

임신말 모체 · 제대혈 및 태반의 아연 함량과 신생아 체중*

배 현 숙 · 안 홍 석†

성신여자대학교 식품영양학과

The Relationship between Zinc Concentration of Maternal, Umbilical Cord, and Placenta and Birth Weight

Hyun Sook Bai, Hong Seok Ahn†

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

ABSTRACT

The purpose of this study was to assess the maternal zinc status during pregnancy and to evaluate the relationship between the zinc concentration of maternal, umbilical cord blood and placental tissue and pregnancy outcomes. Venous blood samples were drawn from 53 pregnant women just before delivery and the cord blood of their newborn babies was collected immediately after birth. In addition, placental tissues were extracted. We investigated the difference in the concentration of zinc in maternal, umbilical cord blood and placental tissue in two gestational age groups (preterm delivery group [PT] and normal term delivery group [NT]) at 34.7 wk and 39.0 wk of mean gestational age, respectively). We also assessed correlations of the zinc concentration of maternal, umbilical cord blood and placental tissue. Lastly, we studied the correlations between the birth weights and the zinc concentration in the maternal, umbilical cord blood and placental tissue. The concentrations of maternal serum zinc and of umbilical cord serum zinc were significantly higher in the PT group ($76.9 \pm 37.4 \mu\text{g/dl}$, $101.3 \pm 41.4 \mu\text{g/dl}$) than in those of the NT group ($57.8 \pm 22.4 \mu\text{g/dl}$, $80.7 \pm 27.5 \mu\text{g/dl}$), respectively ($p < 0.05$). The zinc concentration of the umbilical cord blood was significantly higher than that of the maternal blood in both groups ($p < 0.05$). There was no significant correlation between the gestational age and the serum zinc concentration in the cord or the maternal serum. Our results showed that there was a negative relationship between the birth weight ($r = -0.286$) and the maternal serum zinc concentration. Despite there not being a significant difference, there was tendency for the highest concentrations of maternal serum zinc to be associated with the lowest birth weights. These findings support a possible relationship between the maternal zinc status and the pregnancy outcome, and suggest that zinc may play a role in the many biological processes involved in the successful outcome of a pregnancy. (*Korean J Community Nutrition* 8(6) : 814~821, 2003)

KEY WORDS : zinc concentration · gestational age · birth weight · pregnancy outcome

서론

아연은 DNA와 RNA 중합효소(polymerase)를 포함한 200여개 이상의 효소의 구성성분으로 인체조직에 널리 분포되어 있는 미량원소이다(Maret 2001). 특히 세포분열과

단백질 합성을 포함한 많은 생화학적 과정에 관여하므로, 임신 중 태아 발달, 재태기간, 분만시 자궁수축 및 출생후 영아의 성장을 조절하는 중요한 생리적 역할이 있음이 알려져 있다(Scholl 등 2000). 따라서 임신시 모체의 아연 결핍은 정상적인 임신 유지를 어렵게 하여, 기형아의 출산과 분만장애 등을 유발하고 모체와 태아의 건강에 위험인

채택일 : 2003년 11월 25일

*본 연구는 2001~2002년도 한국과학기술부 특정연구개발사업 중 여자대학연구개발 확충사업(No. 00-B-WB-09_A-03)의 연구비 지원으로 수행되었음

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

Tel: (02) 920-7204, Fax: (02) 926-1412, E-mail: hsahn@cc.sungshin.ac.kr

자로 제시되고 있다(Merialdi 등 1999; Tamura & Goldenberg 1996). 그러나, 모체의 아연농도와 태아성장, 신생아의 출생시 체중 및 임신결과의 상관성을 조사한 연구들간에 일치된 결과를 나타내고 있지 않다. Jameson이 조산아를 분만한 산모들에서 만기아를 분만한 산모들에서보다 혈청의 평균 아연 농도가 더 낮았음을 보고한 이후로 (Jameson 1976), Singh 등(1987), Neggers 등(1990)도 모체의 혈청아연농도와 신생아의 출생시 체중 간의 양의 상관성을 보고하였다. 한편, McMichael 등(1982)은 임신 중기에 모체의 혈청아연농도가 평균보다 높은 경우에 자궁내 성장부진(IUGR)을 보고하였고, Metcoff 등(1981), Odland (1999), Neggers (2000)들도 모체의 아연 농도와 태아발달 및 신생아의 출생시 체중 간의 양의 상관성이 있음을 관찰하였다. 이와 같이 일관적이지 못한 연구결과들로부터 임신기 모체의 아연 영양상태가 임신유지과정, 분만, 신생아의 체중 및 모체 자신의 건강에 미치는 영향을 분명히 이해하는데 어려움이 있다.

