 보충에 의한 전, 후의 효과를 paired t-test를 이용하여 비교하였다. 매일 보충군과 주단위 보충군 간의 보충 후의 효과를 비교하기 위하여 보충 처리 전의 상태를 공변량(covariate)으로 두고서 보충 처리 전후의 차이를 비교하는 공분산분석(analysis of covariance, ANOCOVA)을 하였다.

다변량분산분석(multivariate analysis of variance, MANOVA)을 이용하여 초기 헤모글로빈 수준이 철분 흡수에 미치는 영향을 배제하기 위해 초기 헤모글로빈 수준을 고, 중, 저의 3 계급으로 나누어 2번째 개인 간 변수(intervariance)로 첨가되었으며 보충 후 헤모글로빈, 혈청 ferritin, TIBC, 혈청 아연 변화에 미치

Table 1. Iron supplementation program

|                | Daily group                                  | Weekly group                                |
|----------------|--|---|
| Supplement     | 250mg dried ferrous sulphate (80mgFe)/tablet | 250mg dried ferrous sulphate(80mgFe)/tablet |
| Dose           | 1 tablet, daily                              | 2 tablets, once weekly                      |
| Duration       | 100 days                                     | 15 weeks                                    |
| Total intake   | 100 tablets                                  | 30 tablets                                  |
| Sample size(n) | 24   | 27  |

는 효과를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 조사 대상자의 일반적 특성 및 임신 결과

처음 조사에 응한 대상자의 수는 매일 보충군에 24명 과 주단위 보충군에 27명으로 전체 51명이었으나 여러 가지 이유로 보충제 섭취 기간 중에 많은 대상자가 조사에서 제외되었다(Table 2). 매일 보충군의 경우 5명이 보충제 섭취 호응도가 낮아 섭취 호응도가 높은 대상자와 분리하여 결과를 처리하였으며 보충제 섭취에 대한 이해의 부족과 매일 섭취해야 한다는 부담감이 섭취 호응도가 낮은 주원인으로 나타났다. 마지막 조사시 까지 보충제 섭취에 잘 호응하여 준 대상자는 10명으로

Table 2. The reasons for drop-out or exclusion from iron supplementation program

| Reasons   | No of Subjects |         |
|---|----------------|---------|
|   | D group        | W group |
| Want to change the supplements to other   | 3              | -       |
| Want to change the weekly supplementation program into daily program on the way | -              | 3       |
| Move to other region  | 4              | 2       |
| Induced abortion  | 1              | -       |
| Lost CBC data by blood clotting   | 1              | -       |
| Complain of gastric discomfort  | -              | 5       |
| Low compliance  | 5              | 4       |

Table 3. Characteristics of subjects attending at iron supplemented program with compliance

|  | D group (n=10) | W group (n=13) |
|--|----------------|----------------|
| Age(yr)                                | 28.4 ± 3.1     | 27.6 ± 2.8     |
| Gestational age(wk)                    |                |                |
| before treatment                       | 20.1 ± 1.2     | 20.2 ± 1.2     |
| after treatment                        | 34.5 ± 0.9     | 35.1 ± 0.9     |
| Prepregnancy height(cm)                | 158.9 ± 2.7    | 159.8 ± 4.0    |
| Prepregnancy weight(kg)                | 49.7 ± 7.8     | 54.5 ± 7.4     |
| BMI                                    | 19.6 ± 2.6     | 21.3 ± 2.1     |
| Weight gain during study period(kg/wk) | 0.44 ± 0.15    | 0.46 ± 0.14    |
| Prior pregnancy(No. of case)           |                |                |
| Parity                                 | 1.1 ± 0.6      | 0.7 ± 0.5      |
| Spontaneous abortion                   | 1              | 3              |
| Induced abortion                       | 8              | 3              |
| Still births                           | 0              | 1              |
| Gestational age at delivery (wk)       | 39.3 ± 1.3     | 39.5 ± 1.1     |
| Neonatal birth weight(kg)              | 3.31 ± 0.53    | 3.24 ± 0.54    |

Values are mean ± SD and have not significant difference statistically between groups

이들의 보충제 섭취 호응도는 92.2%였다. 주단위 보충군의 경우 5명이 위장 장애(메스꺼움, 구토, 설사 등)를 호소하여 시작하자 2~3주 후 보충제 섭취를 거부하였다. 이는 한번에 섭취하는 철분제의 양이 매일 보충하는 양의 두 배로서 접막 세포 내로 흡수되기 전 장관 내에 녹아 있는 철분제의 양이 더 많기 때문으로 생각된

다. 따라서 주단위로 섭취 시 매일 섭취할 때보다 위장 장애가 나타나는 빈도는 감소하겠지만 섭취 당일의 위장 장애 효과는 더 큰 것으로 보인다. 이와 같은 기존의 철분 보충제의 위장 장애 효과를 줄이고자 최근 여러 형태의 철분 보충제가 보고되었다. Cook 등<sup>33)</sup>이 보고한 위운반계(gastric delivery system) 형태의 철분제

Table 4. Nutrient intakes of compliers for daily and weekly iron supplemented group before and after treatment

