

## 만기분만과 조산 및 임신성 고혈압 산모의 초유내 무기질 함량 비교\*

안 홍 석<sup>§</sup> · 이 주 예

성신여자대학교 식품영양학과

### Comparison of Mineral Contents in Colostrum of the Mothers with Fullterm, Preterm Delivery and Pregnancy Induced Hypertension\*

Ahn, Hong Seok<sup>§</sup> · Lee, Ju Ye

Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul 136-742, Korea

#### ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the minerals and trace elements contents in colostrum milk produced from 30 normal healthy mothers delivery at term, 10 mothers delivery preterm and 8 pregnancy induced hypertensive mothers(PIH) and to investigate the relationship between maternal minerals intakes during pregnancy and milk contents of minerals. Five minerals(Na, K, Ca, P, Mg) and three trace elements(Fe, Zn, Cu) in colostrum were determined by ICP-AES and maternal dietary intakes during pregnancy were estimated by semiquantitative frequency questionnaire. Maternal dietary intakes of three groups during pregnancy were below the recommended allowances except protein and phosphorus. The overall mean nutrients intakes of mothers delivered preterm were the lowest among three study groups, especially phosphorus and sodium intakes of preterm mothers were significantly lower than those of normal term mothers( $p < 0.05$ ). Dietary intakes of mothers with pregnancy induced hypertension were similar to those of normal term mothers except calcium intake of pregnancy induced hypertensive mother was the lowest among three groups. While potassium and phosphorus concentrations in preterm colostrum were significantly lower than those of term milk( $p < 0.05$ ), iron contents of colostrum in preterm and PIH groups were significantly higher than term milk respectively( $p < 0.05$ ). The other minerals concentrations of colostrum produced by the preterm mothers tended to be lower than term milk. There were not significant relationships between maternal dietary intakes of minerals during pregnancy and the corresponding mineral levels of colostrum of three groups of mothers except that Pearson correlation coefficient showed positive significant relationships between the calcium intakes of PIH mothers and the colostrum milk calcium levels. These results suggest that preterm milk might be insufficient for the mineral nutrition of preterm infants in considering of the poor tissue storage of minerals and catch-up growth of preterm infants. (*Korean J Nutrition* 34(6) : 656~663, 2001)

**KEY WORDS:** colostrum, full-term, preterm, pregnancy induced hypertension, minerals.

#### 서 론

모유수유가 적극 권장됨에 따라 조산이나 임신 합병증을 경험했던 산모의 아기에 대해서도 모유영양의 적합성 여부에 많은 관심을 갖게 되었다. 채태기간이 짧은 미숙아나 조산아는 정상 만기아에 비해 출생시 체조직에 영양소 축적량이 적고, 체표면적이 넓으며, 영양소 대사기능이 미숙한 반면 성장속도가 빠르므로 영양불량에 민감하다.<sup>1)</sup> 이러한 상황에서 조산모가 분비한 preterm milk(PT)의 에너지, 단

접수일 : 2001년 7월 13일

채택일 : 2001년 8월 20일

\*This research was supported by the grants for professor of the Unjung Foundation in 2001.

<sup>§</sup>To whom correspondence should be addressed.

백질 및 지질 함량이 정상 만기 산모의 term milk(T)보다 높았다는 연구결과들이 보고되면서<sup>2,4)</sup> 조산아 및 미숙아의 성장발달을 도모하는 데에는 그들 어머니가 분비한 모유를 공급해 주는 것이 바람직하다는 견해가 제시되기도 했으나,<sup>5)</sup> PT의 무기질과 미량원소 함량이 부족하여 종종 모유영양을 하는 미숙아에게서 무기질 결핍으로 인한 골격질환이 관찰된 바,<sup>6)</sup> 조산아에 대한 모유영양은 아직 논란의 대상이 되고 있다.

임신성 고혈압(PIH)은 "disease of theories"로 불려질 만큼 발생 원인이 매우 다양하다.<sup>7)</sup> 즉 태반 기능 장애, 면역 체계의 이상, 혈액응고기전의 문제, 상피조직의 손상, 내분비계의 이상 및 유전적 요인과 섭식 요인 등이 관여한다.<sup>8)</sup> 식이요인 중 단백질, 마그네슘, 칼슘 또는 아연 영양의 결핍과 나트륨 또는 일부 지방산의 과잉섭취가 PIH 증상과 관

런된다고 알려져 있으며<sup>9)</sup> 임신기 모체의 고혈압 증상을 완화시키고자 임상에서는 칼슘 및 마그네슘 보충이 시행되고 있다.<sup>10)</sup> PIH 증상을 지닌 임신부의 혈액내 칼슘 이온 농도는 저하되어 있었으며,<sup>11)</sup> 이러한 증상을 지닌 10대 임신부의 경우에는 칼슘을 보충해도 혈청 칼슘 농도가 정상으로 회복되지 않았다.<sup>12)</sup> 이와 같이 재태기간이 짧았거나 임신기간 중 합병증이 있었다면 임신기 모체 조직의 영양소 저장량이 감소하고 황체호르몬이나 태반호르몬의 분비에 변화가 유도된다.<sup>13)</sup> 따라서 태아발달은 물론 모체의 영양소대사 및 유선발달과 수유생리가 영향을 받게되어<sup>13)</sup> 출산 후 초기에 분비되는 모유의 성분이나 양이 변경될 수 있다고 사료된다.

국내외적으로 PT와 T의 성분조성에 대한 비교 연구가 적고 더욱이 PIH와 같은 합병증을 지녔던 산모의 유즙 성분에 대한 정보는 찾아보기 어렵다.

본 저자 등은 한국인의 PT에서 질소와 지질성분을 분석 보고 하기 시작했으며,<sup>14,15)</sup> 전보<sup>16)</sup>에서는 조산모와 PIH 산모의 초유내 지질 함량을 조사 한 바 있다. 이에 본 논문에서는 전보<sup>16)</sup>의 조산모와 PIH 산모의 유즙 시료에서 무기질 함량을 분석하여 재태기간이나 임신부의 건강상태가 출산 초기에 분비되는 모유의 무기질 및 미량원소 함량에 미치는 영향을 조사하였다. 이와 함께 이들 유즙에 대한 무기질 영양의 적절성을 평가하고, 임신중 모체의 영양소 섭취량과 모유의 무기질 함량과의 상관성을 조사하였다.