그러나, 임신기에 모체에게 아연보충이 실시되어 모체의 아연영양상태가 개선되면 태아의 신경발달, 재태기간 및 신생아의 출생 체중이 증가함을 보고한 연구들(Garg 등 1993; Kynast & Saling 1986; Goldenberg 등 1995; Merialdi 등 1998)로부터, 아연이 성공적인 임신결과에 관련된 많은 생물학적 과정에 중요 역할을 하며, 변경된 모체의 아연대사상태가 저체중을 비롯한 부정적인 임신결과에 영향을 미칠 수 있다고 생각된다. 이에 본 연구에서는 모체의 아연섭취량과 혈액내의 아연 농도를 분석하고 재태기간에 따른 모체, 태반 및 신생아 제대혈의 아연농도와 신생아의 출생시 체중과의 상관성을 규명하고자 하였다.

조사대상 및 방법

1. 조사 대상자 선정

서울시 소재 S 종합병원 산부인과에서 산전관리를 받으며, 분만예정인 임신말기 임신부들 중 임신합병증, 대사성 질환이 없고, 알코올, 약물복용, 흡연의 경험이 없었던 이들로 본 연구에 동의한 경우를 대상자의 범위로 하였다.

2000년 11월부터 2001년 6월까지 분만한 산모들 중 재태기간 37주를 기준으로 하여 37~41주는 만기분만군(Normal term delivery, NT), 37주 미만은 조기분만군(Preterm delivery, PT)으로 구분하였다.

만기분만군으로 50명, 조기분만군으로 30명이 모였으나, 모체 및 제대혈의 용혈, 식이조사 및 설문조사의 미흡

한 답변 등의 이유로 27명이 대상자에서 제외되고, 최종적으로 만기분만 임신부 27명, 조기분만 임신부 26명과 그들의 신생아들이 연구대상자로 선정되었다. 만기와 조기분만 임신부들은 모두 임신 중 철분 보충제를 복용하였다.

2. 임상적 특징과 식이 섭취 조사

임신부(연령, 임신 전 체중, 신장, 임신 중 체중 증가량, 혈압, 입덧유무)와 신생아(성별, 출생 시 체중, Apgar 지수)의 임상적 특징 자료는 분만 후 입원실에서 설문지를 통한 직접면담과 진료기록부를 통해 수집하였다.

임신 중 모체의 식이 섭취는 반정량식품섭취 빈도법(Semiquantitative food frequency questionnaire; Sempos 1992)으로 조사하였다. 식이섭취조사표의 식품 항목은 총 90가지로 각 식품에 대한 성인의 1회 섭취 기준량은 당뇨식의 교환단위에서 제시하는 분량을 이용하였으며, 목측량에 대한 1회 섭취비율을 조사하여 섭취량으로 환산하였다. 전체 임신 기간 중 섭취빈도는 매일 4회 이상, 3회, 2회, 1회와 매주 5~6회, 3~4회, 1~2회 그리고 매달 2~3회, 1회, 석달에 1~2회, 전혀 섭취하지 않음으로 하여 총 11가지로 구분하였다. 면담 시 정확한 섭취량 조사를 위해 식품모델, 계량기기 및 식품과 음식의 눈대중 자료를 사용하였고, 영양소 섭취량은 Can Pro 2.0 (한국영양학회 2002)을 이용하여 산출하였다.

3. 모체혈, 제대혈 및 태반조직의 아연 함량 및 혈청 아연 농도 분석

모체 혈액은 분만 직전에 상완 정맥에서 취하였고, 신생아 제대혈은 태반이 만출되는 즉시 제대를 고정하여 양수의 오염이 없게 깨끗이 닦은 후 혈액을 진공관에 취하였다. 채혈한 혈액은 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였고, 분석전까지 폴리에틸렌관에 담아 -70℃에서 보관하였다. 태반조직은 만출 즉시 약 20 g을 채취하여 표면에 부착된 지방조직을 제거하고 생리적 식염수로 가시적 혈액을 세척한 후 폴리에틸렌병에 담아 -70℃에서 보관하였다.

모체와 제대 혈청의 아연 농도는 혈청시료 1 ml을 정량하여 1000 ml Kjeldahl flask에 취하고 황산 3 ml과 질산 5 ml을 첨가하여 무색이 될 때까지 분해하여 방냉시킨 후, 다시 5 ml의 포화수산화납을 넣고 가열한 후 냉각 방치하였다. 이것을 20 ml volumetric flask에 옮겨서 증류수를 표시까지 가하여 분석시료로 사용하였다. 아연의 정량은 원자흡광법을 이용하였으며, 사용된 기기는 AA-6601F (Atomic Absorption Flame Emission Spectrophotometry)

meter, Shimazu)이었다. 각 시료는 2회 반복 측정된 후 평균치를 사용하였으며, 따로 만들어 놓은 아연 표준액을 가지고 작성한 검량선으로부터 아연 농도를 산출하였다. 태반 조직의 아연 함량은 습식 분해 방법(Gupta GS 등 1997)으로 태반 조직을 회화시킨 후, AA-6601F로 분석하였다.