|                         | D group                                | W group                    | P-value <sup>f</sup> |
|-------------------------|--|----------------------------|----------------------|
| Energy(kcal)            |  |                            |                      |
| before                  | 2058.3±187.3 ( 92.5± 9.9) <sup>¶</sup> | 1884.7±328.9 ( 85.9±15.5)  | 0.1642 <sup>f</sup>  |
| after                   | 2110.5±345.0 ( 89.8±14.7)              | 2234.6±383.7* ( 95.0±16.3) |                      |
| Protein(g)              |  |                            |                      |
| before                  | 73.6±12.8 ( 98.1±17.1)                 | 67.1±10.6 ( 89.4±14.1)     | 0.9074               |
| after                   | 77.3±18.0 (103.1±24.0)                 | 74.8±22.4 ( 99.9±29.8)     |                      |
| Animal Protein(g)       |  |                            |                      |
| before                  | 36.0±14.0                              | 29.8±7.9                   | 0.7790               |
| after                   | 36.1±13.0                              | 33.8±21.5                  |                      |
| Plant Protein(g)        |  |                            |                      |
| before                  | 37.6±5.9                               | 37.3±8.6                   | 0.9790               |
| after                   | 41.2±8.8                               | 41.1±5.8                   |                      |
| Fat(g)                  |  |                            |                      |
| before                  | 44.1±14.1                              | 39.8±10.0                  | 0.7810               |
| after                   | 47.8±13.4                              | 49.0±22.4                  |                      |
| CHO(g)                  |  |                            |                      |
| before                  | 336.0±41.1                             | 313.7±58.5                 | 0.1142               |
| after                   | 341.7±52.2                             | 371.0±48.2                 |                      |
| Vit B <sub>1</sub> (mg) |  |                            |                      |
| before                  | 1.77±0.46 (126.5±32.4)                 | 1.18±0.21 ( 84.2±14.6)     | 0.6438               |
| after                   | 1.81±0.72 (129.3±51.2)                 | 1.81±0.55** (129.5±39.5)** |                      |
| Vit B <sub>2</sub> (mg) |  |                            |                      |
| before                  | 1.79±0.34 (116.9±24.3)                 | 1.39±0.20 ( 91.4±12.5)     | 0.4894               |
| after                   | 1.82±0.46 (114.0±28.8)                 | 1.76±0.63 (110.2±39.2)     |                      |
| Niacin(mg)              |  |                            |                      |
| before                  | 15.1±6.1 (104.2±39.6)                  | 13.7±2.7 ( 96.5±17.3)      | 0.2918               |
| after                   | 17.5±6.6 (117.0±44.1)                  | 20.6±6.7** (137.4±44.9)**  |                      |
| Vit C(mg)               |  |                            |                      |
| before                  | 102.4±41.1 (146.3±59.1)                | 127.2±50.8 (181.7±72.6)    | 0.9710               |
| after                   | 90.4±42.1 (129.2±60.1)                 | 94.6±37.8 (135.2±54.0)     |                      |
| Calcium(mg)             |  |                            |                      |
| before                  | 701.8±221.9 ( 70.2±22.2)               | 601.7±185.1 ( 60.1±18.5)   | 0.8559               |
| after                   | 697.3±231.5 ( 69.7±23.1)               | 617.1±245.7 ( 61.7±24.6)   |                      |
| Iron(mg)                |  |                            |                      |
| before                  | 19.5±4.1 ( 71.8±15.4)                  | 19.8±5.7 ( 73.7±21.5)      | 0.7431               |
| after                   | 20.6±5.5 ( 68.7±18.2)                  | 20.2±4.7 ( 67.4±15.7)      |                      |
| Zinc(mg)                |  |                            |                      |
| before                  | 6.59±1.70                              | 6.37±1.14                  | 0.3428               |
| after                   | 7.03±1.60                              | 6.45±1.29                  |                      |
| Fiber(g)                |  |                            |                      |
| before                  | 6.68±2.04                              | 6.94±2.21                  | 0.5194               |
| after                   | 7.35±1.42                              | 8.02±2.77                  |                      |

\*Values are significantly different before and after treatment within weekly group

\*p<0.05

\*\*p<0.01

¶ % of Recommended Dietary Allowances

<sup>f</sup> P-value of ANOCOVA

는 식사와 함께 섭취시 음식물이 소장으로 내려간 뒤에도 여전히 위에 남아 있으면서 몇 시간에 걸쳐 서서히 철분이 방출되어 위장 장애가 줄고 흡수율도 좋다고 보고되고 있다<sup>33)34)</sup>. 따라서 1회 섭취량이 많은 주단위 보충 방식의 위장 장애를 최소화하기 위해서는 이와 같은 형태의 철분제를 시도해 보거나 또는 1회 섭취량을 줄이고 주 2회 복용하게 하는 주단위 방식의 변형도 시도해 볼 필요가 있다고 생각된다.

매주 전화로 보충제 섭취를 기억시켜 주었음에도 불구하고 섭취에 잘 호응해 주지 않은(총 30정 중 평균 22.5정을 섭취) 대상자는 4명이며 이들 역시 따로 구분하여 자료를 처리하였다. 결과적으로 주단위 보충을 완성시킨 대상의 수는 13명이었으며 이들의 철분제 섭취율은 총 30정 중 평균 28.9정이었다.

섭취 호응도가 높은 대상자들의 일반적 특성과 임신 결과를 Table 3에 나타내었다. 두 군의 조사 대상자의 나이, 임신 전 신장, 체중, BMI의 유의한 차이가 없었으며 또한 보충 기간 동안 두 군의 체중 증가율에도 유의한 차이가 없었다.

철분 보충 방식의 변경에 따른 임신 결과에 미치는 효과는 두 군의 신생아 분만 시기와 신생아 출산 체중에 있어서 유의한 차이가 없었으며 비정상 분만을 한 조사 대상자는 없었다.

### 2. 영양소 섭취 상태

Table 4는 섭취 호응도가 높은 대상자의 보충제 섭취 전후의 영양소 섭취 상태이다. 주단위 보충군의 경우 비타민 B<sub>1</sub>과 niacin에서 보충 전에 비해 보충 후 유의한 차이를 보였으나 보충 전의 영양소 섭취를 보정한 후 평균 영양소 섭취량의 차이를 검정(ANOCOVA)한 결과 보충 후에 두 군간에 유의한 차이를 보인 영양소는 없었다. 따라서 두 군의 보충제 섭취 후 영양소 섭취의 변화가 보충군의 비교 연구에 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다.

### 3. 철분 보충 전후의 철분 영양상태의 비교

보충제 섭취 전후의 철분 상태 지표들의 결과는 Table 5에 제시하였다. 보충제 섭취 전에는 두 군간에 유의한 차이를 보인 지표는 없었으나 보충 후에는 매일 보충군의 경우 헤모글로빈(p<0.01), 헤마토크리트(p<0.01), 혈청 철(p<0.05), 혈청 ferritin(p<0.05)이 유의하게 증가하였다. 그러나 철분 영양 상태가 개선되면 총철결합능(TIBC)은 낮아지는 것으로 알려져 있으나 철분을 매일 보충하였음에도 불구하고 증가하였다. 이는 철분 수송 단백질인 transferrin에 결합할 철분이 부족하여 나타나는 현상이라기보다는 건강한 임신부의