## 연구방법

### 1. 연구대상 및 모유시료

재태기간과 임신부의 건강상태에 따른 연구대상자의 분류, 산모와 신생아의 일반적 특성 및 모유시료의 채취방법은 전보<sup>16)</sup>에 보고한 것과 동일하다. 즉, 조기 분만군은 분만 당시 재태기간이 37주 이하였던 산모로, 그리고 PIH군은 임신 20주 이후에 부종, 고혈압 및 단백뇨 증상을 보인 산모로 구성되었으며, 정상 만기 산모는 재태기간 38~40주를 유지하고 임신 합병증이 없었던 산모를 선정하였다. 각 그룹별로 모유 채취를 허락한 산모의 수는 조기 분만군 10

명, PIH군 8명과 정상 만기 분만군 30명이었다.

### 2. 모유의 무기질 및 미량원소 함량 분석

모유의 무기질과 미량원소 분석 전처리는 습식법으로 하였으며 칼슘, 칼륨, 나트륨, 인, 마그네슘, 철, 아연, 구리는 ICP-AES(Inductively coupled plasma atomic emission spectropotometer)를 이용하여 함량을 측정하였다. 또한 실험에 사용된 증류수는 17MΩ이상되는 탈이온수였으며, 기타 일반시약은 특급시약을 사용하였다. 이 때 사용한 초자기구는 10% HNO<sub>3</sub>용액에 하룻밤 담근 다음 꺼내어 수돗물로 세척하고 탈이온수로 3번 이상 헹군 것을 건조하여 사용하였다. 각 원소의 표준용액의 농도는 0.1, 1, 10 ppm으로 조제하여 3점을 이용한 검량곡선을 작성하여 분석하였다. 시료용액은 표준용액의 농도와 동일하게 희석하여 측정하였고, 이 때 ICP-AES 작동조건은 Table 1과 같다.

### 3. 임신부의 영양소 섭취량 조사

임신기간중 모체의 식사섭취조사는 분만후 입원실에서 직접 면담을 통해 반정량 빈도조사법(semiquantitative food frequency questionnaire)을 이용하였다. 임신부들에게 가장 적절한 식이섭취 방법에 대한 연구는 완전히 확립되어 있지 않아 본 연구에서는 정상성인들과 임신부들에 대한 영양 연구<sup>17,18)</sup>를 참고하고, 8~10개월 정도의 긴 기간 동안의 후향적인 식사평가가 이루어져야하는 본 연구의 특성을 고려하여 반정량 빈도조사법이 본 연구에 가장 적합하다고 판단하였다.

식품섭취 조사표에는 한국인의 100대 상용식품<sup>19)</sup>과 무기질의 주요 급원식품을 고려하여 총 105종류로 나누어 목록량을 제시하였고, 전체 임신기간의 섭취빈도는 총 10구분하여 제시하였다. 즉 매일 3회, 2회, 1회, 매주 5~6회, 3~4회, 1~2회, 매달 2~3회, 1회, 식달에 1~2회와 전혀 섭취하지 않음 등으로 구분하여 조사하였다. 면담시 섭취량의 정확도를 위해 식품모델, 계량기기 및 식품과 음식의 눈대중자료를 사용하였다. 조사된 자료는 본 연구실에서 개발한 Fortran을 이용한 프로그램을 통해 각 영양소의 섭취량을 산출하였다.

Table 1. Analytical conditions of ICP-AES<sup>1)</sup>

	Na	K	Ca	P	Mg	Fe	Cu	Zn
Power	1 Kw for aqueous							
Neburizer pressure	3.5 bars for meinhard type C							
Aerosol flow rate	0.3 L/min							
Shealth gas flow	0.3 L/min							
Cooling gas	12 L/min							
Wavelength (nm)	588.995	766.490	393.366	213.618	279.553	213.856	324.754	238.204

1) Inductively coupled plasma atomic emission spectropotometer

4. 조사자료의 통계분석

본 연구의 모든 자료는 SAS package를 이용하여 분석하였다. 정상 만기 산모의 영양소 섭취량 및 유즙내 무기질 함량에 대한 조산모와 PIH 산모에서의 유의성은 t-test로 검증하였고, 임신기 영양소 섭취량과 초유내 무기질 함량과의 상관관계는 Pearson correlation coefficient를 구하여 조사하였다. 모든 통계적 수치의 계산은 기각역 5%에서 유의성을 검정하였고, 조사된 자료는 평균값과 표준편차 혹은 백분율로 표시하였다.

연구 결과 및 고찰

1. 임신부의 영양소 섭취

본 연구 대상자인 정상 만기 산모, 조산모 및 PIH 산모의 임신기간 중 섭취한 1일 평균 영양소 섭취량과 영양권장량에 대한 백분율은 Table 2와 같다. 임신중 모체의 1일 평균 열량 섭취량은 정상 만기 산모 2132.4kcal, 조산모 1748.6 kcal 그리고 PIH 산모 1957.0kcal로 조산모와 PIH 산모의 열량 섭취량은 권장량<sup>20)</sup>의 74%와 83%로 정상 만기 산모의 열량 섭취량 보다 적었다. 세 그룹 산모의 임신중 1일 평균 단백질 섭취량은 열량 섭취량과 마찬가지로 정상 만기 산모는 79.9g으로 권장량 보다 많이 섭취하였으나 조산모와 PIH 산모의 단백질 섭취량은 권장량의 80~90%로 다소 낮았다.

나트륨 섭취량은 정상 만기 산모가 2378.8mg, 조산모 1525.8mg, PIH 산모 2245.1mg으로 나타났으며 칼륨 섭취량도 조산모와 PIH 산모가 정상 만기 산모에 비해 낮았다. 칼슘 섭취량의 경우 세 그룹 모두 권장량에 크게 미달된 수준으로 PIH 산모의 임신중 1일 평균 칼슘 섭취량은 500.9mg으로 가장 저조하였으며 이들의 칼슘과 인의 섭취 비율

도 0.45로 가장 낮았다. 철분의 경우 정상 만기 산모는 13.8 mg으로 권장량의 58%였고, 조산모와 PIH 산모는 권장량의 40%와 45%를 섭취하였다. 아연 섭취량도 정상 만기 산모는 9.3mg, 조산모 7.9mg, PIH 산모 7.6mg으로 권장량인 13mg<sup>20)</sup>에 미달되었다. 그러나 본 조사에서 보충제에 의한 미량영양소의 섭취량을 조사하지 못했던 점을 감안한다면, 특히 철분의 실제 섭취량은 다소 높을 것으로 사료된다.