4. 자료의 통계 처리

본 연구 결과는 SAS package를 이용하여 통계처리 하였다.

모체와 신생아에서 얻은 모든 측정치는 평균과 표준편차로 산출하였으며, 만기 분만군과 조기 분만군 간의 차이는 paired t-test로 검증하였다. 또한 모체와 제대 혈청, 태반 조직 및 신생아의 출생시 체중과의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient로 유의성을 검증하였다.

신생아의 출생 시 체중과 모체, 신생아 및 태반의 아연 농도와의 비교는 공분산 분석 모형을 적용하였다. 이는 재태기간이 혈청과 태반의 아연 농도에 영향을 줄 수 있을 것으로 보고 재태기간을 방해요인으로 처리한 후 조정된 값 (adjusted value)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 임신부 및 신생아의 임상적 특징

Table 1에 본 연구대상 임신부와 신생아의 임상적 특징을 제시하였다. 만기임신부(NT)와 조기임신부(PT) 간의 평균연령, 신장, 임신전 체중 및 임신시 체중 증가량은 각각 29.4 ± 2.6 세 : 30.2 ± 3.2 세, 160.9 ± 4.5 cm : 160.4 ± 3.9 cm, 53.4 ± 6.1 kg : 53.5 ± 7.1 kg, 및 12.0 ± 3.9 kg : 11.5 ± 4.0 kg으로 각 군간 유의한 차이가 없었으며, 모두 정상범위에 속하였다.

수축기와 이완기의 평균 혈압의 경우 NT군은 각각 121.9 ± 14.4 mmHg와 75.0 ± 10.7 mmHg으로 PT군의 119.9 ± 16.9 mmHg, 73.5 ± 16.2 mmHg과 유의한 차이가 없었으며, 두 군 모두 안정적인 범위였다. 평균 임신기간은 NT군이 39.0 ± 1.0 주로 PT군의 34.7 ± 1.4 주 보다 유의적으로 길었다($p < 0.001$). 입덧을 경험한 임신부는 NT군에서 55.5%였으나 PT군에서는 88.5%를 보였다.

신생아의 성별을 보면 NT군은 남아가 12명, 여아가 15

Table 1. Clinical characteristics of the subjects

	NT (n = 27)	PT (n = 26)	Total (n = 53)
<u>Mother</u>			
Age (yrs)	29.4 ± 2.6^{11}	30.2 ± 3.2	29.8 ± 2.9
Height (cm)	160.9 ± 4.5	160.4 ± 3.9	160.7 ± 4.2
Pre-pregnancy weight (kg)	53.4 ± 6.1	53.5 ± 7.1	53.4 ± 6.5
Pre-pregnancy BMI (kg/m ²)	20.6 ± 2.1	20.8 ± 2.7	20.7 ± 2.4
Weight gain (kg)	12.0 ± 3.9	11.5 ± 4.0	11.7 ± 3.9
Blood pressure (mmHg)			
Systolic BP	121.9 ± 14.4	119.9 ± 16.9	120.9 ± 15.6
Diastolic BP	75.0 ± 10.7	73.5 ± 16.2	74.3 ± 13.6
Gestational age (wks)	$39.0 \pm 1.0^{***}$	34.7 ± 1.4	36.9 ± 2.5
Morning sickness			
Yes	15 (55.5%)	23 (88.5%)	38
No	12 (44.5%)	3 (11.5%)	15
<u>Neonate</u>			
Sex			
Boy	12	16	28
Girl	15	10	25
Birth weight (g)	$3,309.1 \pm 416.1^{***}$	$2,509.0 \pm 437.7$	$2,916.6 \pm 584.6$
Apgar score			
1 min	$8.7 \pm 0.5^{***}$	8.0 ± 0.8	8.4 ± 0.8
5 min	$.7 \pm 0.5^{***}$	8.0 ± 0.8	9.3 ± 0.8

¹¹Mean \pm S.D.