**Table 5.** Iron status measurements of compliers for daily vs. weekly iron supplemented group before and after treatment

| Variable                 | D group (n=10) | W group (n=13) | P-value <sup>f</sup> |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------------|
| RBC(10 <sup>6</sup> /μl) |                |                |                      |
| before                   | 3.37±0.34      | 3.64±0.36      | 0.6724               |
| after                    | 3.61±0.39      | 3.92±0.47      |                      |
| Hgb(g/dl)                |                |                |                      |
| before                   | 10.6± 0.9      | 11.2 ± 1.0     | 0.0106               |
| after                    | 12.0± 1.0**    | 11.9 ± 1.2     |                      |
| Hct(%)                   |                |                |                      |
| before                   | 31.8± 2.5      | 33.5± 3.4      | 0.2889               |
| after                    | 35.4± 3.0**    | 35.6± 3.6      |                      |
| MCV(fL)                  |                |                |                      |
| before                   | 94.6± 3.5      | 92.0± 2.9      | 0.0255               |
| after                    | 97.1± 5.4      | 90.9± 3.7      |                      |
| MCH(pg)                  |                |                |                      |
| before                   | 31.6± 2.0      | 30.9± 1.7      | 0.0005               |
| after                    | 33.5± 2.1      | 30.4± 1.6      |                      |
| MCHC(g/dl)               |                |                |                      |
| before                   | 34.4± 1.6      | 33.6± 1.4      | 0.0200               |
| after                    | 34.4± 1.2      | 33.4± 1.0      |                      |
| Serum Fe(μg/dl)          |                |                |                      |
| before                   | 91.2±26.3      | 89.6±24.6      | 0.6864               |
| after                    | 111.2±12.4*    | 104.7±48.1     |                      |
| TIBC(μg/dl)              |                |                |                      |
| before                   | 366.5±45.2     | 361.5±37.2     | 0.0088               |
| after                    | 394.0±67.7     | 470.4±66.3***  |                      |
| TS(%)                    |                |                |                      |
| before                   | 25.6± 8.5      | 25.1± 7.6      | 0.1498               |
| after                    | 29.2± 7.1      | 23.1±10.9      |                      |
| Serum ferritin(μg/L)     |                |                |                      |
| before                   | 16.5± 7.7      | 17.8±10.8      | 0.0591               |
| after                    | 24.8± 5.0*     | 18.9±13.5      |                      |
| RDW(%)                   |                |                |                      |
| before                   | 13.8± 0.8      | 12.8± 0.8      | 0.5626               |
| after                    | 13.1± 0.7      | 12.5± 3.5      |                      |

RBC : red blood cell, Hgb : hemoglobin, Hct : hematocrit, MCV : mean corpuscular volume, MCH : mean corpuscular hemoglobin, MCHC : mean corpuscular hemoglobin concentration, TIBC : total iron binding capacity, TS : transferrin saturation, RDW : red cell distribution width  
Values are Mean ± SD

\*Mean values are significantly different within groups by paired t-test.

\*p<0.05 \*\* p<0.01 \*\*\* p<0.001

<sup>f</sup> P-value of ANOCOVA

생리적 현상이라고 보고되고 있으며<sup>35)</sup>, 또한 이 철분 수송 단백질의 변화는 철분 상태와는 무관하다고 보고되고 있다<sup>36)</sup>.

이에 반해 주단위 보충군의 경우 TIBC만이 유의하

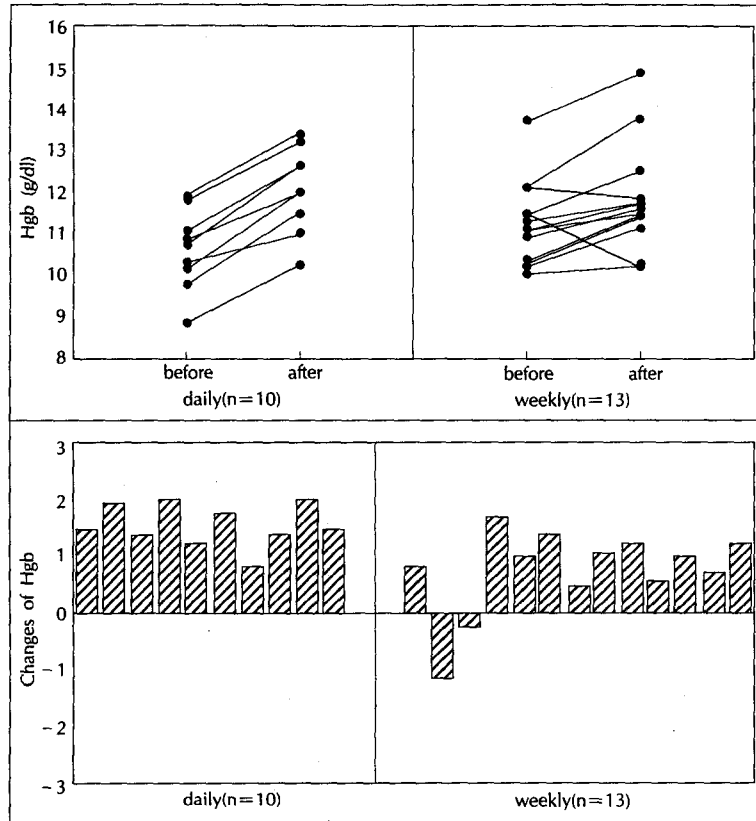


Fig. 1. Changes in hemoglobin concentration of individuals before and after daily vs weekly iron supplementation.

계( $p < 0.001$ ) 증가하였으며 나머지 철분 상태를 나타내는 지표들은 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 두 군간에 보충제 섭취 후의 효과를 비교하기 위해 공분산분석(ANOCOVA)을 실시한 결과 유의수준  $\alpha = 0.05$ 에서 MCV( $p < 0.05$ ), MCH( $p < 0.001$ ), MCHC( $p < 0.05$ ), TIBC( $p < 0.01$ ), 헤모글로빈( $p < 0.05$ )이 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

각 개인의 철분 보충 후 헤모글로빈 상승 정도를 살펴본 결과 매일 보충군이 주단위 보충군에 비해 헤모글로빈의 증가폭이 크게 나타났다. 주단위 철분 보충군의 경우 보충 후 헤모글로빈의 증가에 있어서 개인간 변이가 컸으며 대상자 중 2명에서는 헤모글로빈의 감소를 보였다(Fig. 1).

두 군간에 보충 전의 헤모글로빈 농도의 유의한 차이는 없었으나 헤모글로빈 농도가 아주 낮은 임신부를 매일 보충군에 포함시켰으므로 매일 보충군이 주단위 보충군에 비해 약간 낮은 수준을 보였다. 철분의 흡수는 생리적 필요에 따라 달라질 수 있으므로 초기 헤모글로빈 농도에 대한 흡수 상승 효과를 보정하기 위하여 초기 헤모글로빈 농도를 기준으로  $< 10.5\text{g/dl}$ ( $n = 8$ ),  $10.$

$5 \sim 11.5\text{g/dl}$ ( $n = 8$ ),  $> 11.5\text{g/dl}$ ( $n = 7$ )의 3계급으로 나누어 MANOVA 분석을 실시하였다(Table 6).