전체적으로 볼 때 재태기간이 짧은 조산모와 합병증 등 건강 상태가 양호하지 못한 PIH 산모의 임신기간 중 영양소 섭취량은 정상 만기 산모보다 저조한 것으로 나타났다.

본 연구대상인 정상 만기 산모의 열량과 단백질, 칼슘, 인, 철분의 섭취량은 1996년 서울·경기 지역 임신부 그룹에서 24시간 회상법으로 조사보고 된 것<sup>18)</sup>과 유사하였고 나트륨과 칼륨 섭취량은 이들 지역에서 조사된 5931mg과 2853mg보다<sup>18)</sup> 훨씬 적은 것으로 나타났으며, 정상 만기 산모의 일일 평균 아연 섭취량은 이들보다 다소 많았다.<sup>18)</sup> 특히 나트륨의 경우 과잉 섭취를 방지하기 위하여 섭취량을 2400mg미만으로 제한하도록 권장<sup>20)</sup>하고 있는데 본 연구대상인 세 그룹 산모 모두 나트륨 섭취량은 적절한 것으로 사료된다. 그러나 본 식이조사에서는 조리시 첨가되는 식염 중 나트륨 섭취량을 조사하지 못했으므로, 나트륨 섭취량이 과소 평가될 수 있다는 가능성을 배제 할 수 없다.

2. 모유의 무기질 및 미량원소 함량

1) 나트륨과 칼륨

세 그룹 산모들이 분비한 초유의 나트륨과 칼륨함량은 Table 3과 같다. 정상 만기 산모의 초유내 나트륨 함량은 (meq/l) 13.96~72.23으로 평균 33.65였으며, 조산모가 분비한 PT의 초유내 나트륨 함량은 14.72~78.56으로 평균 33.21이었고, PIH 산모의 초유에서는 18.78~49.62범

Table 2. Daily nutrient intakes of the mothers during pregnancy

	Normal term(n = 27) <sup>1)</sup>	Preterm(n = 9)	PIH4)(n = 8)
Energy(kcal)	2132.3 ± 467.0 <sup>2)</sup> (91) <sup>3)</sup>	1748.6 ± 581.6(74)	1957.0 ± 446.4(83)
Protein(g)	79.9 ± 29.5(114)	63.7 ± 37.2(91)	67.8 ± 42.0(82)
Sodium(mg)	2378.8 ± 1203.4	1525.8 ± 634.1*	2245.1 ± 1090.1
Potassium(mg)	2278.8 ± 583.8	1599.7 ± 1061.4	1600.3 ± 981.6
Na/K	1.0 ± 0.5	1.1 ± 0.3	1.7 ± 1.2
Calcium(mg)	664.3 ± 255.3(66)	574.7 ± 419.9(57)	500.9 ± 332.0(50)
Phosphorus(mg)	1261.6 ± 371.3(126)	907.1 ± 314.2*(91)	1023.0 ± 573.1(102)
Ca/P	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.2	0.5 ± 0.1
Zinc(mg)	9.4 ± 3.2(71)	7.9 ± 4.9(60)	7.6 ± 2.2(58)
Iron(mg)	13.8 ± 5.9(58)	9.6 ± 4.6(40)	10.7 ± 7.0(45)

1) Number of subjects

2) Mean ± SD

3) % RDA

4) Pregnancy induced hypertensive pregnant

\* : Significantly different from normal term group at p < 0.05

**Table 3.** Sodium and potassium concentrations in colostrum

	Normal term(n = 30) <sup>1)</sup>	Preterm(n = 10)	PIH <sup>3)</sup> (n = 8)
Na(meq/l)	33.65 ± 15.40 <sup>2)</sup>	33.21 ± 17.40	29.83 ± 11.31
K(meq/l)	21.38 ± 2.95	19.26 ± 1.97*	20.96 ± 2.38
Na/K	1.65 ± 0.92	1.73 ± 0.85	1.40 ± 0.42

1) Number of subjects

3) Pregnancy induced hypertensive pregnant

2) Mean ± SD

\* : Significantly different from normal term group at p < 0.05

**Table 4.** Calcium, phosphorus and magnesium concentrations in colostrum

	Normal term(n = 30) <sup>1)</sup>	Preterm(n = 10)	PIH <sup>3)</sup> (n = 8)
Ca(mg/dl)	26.99 ± 6.80 <sup>2)</sup>	23.62 ± 4.88	25.86 ± 5.02
P(mg/dl)	11.60 ± 2.41	9.89 ± 1.96*	11.03 ± 2.37
Mg(mg/dl)	2.28 ± 0.43	1.95 ± 0.42	2.22 ± 0.42
Ca/P	2.36 ± 0.97	2.43 ± 0.51	2.44 ± 0.66

1) Number of subjects

3) Pregnancy induced hypertensive pregnant

2) Mean ± SD

\* : Significantly different from normal term group at p < 0.05

위로 평균 29.83이었으며, 그룹간 나트륨 농도는 유의적인 차이가 없었다. 세 그룹 산모들의 초유내 평균 칼륨 함량은 (meq/l) 각각 21.38, 19.26 및 20.96으로 조산모 유즙의 칼륨 농도는 정상 만기 산모의 초유에서 보다 유의적으로 낮았지만(p < 0.05) 각 그룹별 초유의 나트륨과 칼륨 농도의 비율은 1.40~1.73으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