***: Significantly different between NT and PT at $p < 0.001$

NT: normal term delivery

PT: preterm delivery

명이었고, PT군은 남아가 16명 여아가 10명이었다. 출생 시 체중은 NT군 영아가 3309.1 ± 416.1 g으로 PT군 영아의 2509.0 ± 437.7g으로 유의적으로 높았다(p<0.001). 또한 임신 중 모체의 체중증가량, 입덧 정도, 분만형태 및 신생아의 출생시 체중과 출생직후 신생아 심박수, 호흡양상, 자극에 대한 반사능력, 근육의 긴장도 및 피부색의 5가지 항목을 10점 만점의 숫자로 평가한 Apgar Score는 두 군 모두 7점 이상으로 정상범위에 포함되었다. 1분과 5분에서 NT군 영아가 각각 8.7 ± 0.5, 9.7 ± 0.5로 PT군 영아의 8.0 ± 0.8, 8.8 ± 0.8보다 유의적으로 높았다(p<0.001).

2. 임신기간의 에너지와 아연 섭취

Table 2에서와 같이 임신기간 중 평균 1일 에너지 섭취는 NT군에 있어 2177.0 ± 568.5 kcal, PT 군이 2087.1 ± 626.7 kcal로 각각 권장량의 97%와 93% 수준으로 PT군의 에너지 섭취가 다소 낮은 경향을 보였으나 유의한 차이는 없었다. 이 같은 결과는 Park & Ahn (1999)이 보고한 만기분만과 조기분만 임신부의 섭취량인 1986 kcal (88.3%), 1762 kcal (78.3%) 보다는 다소 높은 수준이었으나 그러나 Yu & Yoon 등(1999), Song & Kim (1989)의 결과와는 유사하였으며, 외국 임신부도 권장량의 78~94% 정도의 에너지를 섭취하는 것으로 조사되었다(Johnson 1994). 단백질 섭취의 경우는 NT군은 78.7 ± 25.9 g/d, PT군은 74.6 ± 24.1 g/d로 두 군 모두 단백질 권장량인 70 g을 상회하는 수준이었으며, 각 군간 유의한 차이가 없었다. 또한 동물성 단백질과 식물성단백질의 섭취비율이 NT군과 PT군에서 각각 45.7(%) : 54.3(%), 47.0(%) : 53.0(%)로 두 군 모두 식물성 단백질에서의 단백질 섭취비율이 다소 높았다.

아연 섭취의 경우, NT군이 9.4 ± 2.8 mg으로 PT군의

9.4 ± 2.9 mg와 유의한 차이가 없었다. 두 군 모두 아연권장량의 72% 수준을 섭취하였고, 동물성 식품에서 아연의 섭취비율이(NT : 43.6%, PT : 40.5%) 식물성 식품에서의 아연섭취 비율(NT : 56.4%, PT : 59.5%)보다 높았다. 또한, 아연/단백질의 비율이 NT군에서 0.12, PT군에서 0.13을 나타냈다. 아연 밀도는 NT군에서 4.3, PT군에서 4.7을 나타냈다.

본 연구대상자의 아연 섭취량(9.4 mg)은 저소득층 지역 임신부의 일일 아연 섭취량인 6.9 mg (Ahn 등 1996)과 대구지역 임신부에서 추정된 6.37~7.03 mg (Yu & Yoon 1998) 및 서울 경인지역의 임신부의 섭취량인 7.68 mg (Ahn & Park 1999)보다 다소 높았다. 외국에서 조사 보고된 임신부의 아연 섭취량 자료를 보면, 페루의 7 mg/d (Merialdi 1998), 미국의 11.1 mg/d (Scholl 등 1993)으로 보고 되었다. 이와 같이 우리나라를 비롯해 전세계적으로 임신부의 아연 섭취량이 권장량(13~15 mg/d)보다 다소 낮은 섭취 수준을 보이고 있어, 한계적 아연 결핍에 노출될 가능성이 있으므로 이에 따른 공중보건적 정책이 수립되어야 할 필요성이 제기된다.

3. 모체와 태대혈 및 태반조직의 아연

본 연구대상 임신부의 정맥혈과 태대혈 및 태반조직의 아연 농도의 분석결과는 Table 3과 같다. 본 연구대상 임신부의 혈청 평균 아연 농도는 67.2 ± 31.9 µg/dl이었고, NT군의 경우 57.8 ± 22.4 µg/dl, PT군의 경우 76.9 ± 37.4 µg/dl로 NT군이 PT군에 비해 유의적으로 낮았다(p < 0.05). 본 연구성적을 국내·외에서 수행된 임신부의 혈청아연농도 자료와 비교하면 다음과 같다. Odland 등 (1999)이 보고한 러시아 임신부 54.6 µg/dl, 노르웨이 임신부 53.6 µg/dl의 혈청아연 농도보다 다소 높은 수준이