철분 보충의 효과로 헤모글로빈, 혈청 ferritin, TIBC에 있어서 보충 전후 값(개인내 변이)에 유의한 차이가 있었다. 헤모글로빈, 혈청 ferritin에 있어서는 매일 보충군과 주단위 보충군(개인간 변이)에 유의한 차이가 없었으며 TIBC의 경우 유의한 차이가 있었다( $p = 0.0145$ ). 헤모글로빈 계급간에 있어서는 보충 후 헤모글로빈 농도에 유의한 차이를 보였다( $p = 0.0124$ ). 그러나 헤모글로빈 계급간에 철분 보충에 의한 전후의 효과(treatment effect  $\times$  Hgb class)의 차이는 헤모글로빈, 혈청 ferritin, TIBC 모두에서 없었다. 또한 헤모글로빈 계급간에 보충군 간의 값의 차이(treatment type  $\times$  Hgb class)는 헤모글로빈, 혈청 ferritin, TIBC에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 매일 보충군이 주단위 보충군에 비해 보충 후 헤모글로빈이 큰 폭으로 증가하였으나 보충 전 헤모글로빈 농도가 철분의 흡수에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 따라서 헤모글로빈 농도가 아주 낮다고 인정되는 임신부를 매일 보충군에 포함시킨 본 연구 실험계획은 보충 프로

**Table 6.** Results of analysis of variance : biochemical indices by treatment effect, treatment type, and initial hemoglobin concentration

| Independent factors                 | Dependent factors (p value) |          |        |          |
|-------------------------------------|-----------------------------|----------|--------|----------|
|                                     | Hgb                         | Ferritin | TIBC   | Serum Zn |
| Within subjects                     |                             |          |        |          |
| Treatment effects(time)             | 0.0001                      | 0.0340   | 0.0003 | 0.0001   |
| Between subjects                    |                             |          |        |          |
| Treatment type(daily vs weekly)     | 0.3515                      | 0.1008   | 0.0145 | 0.2406   |
| Hgb classes(three classes)          | 0.0124                      | 0.1436   | 0.6036 | 0.0120   |
| Interactions                        |                             |          |        |          |
| Treatment effect × type             | 0.0154                      | 0.0768   | 0.0232 | 0.7752   |
| Treatment effect × Hgb class        | 0.7020                      | 0.8842   | 0.8325 | 0.9019   |
| Treatment type × Hgb class          | 0.8082                      | 0.3014   | 0.5098 | 0.0002   |
| Treatment effect × type × Hgb class | 0.8732                      | 0.1600   | 0.8622 | 0.0487   |

그림의 효과 비교에 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다. 보충군 간의 보충 효과의 차이(treatment effect × treatment type)는 헤모글로빈(p=0.0154)과 TIBC(p=0.0232)에서 유의한 차이가 나타났으며 혈청 ferritin 농도에 있어서는 유의한 차이가 없었다. 따라서 매일 보충으로는 헤모글로빈의 상승효과가 크게 나타났으며 TIBC는 주단위 보충군에서 유의한 증가를 보임으로써 매일 보충이 주단위 철분 보충에 비해 철분 상태의 개선에는 유리하다고 할 수 있겠다.

주단위 철분 보충으로 임신부의 철분 영양상태에 미치는 효과를 분석하는데 참고로 하기 위해 보충제 섭취 호응도가 낮았던 임신부들의 분석 결과를 Table 7에 나타내었다. 또한 철분 보충 프로그램의 효과를 비교하기 위해 보충제 섭취 호응도가 높은 군과 낮은 군간에 헤모글로빈, 체내 저장 철분량을 반영하는 혈청 ferritin, MCV에 대하여 그 효과를 그래프로 비교하였다(Fig. 2).

섭취한 보충제의 양과 혈청 ferritin간의 관계를 살펴보면 섭취 호응도가 높은 군(D/C group)의 경우 평균 철분제의 섭취는 92.2정(호응도 92.2%)으로 혈청 ferritin이 8.3µg/L 증가하였으며, 호응도가 낮은 매일 보충군(D/N group)의 경우 62정(호응도 62%) 섭취로 7.4µg/L 증가하였다. 호응도가 높은 주단위 보충군(W/C group)의 경우 28.9정 섭취 후 혈청 ferritin이 1.1 µg/L 증가를 나타내었으나 호응도가 낮은 주단위 보충군(W/N group)의 경우 22.5정 섭취로 15.5µg/L 감소하였다. 따라서 보충제 섭취 후 혈청 ferritin 농도의 변화는 보충제 섭취량에 비례한다고 볼 수 있으며 1주에 1번 주단위로 철분 보충제를 섭취하고도 혈청 ferritin 농도가 1.1µg/L 정도 증가하였다. 본 연구의 주단위 철분 보충량은 저장 철분 양의 손실없이 임신동안 필요한 철분 요구량에 거의 일치하는 양이라고 판단된다.

또한 섭취 호응도가 높은 매일 보충군의 MCV는 보

**Table 7.** Iron status measurements of noncompliers for daily vs. weekly iron supplemented group before and after treatment

|                          | Noncompliers |              |
|--------------------------|--------------|--------------|
|                          | D group(n=5) | W group(n=4) |
| RBC(10 <sup>6</sup> /µl) |              |              |
| before                   | 3.69±0.29    | 3.63±0.27    |
| after                    | 3.88±0.40    | 3.88±0.20*   |
| Hgb(g/dl)                |              |              |
| before                   | 10.8±0.7     | 11.3±0.8     |
| after                    | 11.9±1.3     | 11.6±1.4     |
| Hct(%)                   |              |              |
| before                   | 32.8±1.9     | 33.3±2.2     |
| after                    | 35.4±3.7     | 33.9±3.1     |
| MCV(fl)                  |              |              |
| before                   | 88.9±4.2     | 91.8±3.1     |
| after                    | 91.3±4.3     | 87.4±3.6     |
| MCH(pg)                  |              |              |
| before                   | 29.1±1.1     | 31.1±1.2     |
| after                    | 30.6±0.8     | 29.8±2.5     |
| MCHC(g/dl)               |              |              |
| before                   | 32.9±1.0     | 33.9±0.9     |
| after                    | 33.5±1.0     | 34.1±1.8     |
| Serum Fe(µg/dl)          |              |              |
| before                   | 87.4±32.3    | 84.5±22.6    |
| after                    | 114.8±60.4   | 83.8±45.4    |
| TIBC(µg/dl)              |              |              |
| before                   | 446.0±153.9  | 362.5±53.2   |
| after                    | 438.0±27.7   | 500.0±73.9   |
| TS(%)                    |              |              |
| before                   | 22.9±13.4    | 24.3±9.3     |
| after                    | 25.8±12.2    | 16.5±8.8     |
| Serum ferritin(µg/L)     |              |              |
| before                   | 11.5±5.0     | 22.8±12.9    |
| after                    | 18.9±7.3     | 7.3±3.6      |
| RDW(%)                   |              |              |
| before                   | 13.1±0.5     | 14.3±2.5     |
| after                    | 14.6±1.7     | 14.4±1.3     |