본 실험에서 분석한 정상 만기 산모와 조산모의 초유내 나트륨 농도는 미국과 프랑스 산모의 T와 PT에서 동시에 영양소 함량을 비교한 4편의 연구결과<sup>21-24)</sup>를 평균한 측정값(T : 26meq/l, PT : 29meq/l)보다 모두 높았고, 본 연구 대상자 유즙의 칼륨 농도는 이들 결과<sup>21-24)</sup>와 유사한 수준이었지만, 1995년도 이 등<sup>25)</sup>이 우리 나라 정상 만기 산모와 조산모의 유즙에서 분석보고한 나트륨(T : 28meq/l, PT : 38.7meq/l)과 칼륨농도(T : 23meq/l, PT : 20meq/l)보다는 낮았다. 본 연구에서는 정상 만기 산모와 조산모의 유즙내 나트륨 농도가 유사하였지만 Gross 등<sup>23)</sup>과 Lemons 등<sup>22)</sup>은 PT에서 나트륨 농도가 유의적으로 높았음을 보고하였고, Sann 등<sup>24)</sup>은 두 그룹간 전해질 농도에 차이가 없었다고 보고한 바 있다. 나트륨과 칼륨은 각각 세포외액과 내액의 주된 전해질로써, 영아가 섭취하는 유즙의 전해질 조성 비율이 적당하게 유지되어야 하며, 정상적인 전해질 분포가 깨지면 영아의 체내 산·염기 평형에 이상이 올 수 있다는 가능성이 제시되기도 하였다.<sup>26)</sup> 일반적으로 모유는 생후 6개월까지 영아에게 전해질을 충분히 공급한다고 알려져 있으나 조산아는 신장의 나트륨 보유능이 미숙하여 그 배설량이 많은데 비해 PT의 전해질 농도는 낮은 경향이 있으므로<sup>27)</sup> 모유영양을 하는 조산아의 경우에는 저나트륨혈증이나 저칼륨혈증 또는 대사성 과염기증이 초래 될 수 있어서 전해질 보충이 필요하다는 견해도 있다.<sup>27)</sup> 한편 PIH 산모가 분

비한 유즙의 나트륨과 칼륨 농도는 정상 만기 산모 유즙의 농도와는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

## 2) 칼슘, 인 및 마그네슘

Table 4에 영아의 골격과 근육 형성에 필수 기능을 지니고 있는 칼슘, 인 및 마그네슘의 모유내 함량을 제시하였다. 정상 만기 산모와 조산모 그리고 PIH 산모 유즙의 평균 칼슘 농도는(mg/dl) 각각 26.99, 23.62 및 25.86이었으며, 조산모 초유의 인 농도는(mg/dl) 9.98로 정상 만기 또는 PIH 산모의 초유내 평균 농도인 11.60과 11.03보다 낮았다. 또한 세 그룹 산모의 초유내 마그네슘 농도는(mg/dl) 평균 1.95~2.28로 조산모 유즙에서 가장 낮았으며 이는 정상 만기 산모 유즙의 농도와 유의적인 차이가 있었다(p < 0.05).

외국에서 보고된 PT 성분 분석 결과에서도<sup>23,24)</sup> 본 연구결과와 같이 재태기간에 따른 초유내 칼슘 농도의 변화를 관찰하지 못했으나 Dewey와 Lonnerdal<sup>28)</sup>은 PT의 칼슘과 인의 함량이 T에서 보다 낮았음을 보고하였다. 본 연구에서도 인의 함량은 조산모 유즙에서 유의적으로 낮았지만 칼슘과 인의 비율은 그룹간 서로 유사하였다. 마그네슘의 경우 본 연구에서는 Lemons 등<sup>22)</sup>의 연구결과와 같이 조산모 유즙에서 낮게 분석되었으나, Lee 등<sup>25)</sup>의 조산모 초유에서는 정상 만기 산모 유즙에서 보다 높게 측정된 바도 있어 일관성 있는 결과를 제시하려면 규모가 큰 PT 시료의 확보가 요구된다. 전체적으로 볼 때 조산모가 분비한 초유의 다량 무기질 함량은 정상 만기 산모의 유즙내 농도보다 낮은 경향이므로 조산아 또는 미숙아의 뼈 성장발달을 위해서는 임신말 태아조직에 축적되는 정도로 칼슘과 인을 공급하는 것이 필요하다는 지적도 있다.<sup>28)</sup> Ziegler 등<sup>29)</sup>은 임신말 태아가 축적하는 칼슘과 인의 함량을 체중 1kg당 하루에 각각

100~130mg과 64~78mg으로 제시 한 바 있다. 본 연구의 조산아들이 체중 1kg당 유즙을 하루 200 ml정도 섭취한다면 칼슘과 인의 섭취량은 각각 46mg/kg과 20mg/kg으로 추산 할 수 있다. 이와 같은 섭취량은 태아 조직의 칼슘 축적량을 크게 밀도는 양이므로 조산아의 뼈 발달에는 부족하다고 사료된다. 따라서 모유영양을 하는 조산아에게 구루병이나 골감소증 등 임상적 증후와 혈액내 인산 농도 저하, 칼슘의 뇨 배설량 증가 등 대사적 변화가 보고되었고,<sup>30)</sup> Senterre 등<sup>31)</sup>은 구루병을 예방하기 위해서 모유 100ml당 9mg의 인을 보충할 것을 제안하였다. 그러나 Lindroth 등<sup>32)</sup>은 1.5kg 미만인 조산아에게 유즙 100 ml당 11mg의 인을 보충했어도 뼈의 무기질화는 적절하지 못했다고 보고하였으며, Ziegler 등<sup>29)</sup>과 Senterre 등<sup>31)</sup>은 모유영양을 하는 조산아에게 유즙 100 ml당 칼슘 51~71mg, 인 28~56mg을 보충할 것을 권장하기도 하였다.

PIH 산모의 초유내 칼슘, 인 및 마그네슘 함량은 정상 만기 산모의 초유내 농도와 매우 유사하였다. PIH의 병리요인이 분명하게 규명되어 있지는 않지만 칼슘대사의 변경이 수반된다는 것은 잘 알려져 있다.<sup>6,11)</sup> 영양역학조사에서도 칼슘섭취와 PIH 발병과는 역의 상관관계가 있다고 제시되었고,<sup>6,11)</sup> 10대 임신과 같은 고위험 임신부에게 칼슘보충이 적극 권장되고 있다.<sup>12)</sup> 칼슘대사와 관련된 혈액의 부갑상선 호르몬과 비타민 D 및 칼슘이온 농도를 동시에 분석한 Seely 등의 연구에서<sup>11)</sup> 보면 PIH 증상을 지닌 경우 정상 임신부보다 혈청내 부갑상선 호르몬의 농도는 높았고 1, 25-(OH)<sub>2</sub>D와 칼슘이온 농도는 낮은 수준을 보여주었다. 이들은 비타민 D 농도 저하는 소장에서의 칼슘 흡수를 방해함으로써 혈액내 칼슘 농도의 저하와 PIH의 상승 및 칼슘의 뇨 배설 억제 등 체내 칼슘의 항상성 장애를 초래하여 혈관 민감도에 영향을 주었다고 설명한 바 있다.