Table 2. Energy, protein and zinc intake during pregnancy

	NT (n = 27)	PT (n = 26)	Total (n = 53)
Energy (kcal/d)	2,177.0 ± 568.5 ¹⁾	2,087.1 ± 626.7	2,132.9 ± 593.7
Protein (g/d)	78.7 ± 25.9	74.6 ± 24.1	76.7 ± 25.0
Animal	37.2 ± 18.3 (45.7%)	36.3 ± 18.3 (47.0%)	36.8 ± 18.3
Vegetable	41.5 ± 13.8 (54.3%)	38.3 ± 13.1 (53.0%)	39.9 ± 13.5
Zn (mg/d)	9.4 ± 2.8 (5.2 - 15.0) ²⁾	9.4 ± 2.9 (4.9 - 15.7)	9.4 ± 2.8
Animal	4.1 ± 1.8 (43.6%)	3.8 ± 2.1 (40.5%)	3.9 ± 1.9
Vegetable	5.3 ± 1.9 (56.4%)	5.6 ± 1.5 (59.5%)	5.3 ± 1.7
Zinc/Protein (mg/g)	0.12 ± 0.02	0.13 ± 0.02	0.13 ± 0.02
Zinc density (mg/1000 kcal)	4.3 ± 0.8 (3.5 - 7.0)	4.7 ± 1.4 (3.1 - 10.0)	4.5 ± 1.1

¹⁾Mean ± S.D.

²⁾Range of zinc concentration

NT: normal term delively

PT: preterm delively

All data were not significantly different between NT and PT

Table 3. Zinc concentration in maternal, umbilical cord serum and placental tissue

	NT (n = 27)	PT (n = 26)	Total (n = 53)
Maternal			
Zn ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	57.8 \pm 22.4 ^a	76.9 \pm 37.4 ^b	67.2 \pm 31.9
Umbilical cord			
Zn ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	80.7 \pm 27.5 [*]	101.3 \pm 41.4	90.8 \pm 36.2
Placenta			
Zn ($\mu\text{g}/\text{g}$)	33.8 \pm 8.4	38.1 \pm 8.2	35.9 \pm 8.5

¹Mean \pm S.D.*: significantly different between NT and PT at $p < 0.05$ a: significantly different at $p < 0.001$ between maternal Zn concentration and umbilical cord Zn concentrationb: significantly different at $p < 0.05$ between maternal Zn concentration and umbilical cord Zn concentration

NT: normal term delivery

PT: preterm delivery

Table 4. Serum zinc concentration in maternal and umbilical cord and placenta by gestational age

Gestational age (wks)	Maternal	Umbilical cord	Placenta
	Zn ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	Zn ($\mu\text{g}/\text{g}$)
$x < 35$ (n = 6)	63.1 \pm 31.4 ¹⁾	122.4 \pm 38.0	34.4 \pm 5.5
$35 \leq x < 37$ (n = 20)	81.1 \pm 38.7	95.0 \pm 41.2	39.2 \pm 8.7
$37 \leq x < 40$ (n = 21)	59.4 \pm 23.1	82.9 \pm 28.5	34.7 \pm 8.7
$40 \leq x$ (n = 6)	51.9 \pm 20.1	72.7 \pm 23.9	30.7 \pm 6.9

¹Mean \pm S.D.

x: gestational age

All data were not significantly different between NT and PT

였으나 미국(Hotz 등 2003)의 임신 후반기 산모의 아연 농도인 64 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 슬로베니아의 Krachler (1999)가 보고한 66.3 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와는 유사한 수준이었다. 한편, Kim 등 (1991)은 분만직후의 모체의 혈청 아연 농도의 경우, 조기분만아산모군이 67.3 \pm 10.8 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 만기분만아산모군의 76.1 \pm 8.6 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 보다 유의적으로 낮음을 보고하여 본 연구결과와 다른 경향을 보였다. 일반적으로 임신부는 비임신 여성에 비해 혈청아연함량이 낮고, 임신기간이 경과됨에 따라 혈청의 아연함량의 생리적 감소 현상이 보고되고 있다(Wada & King 1994; Hotz 등 2003).

본 연구결과 PT군의 혈청아연농도가 NT군에서보다 유의적으로 높았던 결과($p < 0.05$)는 재태기간이 경과됨에 따라 모체에서 태아에게 재태기간에 따른 아연의 운반의 변경이 있음을 의미한다. 즉, 태반을 통해 아연의 이동이 감소되어지는 것으로 생각된다. Neggers 등(2000)은 자궁내 성장부진(IUGR) 및 조기분만에 기인되는 저체중 출산이 모체의 변경된 혈청아연농도와 관련 있다고 하였다. 즉, 성장하는 태아에게서 합성되는 당단백질인 α -ferotoprotein이 모체에서 농도가 증가하게 되면 조기분만, 선천성 기형 및 자궁내 성장부진과 같은 부정적 임신결과를 초래하는데, 이는 fetomaternal barrier가 손상되어서 태아