Values are Mean ± SD

\*Mean values significantly different within group at p < 0.05



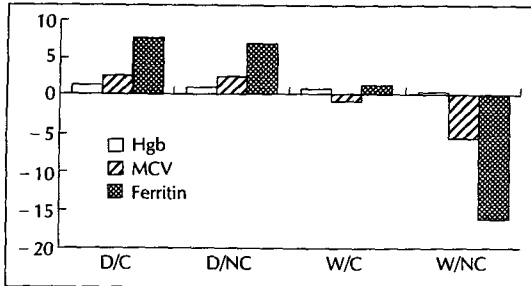


Fig. 2. Changes of iron status indices after treatment among groups. D/C, D/NC, W/C and W/NC mean daily group with compliance, daily group with non-compliance, weekly group with compliance, weekly group with noncompliance, respectively.

충제 섭취 후 말기에 평균 2.5fL정도, 섭취 호응도가 낮은 매일 보충군의 경우 2.4fL정도 증가하였다. 그러나 섭취 호응도가 높은 주단위 보충군의 경우에는 1.1fL정도 감소하였고 섭취 호응도가 낮은 주단위 보충군의 경우 4.4fL가 감소하였다. MCV의 변화 역시 보충 섭취되는 철분량에 비례하며 혈청 ferritin의 변화와 일치한다고 볼 수 있다. Taylor 등<sup>37)</sup>에 의하면 MCV는 임신 중기에는 철분 상태에 의해 영향을 받지 않으나 임신 말기에는 철분 상태에 의해 영향을 받는다고 한다. 이들의 연구에서 임신 말기에 철분 보충제를 섭취한 군의 혈청 ferritin의 감소는 낮으며 MCV는 그대로 유지되었다. 그러나 비보충군은 MCV의 점차적인 감소와 함께 매우 낮은 ferritin 농도가 나타났으며 이 변화는 고갈된 저장 철분 양과 일치하였다. 따라서 골수로의 철분 공급이 부족하여 소구성 적혈구가 나타난다고 보고하였다. 식이로 흡수된 철분만으로는 임신 말기에 임신 요구량의 증가에 맞추어 정상 조혈 작용을 유지할 수 없으며 철분 보충을 함으로써 골수의 철분 공급을 유지하고 정상 조혈 작용을 이루어 임신 말기에 평균혈구용적의 감소를 방지하였다고 한다. 따라서 본 연구에서 주단위 철분 보충으로 MCV가 1.1fL 정도 감소하여 철분 보충제의 양이 부족함을 의미하지만 저장 철분량의 증가가 나타나기 시작하였으므로 주단위 철분 보충제를 분만 시까지 계속 섭취할 경우 MCV의 증가가 나타나리라 생각된다.

이상의 여러 보충군의 효과를 비교해 본 결과 섭취 호응도가 낮은 매일 보충군의 경우 섭취 호응도가 높은 주단위 보충군과 비교해 볼 때 총 섭취량이 62점으로 주단위 보충군이 섭취한 보충제의 2배에 해당하며 철분 상태의 개선이 더 우수하였다. 그러나 호응도가 높은 주단위 보충군의 경우 유의하지 않으나 철분 상태 지표들의 증가가 나타났으며 최소한 평균 헤모글로빈이나

헤마토크리트의 감소는 나타나지 않았다. 임신 중 철분 보충제를 섭취하지 않은 대부분의 임신부에서 헤모글로빈의 유의한 감소가 나타난다<sup>35)36)</sup>는 보고에 비추어 볼 때 주단위 철분 보충 방식의 효과는 긍정적(positive)이라고 할 수 있으며 1주일에 한번 복용하는 양으로 임신 중의 철분 요구량은 충족시키나 안전성(safety margin)은 없는 것 같다.

한편 낮은 헤모글로빈이나 헤마토크리트는 조산이나 그 밖의 불리한 임신결과와 관련이 있을<sup>38)</sup> 뿐만 아니라 높은 헤모글로빈(>13.2g/dl), 높은 헤마토크리트(>40%) 수준에서도 불리한 임신결과와 위험이 높은 것으로 보고되고 있어<sup>45)</sup> 매일 보충제의 섭취가 과연 바람직한가에 대한 논란이 일고 있다. 임신의 정상적 적응 현상인 혈액 희석(hemodilution) 현상은 모체 심장에 부과되는 부담을 줄이고, 분만 시 출혈로 인한 헤모글로빈 손실량을 감소시키며 또한 태아에게 영양소 수송을 증가시키는 효과를 나타내는데 과량의 철분 섭취로 인해 그 효과가 저해된다고 한다<sup>1)</sup>. 더욱이 임신부는 분만 후 헤모글로빈과 혈청 ferritin의 유의한 증가가 나타나기 때문에<sup>37)</sup> 매일 철분 보충으로 임신 전 수준까지 높은 상태의 개선은 불리한 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 임신부의 철분 보충제 투여 효과는 흡수율이 함께 고려되어야 할 것으로 여겨진다.

Cook과 Reddy<sup>39)</sup>는 매일 보충군과 주단위 보충군의 철분 보충제의 흡수율을 조사한 결과 철분 상태가 좋은 개인에게 50mg의 철분을 식사와 함께 매일 주었을 때 평균 2.3% 즉 1.1mg의 철분이, 주단위로 주었을 때 2.6%의 철분 흡수를 보고하였으며, 물로써 섭취케 하였을 때 매일의 경우 8.5%의 흡수율, 주단위 섭취 시 9.8%의 흡수율을 보고하였다. 따라서 주단위로 보충할 경우에 높아진 흡수율은 유의한 차이가 없으며 전체 흡수된 철분량이 철분 결핍인 사람의 철분 요구량을 충족시키기에 부족할 수 있다고 제의하였다. 본 연구 대상자들이 철분제로부터 흡수하였을 것으로 추정되는 철분 양을 Cook과 Reddy<sup>39)</sup>가 보고한 철분 흡수율을 이용하여 계산하여 보았다. 매일 보충군의 경우 식이 섭취에서 약 20mg의 철분이 공급되었으며(Table 4) 식사와 식사 사이에 철분 보충제 80mg이 섭취되었다고 한다면 8.5%의 흡수율을 고려할 경우 1일 약 8.5mg의 철분을 흡수하게 된다. 그러나 주단위 철분보충의 경우 1주일에 철분 보충제로 160mg과 식사로부터 매일 약 20mg씩 1주일 섭취량 20×7=140mg에 대하여 주단위 흡수율 9.8%를 고려하면 29.4mg을 흡수하게 된다. 따라서 1일 약 4.2mg의 철분을 흡수하는 것으로 계산되며 임신 중기의 철분 요구량인 1일 4mg<sup>35)40)</sup>과 비슷