한편 마그네슘도 혈압조절에 참여하는 무기질로 알려져 있으며,<sup>33)</sup> 마그네슘 결핍 동물에서 PIH의 일반적 특성 즉 혈압상승, 단백뇨, 부종 및 저단백혈증이 관찰되기도 하였다.<sup>33)</sup> Boston 등<sup>34)</sup>은 PIH 증상을 보였던 10대 임신부 그룹의 혈장 마그네슘 농도가 건강한 임신을 유지했던 그룹보다 다소 낮았고 혈압과 혈장 마그네슘 농도 사이에 역의 상관성이 있었음을 관찰하였으나 마그네슘 결핍 증상은 발견되

지 않았다고 보고하였다.

국내외적으로 PIH 산모가 분비한 모유의 영양소 함량에 대한 연구가 보고된 바 없어서 본 실험결과를 비교할 수는 없었지만, PIH가 모체의 칼슘, 마그네슘대사의 변경을 초래할 수는 있으나, 분만 후 유선조직에서의 이들 무기질 분비에는 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

### 3) 철분, 아연 및 구리

초유의 미량원소 함량을 Table 5에 요약하였다. 철분 함량은( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) 정상 만기 산모의 유즙에서 35.37로 조산모나 PIH 산모의 유즙내 농도인 59.98이나 59.02보다 유의적으로 낮은 값을 보여주었다( $p < 0.05$ ). 세 그룹 산모의 초유내 평균 아연 함량은( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) PIH 산모 유즙에서 265.54로 가장 낮았고 정상 만기 산모와 조산모 유즙의 평균 농도는 350~354로 서로 유사하였다. 또한 정상 만기 산모, 조산모 및 PIH 산모의 초유내 평균 구리 농도는( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) 각각 19.87, 23.86, 27.16으로 정상 만기 산모 유즙에서 가장 낮은 경향을 보여주었으나, 그룹간 구리 유의적인 농도 차이는 없었다.

본 연구의 정상 만기 산모의 초유내 평균 철분 함량은 35.37 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 1990년대 초 우리나라 수유부의 초유에서 분석보고<sup>35)</sup>된 33 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 과 비슷하였으나 Moon 등<sup>25)</sup>이 보고한 170  $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와는 큰 차이가 있었다. 외국에서 보고된 모유의 철분 함량은 초유와 이행유에서 50~100 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 의 넓은 범위를 보여 주었다.<sup>36)</sup> 본 실험의 조산모와 PIH 산모 초유의 철분 농도는 이들 범위에 포함되었다. 본 연구에서는 조산모 유즙의 철분 함량이 정상 만기 산모의 유즙 농도 보다 70% 가량 높게 나타났으며, Lemons 등<sup>22)</sup>도 PT의 철분 함량이 T에서 보다 62~115% 가량 높았다고 보고한 바 있다.

본 연구의 초유내 아연 농도는 선행 보고된 국내외 모유의 아연 함량<sup>20,23,24,34)</sup>보다 낮았으나 재태기간에 따른 초유의 아연 함량은 Sann 등의 결과<sup>24)</sup>에서와 같이 그룹간 서로 유사하였다. 또한 본 연구대상자의 유즙내 구리 농도도 타 연구결과<sup>24,25)</sup> 보다 낮은 경향을 보여주었고 조산모 초유에서 높은 경향이었으나, Moon 등<sup>25)</sup>은 PT의 구리 농도가 T에서 보다 유의적으로 낮았다고 보고하였다.

철분, 아연 및 구리와 같은 미량원소들은 산소운반, 효소의

Table 5. Iron, zinc and copper levels in colostrum

	Normal term(n = 30) <sup>1)</sup>	Preterm(n = 10)	PIH <sup>3)</sup> (n = 8)
Fe( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	35.37 $\pm$ 14.83 <sup>2)</sup>	59.98 $\pm$ 11.85*	59.02 $\pm$ 20.03*
Zn( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	353.98 $\pm$ 156.08	349.95 $\pm$ 189.38	265.54 $\pm$ 153.54
Cu( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	19.87 $\pm$ 8.60	23.86 $\pm$ 6.68	27.16 $\pm$ 9.34

1) Number of subjects

3) Pregnancy induced hypertensive pregnant

2) Mean  $\pm$  SD

\* : Significantly different from normal term group at  $p < 0.05$

구성성분 그리고 산화환원반응 등 주요기능을 담당하고 있으므로 영아의 정상적인 성장과 발육을 위해서 적절한 섭취가 요구된다.<sup>37)</sup> 영아기의 미량원소 필요량은 재태기간, 성장 발달 속도, 모유의 미량원소 함량 등에 따라 영향을 받는다.<sup>38)</sup> 본 연구 결과에서 유의적인 차이는 없었으나 조산모 유즙의 철분과 구리 농도가 정상 만기 산모 유즙에서 높은 경향을 보여주고 있어서 조산아에게 그들 어머니 모유를 수유하는 것이 유익할 것으로 사료되지만, 영아의 철분, 아연 그리고 구리의 영양상태는 임신 후반기에 태아의 간 조직에 축적되는 양과 밀접한 관계가 있다.<sup>39)</sup> 재태기간이 짧았던 조산아나 미숙아는 만기아에 비해 체내 저장량 부족과 catch-up growth로 인해 미량원소 결핍의 우려가 높아 Dallmann 등<sup>40)</sup>은 생후 2개월 이전부터 미량원소 보충을 권장 한 바 있다.