에게서 모체로 α -ferotoprotein의 이동이 증가하기 때문으로 설명하였다. 이와 같은 모체혈의 α -ferotoprotein(MSAFP)의 농도의 상승은 모체혈 내에서 아연과 결합중가를 유도하고, 이로 인해 태반으로 아연의 이동이 감소될 수 있다고 보고하였다. 즉, 아연은 단백질합성에 관여하므로 세포막의 기능과 활성(integrity)에 필요하므로, 모체의 아연 대사가 변경되면 placental-feto maternal barrier 장애를 유발하여 조기분만이나 조기 양막파열과 같은 부정적 임신결과에 영향을 미칠 수 있게 되는 것이다.

제대혈의 아연농도에 있어, NT군이 80.7 \pm 27.5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 PT군의 101.3 \pm 41.4 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였다($p < 0.05$). Igbal 등(2001)이 방글라데시 산모에게서 조사한 제대혈의 아연농도인 85 \pm 33 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 및 Krachler 등(1999)이 보고한 슬로베니아 89.3 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 본 연구의 NT군의 제대혈의 아연농도와 유사하였다. 일본의 Osada 등(2002)은 만기분만을 분만한 산모군의 제대혈 농도(44.5 $\mu\text{g}/\text{dl}$)와 조기분만을 분만한 산모군의 제대혈 농도(46.5 $\mu\text{g}/\text{dl}$)에서 두 군간 유의한 차이가 없음을 보고하여, 본 연구결과 값에서보다 두 군에서 현저히 낮은 아연농도를 보였다. 만기분만군에서 조기분만군에 비해 제대혈의 농도가 유의적으로 낮았던 점은 태아가 성장하면서 아연을 활발히 공급받음을 의미한다. 또한, NT군과 PT군에서 모두 제대혈의 아연농도가 모체혈청의 아연농도보다 유의적으로 높았던 결과($p < 0.001$)는 Krachler 등(1999)의 제대혈의 아연농도가 모체혈청의 아연농도보다 48%정도 높음을 보고한 것과 유사한 경향이었다. 이와 같이 제대혈에서의 아연농도가 더 높은 것은 아연이 모체에서 태아에게로의 능동적 운반기전(active transport mechanism)에 의해 이동되는 것으로 생각되어진다. 태반조직의 아연함량은 NT군에서 33.8 $\mu\text{g}/\text{dl}$, PT군에서 38.1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 각 군간 유의한 차이가 없었다. 이같은 결과는 Osada 등(2002)이 보고한 만기분만군의 태반조직의 아연함량인 45 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 조기분만군의 47.7 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 보다 다소 낮은 수준이었으나 조기분만군에서 태반의 아연함량이 낮은 것과 일치하는 경향이었다. NT군과 PT군 간에 모체혈과 제대혈의 아연함량이 유의한 차이를 보였으므로 재태기간을 세분하여 모체와 제대혈 및 태반조직의 아연농도를 비교하여 Table 4에 제시하였다. 재태기간에 따라 모체와 제대혈 및 태반조직의 아연 농도는 유의한 차이가 없었으나, 재태기간이 짧을수록 모체와 제대혈 및 태반조직의 아연 함량이 높아지는 경향을 보였다. Perveen 등(2002)도 재태기간이 증가됨에 따라 제대혈의 아연농도가 낮아짐을 보고한 바 있고, 이는 임신 제 3분기에 모체에서 태아에게

Table 5. Correlation coefficient of zinc concentration of maternal, umbilical cord serum and placenta

	Maternal	Umbilical cord	Placenta
	Zn (μg/dl)	Zn (μg/dl)	Zn (μg/g)
Birth weight (g)	-0.2859* (0.0380)	-0.0733	-0.1923
Maternal			
Zn (μg/dl)	-	0.06113	0.0586
Umbilical cord			
Zn (μg/dl)	-	-	-0.1885

*: Significantly different at p < 0.05

Table 6. Relationships between birth weight and zinc concentrations of maternal, umbilical cord serum and placental tissue (adjusted with gestational age)

Birth weight	Maternal	Umbilical cord	Placenta
	Zn (μg/dl)	Zn (μg/dl)	Zn (μg/g)
x < 2500 (n = 10)	77.6 ± 12.7	85.6 ± 14.4	34.6 ± 3.5
2500 ≤ x < 3000 (n = 18)	76.0 ± 7.7	79.5 ± 8.6	37.0 ± 2.1
3000 ≤ x < 3500 (n = 17)	59.0 ± 8.5	100.5 ± 9.6	36.9 ± 2.3
x ≥ 3500 (n = 8)	51.4 ± 13.0	102.0 ± 14.6	32.9 ± 3.5

x: birth weight

All data were not significantly different between NT and PT

로 아연의 이동이 더욱 활발해지기 때문으로 추론하였다.