한 수준이라고 판단된다. 그러나 이는 어디까지나 공복 시 흡수량이며 식사와 함께 섭취 시에는 흡수량이 훨씬 낮아지므로 저장 철분의 이동이 불가피하리라 본다. 따라서 철분 보충의 효과는 식사 성분에 의해 영향을 받기 때문에 보충제 섭취 시간, 철분제의 형태, 임신부의 철분 영양상태, 섭취 호응도 등에 따라 좌우되므로 임신부의 철분 흡수율에 대한 좀더 많은 연구와 빈혈 임신부의 영양관리에 세심한 주의가 필요하다고 본다.

이상의 결과를 요약하면 섭취 빈도를 줄이고 총 섭취량을 줄이는 주단위 보충 프로그램이 매일 보충 프로그램에 비해 철분 상태를 유의하게 더 잘 개선시키지는 못하였으나 섭취 횟수와 섭취 간격을 잘 조절한다면 좋은 효과를 얻을 수 있으리라 기대된다. 더욱이 임신 전에 예방적 차원의 주단위 철분 보충으로 철분 결핍이나 빈혈이 되지 않도록 한다면 임신 중 주단위 보충으로도 임신 전 기간에 걸쳐 필요한 모든 요구량을 충족시킬 수 있을 것으로 생각되므로 주단위 철분 보충을 치료적 차원이 아니라 예방적 차원에 이용하면 바람직하리라 본다.

**4. 철분 보충 전후의 아연 영양상태의 비교**

철분 보충제 섭취 전후의 매일 보충군과 주 단위 보충군에 있어서 아연 상태 지표의 변화를 Table 8에 나타내었다. paired t-test 결과 보충 처리 전 유의한 차이가 있는 아연 상태 지표는 없었다. 매일 보충군의 경

**Table 8.** Zn status measurements of compliers for daily vs weekly iron supplemented group before and after treatment

| Index                          | D group (n=10) | W group (n=13) | P-value' |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------|
| <b>Serum Zn(µg/dl)</b>         |                |                |          |
| before                         | 75.1 ± 9.4     | 74.6 ± 9.5     | 0.8284   |
| after                          | 61.6 ± 11.7*   | 60.7 ± 5.9***  |          |
| <b>Urinary Zn(mg/d)</b>        |                |                |          |
| before                         | 0.20 ± 0.08    | 0.27 ± 0.12    | 0.6382   |
| after                          | 0.24 ± 0.15    | 0.33 ± 0.16    |          |
| <b>Urinary creatinine(g/d)</b> |                |                |          |
| before                         | 0.92 ± 0.19    | 0.93 ± 0.19    | 0.8251   |
| after                          | 0.88 ± 0.17    | 0.87 ± 0.14    |          |
| <b>Urinary Zn/cre(mg/g)</b>    |                |                |          |
| before                         | 0.22 ± 0.06    | 0.32 ± 0.25    | 0.5157   |
| after                          | 0.29 ± 0.21    | 0.40 ± 0.22    |          |
| <b>ALP(U/L)</b>                |                |                |          |
| before                         | 36.1 ± 7.4     | 34.8 ± 4.6     | 0.5779   |
| after                          | 76.1 ± 15.7*** | 79.5 ± 19.8*** |          |

\*Mean values significantly different before and after treatment within group

\*p<0.05    \*\*p<0.01    \*\*\* p<0.001

♯ P-value of ANOCOVA

우 보충제 섭취 후 혈청 아연 농도가 유의하게 감소하였으며(p<0.05), ALP의 유의한 증가를 나타내었고(p<0.001), 그 외 소변으로의 아연 배설량이나 아연/크레아티닌 배설량 비에는 유의한 차이가 없었다. 주단위 보충군에 있어서도 철분 보충 후 역시 아연 농도의 유의한 감소를 나타내었으며(p<0.001), ALP 활성도에 있어서는 유의한 증가를 보였다(p<0.001).

보충 전의 아연 상태 지표를 공변량(covariance)으로 두고 철분 보충제 섭취 후 변화의 차이를 비교하기 위해 공분산분석(ANOCOVA)을 실시하였다. 그 결과 매일 보충군과 주단위 보충군 간에 유의한 차이를 나타낸 지표는 없었다. 혈청 아연 농도는 아연 영양상태의 판정에 이용하기에 혼란을 일으키는 지표이지만<sup>41)</sup>, 현재까지는 더 좋은 지표가 없기 때문에 흔히 이용된다. 일반적으로 정상 임신부의 혈청 아연 농도는 임신 시기가 진행됨에 따라 감소한다고 보고되었으나<sup>19)</sup>, 본 연구 결과 이에 일치하였다. 또한 낮은 혈청 ALP 활성도는 아연 결핍의 유용한 지표로 알려져 있으나<sup>42)43)</sup> 임신부의 혈청 중 전체 ALP는 모체에서 분리되는 열에 불안정한 종(heat-unstable ALP)과 태반에서 분리되는 열에 안정한 종(heat-stable ALP)으로 이루어지며, 후자는 임신 초기에 나타나서 분만 시까지 계속 증가하는 것으로 보고되고 있으며<sup>19)44)</sup>, 아연 의존성 효소인지는 알려지지 않고 있다<sup>44)</sup>. 따라서 두 군에서도 혈청 ALP의 증가 경향을 보였으며 역시 철분 보충으로 두 군간에 유의한 차이가 없었다. 보충제 섭취 후 소변을 통한 아연 배설량의 증가도 철분 보충제의 섭취로 인해 흡수되지 못한 효과로 보기보다는 임신 말에 사구체 여과율의 증가에 따른 것<sup>145)</sup>으로 보여지며 두 군간에 유의한 차이가 없었다.