한 편 본 연구에서는 PIH 산모의 유즙내 철분 함량이 정상 만기 산모의 유즙에서 보다 유의적으로 높게 나타났다. PIH 산모의 유즙성분 분석결과는 보고된 바 없으나, Entman 등<sup>41)</sup>은 PIH 임신부에서 용혈, 간장조직의 손상, 조혈작용의 저하 등 철분대사의 변경을 관찰한 바 있고, Das 등<sup>42)</sup>도 PIH 임신부의 혈청 철분 함량이 정상 산모에서 보다 현저하게 증가하였고, 분만 후에는 혈청 철분 농도가 감소하였다는 연구결과를 보고 한 바 있다.

이와 같은 PIH 산모의 혈청 철분 농도의 상승과 본 연구에서 나타난 PIH 산모가 분비한 유즙에서 분석된 높은 철분 함량은 서로 유관한 것으로 보이나, 혈액과 유즙에서 동시에 철분 농도를 분석하지 않았으므로 이들 사이의 상호관련성을 언급하기란 어렵다고 본다.

**3. 임신기 모체의 무기질 섭취량과 조유의 무기질 함량과의 상관성**

일반적으로 성숙유유의 영양소 함량에 영향을 주는 요인들을 규명하고자 계획된 연구들은 주로 수유부의 섭식이나 영양상태와의 관련성 분석을 시도하였다.<sup>44,45)</sup> 본 연구에서는 분만 초기에 분비되는 초유의 영양소 함량은 출산 직후 산모의 섭식보다 임신기 모체의 영양상태에 더 많은 영향을 받을 수 있다고 사료되어 이들간의 상관성을 분석하였다.

Table 6은 각 그룹별 산모들의 임신기간의 무기질 섭취량과 분만 후 초유의 무기질 농도와의 상관성을 Pearson correlation coefficient로써 나타내었다. 정상 만기 산모 그룹과 조산모 그룹에서는 모체의 각 무기질 섭취량과 초유내 이들 무기질 함량과는 무관하였고, PIH 산모 그룹에서는 칼슘의 경우 임신기 모체의 섭취량과 유즙내 농도 사이에 유의적인 양의 상관성이 나타났다.

**Table 6.** The correlation coefficients between mineral concentrations in colostrum and maternal dietary intakes during pregnancy

	Normal term(n = 27) <sup>1)</sup>	Preterm(n = 9)	PIH <sup>2)</sup> (n = 8)
Ca	-0.18	-0.22	0.79*
P	-0.06	0.33	0.12
Na	0.02	-0.10	0.17
K	0.18	-0.11	0.55
Fe	0.07	0.09	0.12
Zn	0.33	-0.30	-0.18

1) Number of subjects

2) Pregnancy induced hypertensive pregnant

\* : Correlation coefficient is significant at p < 0.05

일반적인 상황에서 수유부의 무기질 섭취량은 모유의 무기질 농도에 영향을 주지 않는 것으로 알려져있다.<sup>45)</sup> 개발도상국의 영양상태가 좋지 않은 수유부에서도 칼슘 섭취량이 낮는데 비해 유즙의 칼슘 함량은 이에 영향을 받지 않았다.<sup>46)</sup> 그러나 10대 수유부의 모유내 칼슘 농도는 성인 수유부의 유즙에서 보다 낮았다는 연구결과<sup>47)</sup>도 있어서 청소년기에 있는 10대 수유부의 경우 자신의 빠른 골격성장을 위해 칼슘 요구량이 크므로 우선조직으로의 칼슘 이동이 감소될 수 있다고 사료된다. 본 연구에서는 8명의 PIH 산모의 경우 고혈압 증상과 관련이 있다고 알려진 임신기 모체의 칼슘 섭취량이 초유의 칼슘 농도와도 비교적 높은 상관성을 보여주고 있어서 의미있는 해석을 하기 위해서는 임신·수유기 모체의 건강과 관련하여 보다 많은 연구대상자에 대한 체계적인 칼슘영양 연구가 필요하다. 또한 임신기 모체의 철분 섭취정도와 초유의 철분 농도사이에 어떤 상관관계도 나타나지 않았다. 빈곤지역이나 개발도상국 및 선진국 수유부에서 철분을 보충함으로써 유즙의 철분 농도를 증가시키려는 다양한 시도가 이루어졌다.<sup>48,49)</sup> 이와 관련된 연구결과들은 식이 철분 섭취량이 모유의 철분 농도에 별 영향을 주지 못한 것으로 나타났으며, 영양상태가 양호하지 못한 수유부의 경우에도 유즙의 철분 농도는 철분 영양상태가 좋은 수유부의 모유내 철분 함량과 차이가 없었다.<sup>50)</sup> Fransson 등<sup>51)</sup>은 인도의 심한 빈혈 수유부의 모유내 철분과 lactoferrin 함량이 정상인의 유즙에서 보다 높았음을 관찰하고, 유즙내로의 철분 이동기전에 일종의 보상작용이 있다는 것을 시사한 바 있다.

전체적으로 볼 때 초유의 무기질 및 미량원소 함량과 임신기 모체의 섭취량과의 상관성에 관한 연구는 성숙유와 수유부 섭식과의 관련성 연구보다 미흡하다고 사료되며, 특히 미량원소는 체조직 대사과정에서 각 미량 원소들 사이에 상호작용이 있기 때문에<sup>52)</sup> 유즙의 농도 변화는 한가지 미량원소의 섭취정도나 영양상태로만 해석하기가 어렵다고 생각된다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 정상 만기 산모(30명), 조산모(10명) 및 PIH 산모가(8명) 출산 초기에 분비한 초유시료에서 5종의 다량 무기질(나트륨, 칼륨, 칼슘, 인, 마그네슘)과 3종의 미량원소(철분, 아연, 구리)의 농도를 분석하여 재태기간이나 모체의 합병증에 따른 모유의 무기질 함량을 비교하였고 또한 임신기 무기질 섭취량과 초유의 무기질 함량과의 상관성을 조사하였다.