4. 모체의 제대혈 및 태반조직의 아연농도간의 상관성 및 출생시 체중과의 상관성

각 조직 간의 아연농도간의 상관성 및 신생아의 출생시 체중과의 상관성을 Table 5에 제시하였다. 모체의 아연농도는 태반의 아연농도 및 제대혈의 아연농도와 유의적인 상관성이 없었으나 신생아의 출생시 체중과는 유의적인 음의 관계를 보였다(p < 0.05). 그러나 제대혈의 아연농도와 태반의 아연농도간에, 그리고 이들 지표와 신생아 출생시 체중간에는 어떠한 유의적인 상관성을 관찰하지 못했다. Bloxam 등(1994)과 Neggers 등(2000)도 신생아 체중과 모체의 아연농도와 음의 상관성이 있음을 보고하였다.

한편, Singh 등(1987), Neggers 등(1990)은 모체의 혈청아연농도와 신생아 체중간에 양의 상관성이 있음을 관찰하였다. 이같은 상반된 결과는 연구들간에 대상자의 재태기간의 차이가 다른데서 기인할 수도 있다. 즉, 음의 상관성을 보고한 연구들은 주로 임신말기에 관찰한 연구들이었고 양의 상관성을 보고한 연구들은 주로 임신초기에 수행되었다. 따라서, 임신이 진행되면서 모체의 아연농도가 감소하므로, 임신후반기에 전반기보다 아연의 농도가 훨씬 낮아지게 된다. 모체에게서 낮은 아연의 농도는 태아에게로의 아연의 이동이 더욱 효율적임을 의미하고, 모체의 높은 혈청 아연농도는 혈장량이 충분히 증가하지 못해 태아에게

로 아연의 uptake 이전에 결핍을 유발하게 되는 것으로 생각된다. 신생아의 출생시 체중은 재태기간에 가장 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Allen 2000). 아연 영양상태가 신생아의 출생시 체중에 어떠한 영향을 주는가를 알아보기 위해서 재태기간의 방해요인을 제거한 후 조정된 아연 함량과 출생시 체중간의 상관성을 분석하여 본 결과 출생시 체중에 따라 모체와 제대혈 및 태반의 아연함량은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 6). 그러나 모체의 혈청 아연 함량은 신생아 체중이 증가할수록 감소하는 경향을 보였고 특히 2500 g 미만인 군에서 그 농도는 가장 높았다. 또한 제대혈의 아연 농도는 체중이 증가함에 따라 증가 경향을 나타내었고 2500 g 미만인 경우에 가장 낮은 농도를 보여주었다.

요약 및 결론

서울시 소재 S 종합병원 산부인과에서 산전관리를 받고 신생아를 분만한 임신부 53명을 대상으로 임신기 모체의 아연섭취량과 혈액의 아연 영양상태를 분석하고 재태기간에 따른 모체, 태반 및 제대혈내 아연 농도와 신생아의 출생시 체중과의 상관성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 만기분만산모와 조기분만산모의 재태기간은 각각 39.0 ± 1.0주와 34.7 ± 1.4주 였다. 신생아의 출생시 체중은 만기분만군에서 3309.1 ± 416.1 g으로 조기분만군의 2509.0 ± 437.7 g보다 유의적으로 높았다(p < 0.001).

2) 임신기간 중 평균 1일 에너지 섭취는 만기분만군이 2177.0 ± 568.5 kcal/d로 조기분만군의 2087.1 ± 626.7 kcal/d 보다 다소 높았으나 유의한 차이는 없었다. 단백질 섭취는 만기분만과 조기 분만군이 각각 78.7 ± 25.9 g/d, 74.6 ± 24.1 g/d를 섭취하여 각 구간 유의한 차이를 보이지 않았다. 아연 섭취는 만기분만군과 조기분만군이 각각 9.4 ± 2.8 mg/d, 9.4 ± 2.9 mg/d를 섭취하여 각 구간 유의한 차이를 보이지 않았다. 아연/단백질 비율 및 아연밀도는 만기분만군과 조기분만군에서 각각 0.12 및 4.3과 0.13 및 4.7로 각 구간 유의한 차이를 보이지 않았다.

3) 모체혈 및 제대혈의 아연농도는 조기분만 군에서(76.9 μg/dl 및 101.3 μg/dl) 만기분만군에서(57.8 μg/dl 및 80.7 μg/dl) 보다 유의적으로 높았다(p < 0.05). 만기분만군과 조기분만군 모두 각 군내에서 제대혈의 아연농도가 모체혈의 아연 농도보다 유의적으로 높았다(p < 0.001). 재태기간에 따른 모체와 제대혈 및 태반의 아연 농도와는 유의한 차이를 보이지 않았다.