임신 중에 흔히 처방되는 다량의 철분 보충제는 아연 영양상태에 영향을 미칠 수 있다고 한다. 1일 90mg 이상의 철분 보충제를 섭취한 임신부의 혈청 아연 농도가 7~15% 감소하였으며<sup>21)46)</sup> 1일 18mg을 섭취한 사춘기 임신부의 경우 30~40% 감소하였다고 한다<sup>20)</sup>. 그러나 철분 보충군과 비보충군의 혈청 아연 농도의 차이가 없다는 연구<sup>47)48)</sup>도 있어서 철분 보충제의 아연 영양에 미치는 효과에 대해 논란의 여지가 많다. 더욱이 주단위 철분 보충이 아연 영양상태에 미치는 효과에 대해서는 지금까지 연구된 바가 없다.

주단위 철분 보충이 매일 철분 보충제를 섭취하는 경우보다 아연 영양상태에 유리한 효과를 나타낼 것으로 기대하였으나 본 연구 결과 보충 후 두 군간에 유의한 차이를 나타낸 지표가 없어서 매일 철분 보충이나 주단위 철분 보충으로 아연 영양상태에 미치는 효과는 비슷

하다고 본다.

## 결론 및 제언

울산 시내 보건소를 이용하는 임신부를 대상으로 철분 보충제 섭취 프로그램에 따른 임신부의 철분과 아연 영양상태, 임신 결과에 미치는 효과를 비교 조사하였다. 철분 보충제를 섭취하기 전과 매일 또는 주단위로 섭취한 후 두 차례에 걸쳐 면담을 통하여 설문지 작성과 식이 조사를 하였으며 혈액과 소변의 생화학적 검사를 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 임신 결과로써 분만 시기와 신생아 출산 체중에 있어서 두 군간에 유의한 차이가 없었으며 조사 기간 동안 체중 증가율도 유의한 차이가 없었다.

2) 철분 보충제 섭취 전후의 평균 영양소 섭취량도 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았으므로 두 보충군의 비교 연구에 영양소 섭취로 인한 영향은 없었다.

3) 매일 보충군이 주단위 보충군에 비해 보충 후 헤모글로빈이 큰 폭으로 증가하였으나 두 군간에 보충제 섭취 전 헤모글로빈 농도가 보충 후 철분 상태에 미치는 효과에 있어서 차이가 없었으며(MANOVA) 따라서 철분 보충제를 매일 섭취하는 것이 섭취량과 섭취 빈도(1주에 1번)를 줄인 주단위 보충보다 철분 상태의 개선에는 유리하였다.

4) 주단위 철분 보충으로도 철분 상태 지표들의 증가가 나타났으며 임신부에서 나타나는 헤모글로빈이나 헤마토크리트의 감소는 나타나지 않았으므로 주단위 철분 보충이 철분 상태에 미치는 효과는 긍정적(positive)이라고 할 수 있다.

5) 철분 보충제 섭취로 아연 영양상태에 미치는 효과는 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

이상의 연구 결과로 볼 때 철분 영양상태가 나쁘지 않은 임신부에 있어서는 주단위 철분 보충으로도 빈혈을 예방할 수 있을 것이며 철분 영양상태를 개선하는데 있어서 경제적인 측면을 고려할 때 주단위 철분 보충 프로그램도 효과적일 수 있다고 판단된다. 앞으로 임신부에 있어서 주당 보충제 투여 횟수를 2~3회로 늘려서 실시하거나 혹은 위장 장애가 작으면서 흡수 효율이 높은 철분제를 이용하는 방안에 대한 연구가 필요하다. 또한 주단위 철분 보충방식이 매일 철분 보충 방식에 비해 아연 영양상태에 유리한 영향을 미칠 것으로 기대하였으나 유의한 차이가 없었다. 임신부는 생리적 현상으로 인하여 소변을 통한 아연 배설량이나 alkaline phosphatase 활성도는 임신 시기가 진행됨에 따라 증가하고 혈청 아연 농도는 감소하는 경향을 보이므로 이

와 같은 현상의 개인적 차이가 철분 보충제 프로그램의 비교 연구 효과를 상쇄시킬 수 있으므로 임신부의 아연 영양상태를 명확하게 판정할 수 있는 지표의 연구 개발이 필요하다고 할 수 있겠다.

## Literature cited

- 1) Worthington-Roberts B, Williams SR. Nutrition in pregnancy and lactation. 5th ed. Mosby, 1993
- 2) Stephenson LS. Possible new developments in community control of iron deficiency anemia. *Nut Rev* 53 : 23-30, 1995
- 3) Lieberman E, Ryan KS, Minon RR, Schoenbaum SC. Association of maternal hematocrit with premature labor. *Am J Obstet Gynec* 159 : 107-114, 1988
- 4) Murphy JF, O'Riordan J, Newcombe RG, Coles EC. Relation of hemoglobin levels in first and second trimesters to outcome of pregnancy. *Lancet* 1 : 992-994, 1986
- 5) Garn SM, Ridella SA, Petzold AS, Falkner F. Maternal hematologic levels and pregnancy outcomes. *Semin in Perinatol* 5(2) : 155-162, 1981
- 6) Schultink W, Gross R, Gliwitski M, Karyadi D, Matulesi P. Effect of daily vs. twice weekly iron supplementation in Indonesian preschool children with low iron status. *Am J Clin Nutr* 61 : 111-115, 1995
- 7) Schultink W, van der Ree M, Matulesi P, Gross R. Low compliance with an iron supplementation program : a study among pregnant women Jakarta, Indonesia. *Am J Clin Nutr* 57 : 135-139, 1993
- 8) Charoenarp P, Dhanamitta S, Kaewvichit R, Silprasert A, Suwanaradd C, Na-Nakorn S, Prawatmuang P, Vatanavicharn S, Nucharas U, Pootrakul P, anphaichitr V, Thanangkul O, Vanियapong T, Thane Toe, Valyasevi A, Baker S, Cook J, DeMaeyer EM, Garby L, Hallberg L. A WHO Collaborative study on iron supplementation in Burma and in Thailand. *Am Clin Nutr* 47 : 280-297, 1988
- 9) Bonnar J, Goldberg A, Smith JA. Do pregnant women take their iron? *Lancet* 1 : 457-458, 1969
- 10) Viteri FE, Liu X-N, Morris M. Iron retention and utilization in daily vs. every 3 days iron supplemented rats. *FASEB J* 6 : A1091, 1992
- 11) Wright AJA, Southon S. The effectiveness of various iron supplementation regimens in improving the iron status of anemic rats. *Br J Nutr* 63 : 579-585, 1990
- 12) Viteri FE, Liu X-N, Tolomei K, Martin A. The absorption and retention of supplemental iron is more efficient when iron is administered every three days rather than daily to iron-normal and iron-deficient rats. *J Nutr* 125 : 82-91, 1995
- 13) Liu X-N, Kang J, Zhao L, Viteri FE. Weekly iron supplementation in Chinese preschool children is efficient and safe. *FASEB J* 8 : A5345, 1994