정상 만기 산모의 임신기 영양소 섭취량은 단백질과 인을 제외하고는 권장량에 미치지 못했으며 칼슘, 철분과 아연의 섭취량은 권장량에 크게 미달되었다. 세 그룹 산모들의 임신기 1일 평균 영양소 섭취량을 비교했을 때, 조산모 그룹에서 칼슘을 제외한 모든 영양소의 섭취량이 가장 저조하였으며 이들의 인과 나트륨 섭취량은 정상 만기 산모의 섭취량 보다 유의적으로 낮았다( $p < 0.05$ ). PIH 산모의 영양소 섭취량은 정상 만기 산모그룹과 유사하였지만 이들의 임신기 칼슘 섭취량은 1일 평균 500.9mg으로 세 그룹 중 가장 적었다.

세 그룹 산모들의 초유내 무기질 함량을 비교한 결과, 조산모 유즙의 칼륨과 인의 농도는 정상만기 산모의 유즙내 농도 보다 유의적으로 낮았으며( $p < 0.05$ ), 반면 조산모와 PIH 산모의 유즙내 철분 함량은 정상 만기 산모의 유즙에서 보다 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 그 외 그룹간 무기질 및 미량원소의 초유내 함량의 유의적 차이는 없었다.

한편 임신기 모체의 무기질 섭취량과 분만 초기에 분비되는 초유의 무기질 함량과의 상관성 분석에서 정상 만기 산모와 조산모 그룹간의 유의성 있는 상관관계가 관찰되지 않았으나 PIH 산모에서는 칼슘 섭취량과 초유의 칼슘 농도 사이에 유의적인 양의 상관성이 나타났다( $p < 0.05$ ).

이와 같은 결과로부터 조산모 초유의 일부 무기질 함량이 정상 만기 산모 초유에서 보다 낮은 경향이므로 체내 무기질 저장량이 적고 성장속도가 빠른 조산아의 특성을 고려할 때, 조산모 초유의 무기질 영양은 다소 미흡하다고 사료되거나 향후 PT의 성숙유에 대한 무기질 함량과 조산아의 섭취량 및 성장패턴을 고려한 무기질 영양평가가 요구된다. 한편 PIH 산모의 칼슘섭취 부족이나 또는 이들이 분비한 유즙의 높은 철분 함량과 관련하여 PIH 산모에 대한 체계적인 무기질 대사 연구가 병행되어야 할 것이다.

## Literature cited

- 1) Tsang RC. Determining the vitamin and mineral requirements in preterm infants. In: Tsang RC, ed. Vitamin and Mineral Requirements in Preterm Infants, pp.1-8, Marcel Dekker, New York, 1985
- 2) Atkinson SA, Bryan MH, Anderson GH. Human milk: difference in nitrogen concentration in milk from mothers of term and premature infants. *J pediatr* 93: 67-69, 1978
- 3) Gross SJ, Geller J, Tomarelli RM. Composition of breast milk from mothers of preterm infants. *Pediatrics* 68: 490-493, 1981
- 4) Hamosh P, Hamosh M. Differences in composition of preterm, term and weaning milk. In: Xanthou M, ed. New Aspects of Nutrition in Pregnancy, Infancy and Prematurity, pp.129-142, Elsevier Science, New York, 1987
- 5) Goldman AS, Garza C, Nicholas B, Johnson CA, Smith EO, Goldblum RM. Effects of prematurity on the immunologic system in human milk. *J pediatr* 101: 901-905, 1982
- 6) Maine D. Role of nutrition in the prevention of toxemia. *Am J Clin Nutr* 72(suppl): 298S-300S, 2000
- 7) Sudha K, Karl FS. Growth, nutrient retention, and metabolic response of low-birth weight infants fed supplemented and unsupplemented preterm human milk. *Am J Clin Nutr* 52: 254-262, 1990
- 8) Ness RB, Roberts JM. Heterogenous causes constituting the single syndrome of preeclampsia: a hypothesis and its implications. *Am J Obstet Gynecol* 175: 1365-1370, 1996
- 9) Prentice AM. Manipulation of dietary fat and energy density and subsequent effects on substrate flux and food intake. *Am J Clin Nutr* 67(suppl): 535S-541S, 1989
- 10) Martin R, Anne F, Wiggo FR. Magnesium supplement in pregnancy-induced hypertension: effects on maternal and neonatal magnesium and calcium homeostasis. *Miner Electrolyte Metab* 17: 399-403, 1991
- 11) Selly EW, Wood RJ, Brown EM, Graves SW. Lower serum ionized calcium and abnormal calcitropic hormone levels in preeclampsia. *J Clin Endocrinol Metab* 74: 1436-1440, 1992
- 12) Lopez-Jaramillo P, Delgado F, Jacome P, Teran E, Ruano C, Rivera J. Calcium supplementation and the risk of preeclampsia in ecuadorian pregnant teenagers. *Obstet Gynecol* 90: 162-167, 1997
- 13) Lawrence RA. The management of lactation as a physiologic process. *Clin Perinatol* 14: 1-9, 1987
- 14) Ahn HS, Lee MS, Park SH. Changes in contents of nitrogen of preterm milk during lactation. *Korean J Nutrition* 28(5): 406-414, 1995
- 15) Ahn HS, Hong HJ. Changes in contents of total lipid, total cholesterol and fatty acid composition of preterm milk during lactation. *Korean J Nutrition* 27(3): 215-227, 1994
- 16) Ahn HS, Park SH. Total lipid, total cholesterol and fatty acid composition in colostrum from mothers with preterm delivery and pregnancy induced hypertension. *Korean J Nutrition* 33(2): 186-192, 2000
- 17) Lee HJ, Lee HS, Ha MJ, Kye SH, Kim CI, Lee CW, Yoon JS. The development and evaluation of a simple semi-quantitative food frequency questionnaire to assess the dietary intake of adults in large cities. *Korean J Community Nutr* 2: 349-365, 1997
- 18) Ahn HS, Park YS, Park SH. Ecological studies of maternal-infant nutrition and feeding in urban low income areas. *Korean J Community Nutrition* 1(2): 201-214, 1996
- 19) A national nutrition investigation method improvement plan. In: III. The Korea Foods Industry Association's Subsidiary Korea Advanced Food Research Institute, Seoul, 1991
- 20) Recommended Dietary Allowances for Koreans 7th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 2000
- 21) Hibberd CD, Brooke OG, Carter ND, Haug M, Harzer G. Variation in the composition of breast milk during the first 5 Weeks of lactation: implication for the feeding of preterm infants. *Archives of Disease in Childhood* 57: 658-662, 1982
- 22) Lemons JA, Moye L, Hall D, Simmons M. Differences in the composition of preterm and term human milk during early lactation. *Pe-*

1) Tsang RC. Determining the vitamin and mineral requirements in pre-

- diatr Res* 16: 113-117, 1982
- 23) Gross SJ, David RJ, Bauman L, Tomarelli RM. Nutritional composition of milk produced by mothers delivering preterm. *The J Pediatrics* 96 (4): 641-644, 1980
  - 24) Sann L, Bienvenu F, Lahet C, Bienvenu J, Bethenod M. Comparison of the composition of breast milk from mothers of term and preterm infants. *Acta Paediatr Scand* 70: 115-116, 1981
  - 25) Lee YW, Moon SJ, Lee MJ, Moon HN, Hong SJ. A comparative study on the composition of preterm and fullterm human milk in colostrum. *Korean J Nutrition* 28(2): 127-136, 1995
  - 26) Atkinson SP, Raddle IC and Anderson GH. Micromineral balances in premature infants fed their own mother's milk or formula. *J Pediatr* 102: 99-106, 1983
  - 27) Fomon SJ, Ziegler EE, Anderson TA. In: Nutritional Disorders of Children. Department of health, education and welfare, pp.96, 1977
  - 28) Dewey MG, Lonnerdal B. Milk and nutrient intake of breast-fed infant from 1 to 6 month: relation to growth and fatness. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2: 497-506, 1983
  - 29) Ziegler EE, Biga RL, Fomon SJ. Nutritional requirements of the premature infant. In: Suskind RM, ed. Textbook of pediatric nutrition, Raven Press, New York, 1981
  - 30) Brooke OG, Lucas A. Metabolic bone disease in preterm infants. *Arch Dis Child* 60: 682-685, 1985
  - 31) Senterre J, Putet G, Salle B, Rigo J. Effects of vitamin D and phosphorus supplementation on calcium retention in preterm infants fed banked human milk. *J Pediatr* 103(2): 305-307, 1983
  - 32) Lindroth M, Westgren U, Laurin S. Rickets in very low birthweight infants: influence of supplementation with vitamin D, phosphorus and calcium. *Acta Paediatr Scand* 75(6): 927-931, 1986
  - 33) Altura BM, Altura BT, Gebrewold A, Ising H, Gunther T. Magnesium deficiency and hypertension: correlation between magnesium deficient diets and microcirculatory changes in situ. *Science* 222: 1315-1317, 1984
  - 34) Boston JL, Beauchene RE, Cruikshank DP. Erythrocyte and plasma magnesium during teenage pregnancy: relationship with blood pressure and pregnancy-induced hypertension. *Obstet Gynecol* 73: 169, 1989
  - 35) Choi MK, Ahn HS, Moon SJ, Lee MJ. A study on iron zinc and copper contents in human milk and trace element intakes of breast-fed infants. *Korean J Nutrition* 24(5): 442-449, 1991
  - 36) Fransson GB, Lonnerdal B. Iron in human milk. *J Pediatr* 96(3 Pt 1): 380-384, 1980
  - 37) Linder MC. Nutrition and metabolism of the trace elements. In: Linder MC, ed. Nutritional Biochemistry and Metabolism, pp.161-164, Elsevier Science, New Your, 1984
  - 38) Picciano MF. Nutrient needs of infants. *Nutrition Today* 22: 8-13, 1987
  - 39) Widdowson EN, Chan H, Harrison GE, Milner RBG. Accumulation of copper, zinc, manganese, chromium and cobalt in the human liver before birth. *Biol Neonate* 360: 20, 1972
  - 40) Dallman PR, Stimes MA, Stekel A. Iron deficiency in infancy and childhood. *Am J Clin Nutr* 33(1): 86-118, 1980
  - 41) Entman SS, Moore RM, Richardson LD, Killam AP. Elevated serum iron in toxemia of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 143: 398-404, 1982
  - 42) Das SS, Dhall GI, Dash S. Significance of serum iron levels as biochemical marker in pregnancy-induced hypertension. *Int J Gynecol Obstet* 45: 3-9, 1994
  - 43) Sora R, Klaus M, Urrutia JJ. Feed the nursing mother, thereby the infant. *J pediatr* 88(4Pt. 1): 668-670, 1976
  - 44) Prentice AM, Roberts SB, Panel AA, Watkinson M, Watkinson AM, Whitehead RG. Dietary supplementation of lactating Gambian women. *Am J Clin Nutr* 37: 53-64, 1983
  - 45) Fransson GB, Lonnerdal B. Zinc, copper, calcium and manganese in human milk. *J Pediatr* 101: 504-508, 1982
  - 46) Lindblad BS, Rahimtoola RJ, Jones JB, Barnhart H. Calcium, phosphorus and magnesium contents of human milk during early lactation. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2: 262-267, 1983
  - 47) Lipsman S, Dewey KG, Lonnerdal B. Breast-feeding among teenage mothers: milk composition, infant growth, and maternal dietary intake. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 4(3): 426-434, 1985
  - 48) Lonnerdal B. Iron in breast milk. In: Lonnerdal B, ed. Iron Nutrition in Infancy and Childhood, pp.95-118, Raven Press, New York, 1984
  - 49) Karmarkar MG, Ramakrishnan CV. Studies on lactation: Relation between the dietary intake of lactating women and the chemical composition of milk with regard to principle and certain inorganic constituents. *Acta Paediatr* 49: 599-604, 1960
  - 50) Murray MJ, Murray AB, Murray NJ, Murray MB. The effect of iron status of nigerian mothers on that of their infants at birth and 6 months, and on the concentration of iron in breast milk. *Br J Nutr* 39: 627-630, 1978
  - 51) Fransson GB, Agarwal KN, Gebre-Medhim M, Hambraeus L. Increased breast milk iron in severe maternal anemia. Physiological trapping or leakage? *Acta Paediatr Scand* 74: 290-291, 1985
  - 52) Linder MC. Nutrition and metabolism of the trace elements In: Linder MC, ed. Nutritional Biochemistry and Metabolism with Clinical Applications, pp.151-197, Elsevier Science, New Your, 1985