- 14) Gross R, Schultink W, Juliawati. Treatment of anemia with weekly iron supplementation. *Lancet* 344 : 821, 1994
- 15) Endi R, Werner S, Drupadi D, Rainer G. Effects of weekly iron supplementation on pregnant Indonesian women are similar to those of daily supplementation. *Am J Clin Nutr* 63 : 884-90, 1996
- 16) Kye SH, Paik HY. Iron Nutriture and Related Dietary Factors in Apparently Healthy Young Korean Women(1) : Comparison and Evaluation of Blood Biochemical Indices for Assessment of Iron Nutritional Status. *Korean J Nutrition* 26(6) : 692-702, 1993
- 17) 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
- 18) 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
- 19) Hambidge KM, Krebs NF, Jacobs MA, Favier A, Cuyette L, Ikle DN. Zinc nutritional status during pregnancy : a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 37 : 429-442, 1983
- 20) Dawson EB, Albers J, McGanity WJ. Serum zinc changes due to iron supplementation in teenage pregnancy. *Am J Clin Nutr* 50 : 848-852, 1989
- 21) Hambidge KM, Krebs NF, Sibley L, English J. Acute effects of iron therapy on zinc status during pregnancy. *Obstet Gynecol* 70 : 593-596, 1987
- 22) Meadows NJ, Grainger SL, Ruse W, Keeling PWN, Thompson RPH. Oral iron and bioavailability of zinc. *Br Med J* 287 : 1013-1014, 1983
- 23) Solomons NW, Jacob RA. Studies on the bioavailability of zinc in humans : effects of heme and nonheme iron on the absorption of zinc. *Am J Clin Nutr* 34 : 475-482, 1981
- 24) Breskin MW, Worthington-Roberts BS, Knopp RH, Brown Z, Plovie B, Mottet NK, Mills JL. First trimester serum zinc concentrations in human pregnancy. *Am J Clin Nutr* 38 : 943-953, 1983
- 25) Albers J, Dawson E, McGanity W. Effect of elevated prenatal iron supplementation on serum copper, zinc and selenium levels. *Am J Clin Nutr* 43 : 673, 1986
- 26) Sheldon WL, Aspillaga MO, Smith PA, Lind T. The effects of oral iron supplementation on zinc and magnesium levels during pregnancy. *Br J Obstet Gynecol* 92 : 892-898, 1985
- 27) Murkherjee MD, Sandstead HH, Ratnaparkhi MV, Johnson LK, Milne DB, Stelling HP. Maternal zinc, iron, folic acid and protein nutriture and outcome of human pregnancy. *Am J Clin Nutr* 40 : 496-507, 1984
- 28) Recommended dietary allowances for Koreans, 6th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 1995
- 29) Whitney EN, Rolfes SR. Understanding Nutrition. 6th ed. West Publishing Company, 1993
- 30) Bowers GN, McComb RB. A continuous spectrophotometric method for measuring the activity of serum alkaline phosphatase. *Clin Chem* 12 : 70-89, 1966
- 31) Smith JC, Butrimovitz GP, Purdy WC. Direct measurement of zinc in plasma by atomic absorption spectroscopy. *Clin Chem* 25/8 : 1487-1491, 1979
- 32) Hawk PB, Oser BL, Summerson WH. Practical physiology chemistry. 13th ed. Blakiston Co. Inc. Toronto, p809, 1954
- 33) Cook JD, Carriaga M, Kahn SG, Schalch W, Skikne BS. Gastric delivery system for iron supplementation. *Lancet* 335 : 1136-1139, 1990
- 34) Simmons WK, Cook JD, Bingham KC, Thomas M, Jackson J, Jackson M, Ahlunalia N, Gahn SG, Patterson AW. Evaluation of gastric delivery system for iron supplementation in pregnancy. *Am J Clin Nutr* 58 : 622-626, 1993
- 35) Letsky EA. Nutrition and Blood. 2. The need for hematinics in pregnancy. *Human Nutr Appl Nutr* 36A : 245-261, 1982
- 36) King JC, Bronstein MN, Fitch WL, Weininger J. Nutrient utilization during pregnancy. *Wld Rev Nutr Diet* 52 : 71-142, 1987
- 37) Taylor DJ, Mallen C, McDougall N, Lind T. Effect of iron supplementation on serum ferritin levels during and after pregnancy. *Br J Obstet Gynecol* 89 : 1011-1017, 1982
- 38) Klebanoff MA, Shiono PH, Selby JV, Trachtenberg AI, Graubard BI. Anemia and spontaneous preterm birth. *Am J Obstet Gynecol* 164 : 59-63, 1991
- 39) Cook JD, Reddy MB. Efficacy of weekly compared with daily iron supplementation. *Am J Clin Nutr* 62 : 117-120, 1995
- 40) Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron Nutrition. In Iron metabolism in man. pp7-42, London : Blackwell, 1979
- 41) Thompson RPH. Assessment of Zn status. *Proc Nutr Soc* 50 : 19-28, 1991
- 42) Kasarkis EJ, Schuna A. Serum alkaline phosphatase after treatment of zinc deficiency. *Am J Clin Nutr* 33 : 2609-2612, 1980
- 43) Neldner KH, Hambidge KM. Zinc therapy of acrodermatitis enteropathica. *New Eng J Med* 292 : 879-882, 1975
- 44) Tuttle S, Aggett PJ, Campbel D, McGillivray I. Zinc and copper nutrition in human pregnancy : a longitudinal study in normal primigravidae and in primigravidae at risk of delivering a growth retarded baby. *Am J Clin Nutr* 41 : 1032-1041, 1985
- 45) Swanson CA, King JC. Zinc and pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 46 : 763-771, 1987
- 46) Bloxam DL, Williams NR, Waskett RJD, Pattison-Green PM, Morarji Y, Stewart SG. Maternal zinc during oral iron supplementation in pregnancy : a preliminary study. *Clin Sci* 76 : 59-65, 1989

- 47) Campbell-Brown M, Ward RJ, Haines AP, North WRS, Abraham R, McFadyen IR, Turnlund JR, King JC. Zinc and copper in Asian pregnancies-Is there evidence for a nutritional deficiency?. *Br J Obstet Gynecol* 92 : 875-885, 1985
- 48) 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* 36 : 327-334, 1987