4) 모체, 태반 및 제대혈의 아연 농도와 출생시 체중과

의 상관관계를 분석한 결과, 신생아의 출생시 체중이 모체의 아연농도와는 음의 상관관계($r = -0.2859$)를 보였으나 ($p < 0.05$), 제대혈과 태반 조직의 아연농도와는 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 한편 재태기간의 영향력을 배제했을 때 출생시체중과 아연농도 간에는 어떠한 유의적인 관계가 보이지 않았으나 출생시 체중이 2500 g 미만인 경우 모체의 아연 농도는 $77.6 \pm 12.7 \mu\text{g/dl}$ 로 출생시 체중이 3500 g 이상인 경우의 모체아연농도인 $51.4 \pm 13.0 \mu\text{g/dl}$ 보다 높은 경향을 나타냈다.

모체의 아연영양상태와 태아발달 및 임신결과의 상관성을 고려할 때 성공적인 임신결과에 관련된 많은 생물학적 과정 중에 아연이 중요한 역할을 하는 것으로 생각되어진다. 즉, 영양은 임신결과에 관여하는 중요한 요인 중 하나이고, 태내기에 성장저하에 관련된 요인이 출생이후의 시기까지도 영향을 미칠 수 있으므로 모체와 태아 간의 미량 영양소의 운반기전을 규명하는 것이 태내성장부진을 예방하고 바람직한 임신 결과를 도모하는데 기여할 것으로 여겨진다.

참 고 문 헌

- Ahn HS, Park SH (1999): Maternal serum zinc concentration and pregnancy outcomes. *Korean J Nutrition* 32(2): 182-188
- Ahn HS, Park YS, Park SH (1996): Ecological studies of maternal-infant nutrition and feeding in urban low income areas. I. Anthropometric measurements, dietary intakes and serum lipids content/fatty acids composition of the pregnant. *Korean J Comm Nutr* 1(2): 171-184
- Allen LH (2000): Anemia and iron deficiency: effect on pregnancy outcome.¹⁻³ *Am J Clin Nutr* 71 (suppl): 1280S-1284S
- Bolxam DL, William S NR, Waskett RJ, Stewart SG (1994): Disturbed zinc metabolism and reduced birth weight related to raised maternal serum alpha-feto protein in normal human pregnancies. *Acta Obstet Gynecol Scand* 73(10): 758-764
- Garg HK, Singhal KC, Arshad Z (1993): A study of the effect of oral zinc supplementation during pregnancy on pregnancy outcome. *Indian J Physiol Pharmacol* 37(4): 276-284
- Goldenberg R, Tamura T, Neggers Y, Cooper R, Johnson K, DuBard M, Hauth J (1995): The effects of zinc supplementation on pregnancy outcome. *J Am Med Assoc* 274: 463-468
- Gupta GS, Singh J, Gupta A (1997): Trace metals and metalloenzymes in placenta after oral administration of lead acetate. *Biol Trace Elem Res Oct-Nov* 60(1-2): 145-152
- Hotz C, Peerson JM, Brocon KH (2003): Suggested lower cutoffs of serum zinc concentrations for assessing zinc status: reanalysis of the second National Health and Nutrition Examination Survey data (1976-1980).¹⁻³ *Am J Clin Nutr* 78: 756-764
- Iqbal AS, Shahidullah M, Islam MN, Akhters, Banus (2001): Serum zinc and copper levels in the maternal blood and cord blood of neonates. *Indian J pediatr* 68(6): 523-526
- Jameson S (1976): Variations in maternal serum zinc during pregnancy and correlation congenital malformations dysmaturity and abnormal parturition. *Acta Med Scand* 59: 321-337
- Johnson AA, Knigh EM, Edwards CH, Oyemade UJ, Cole OJ, Westney OE, Westney LS, Laryea H, Jone S (1994): Dietary intakes, anthropometric measurements and pregnancy outcomes. *J Nutr* 124 (suppl): 936S-942S
- Kim SR, Cho DH, Kim GD, Koh MW, Lee TH, Lee SH (1991): The relationship between maternal serum and leukocyte zinc concentration and birth weight. *Korean J Obstet & Gynecol* 34(6): 796-803
- Kracher M, Rossipal E, Micetic DT (1999): Trace element transfer from the mother to the newborn-investigations on triplets of colostrum, maternal and umbilical cord sera. *European J Clin Nutr* 53: 486-494
- Kynast G, Saling E (1986): Effect of oral zinc application during pregnancy. *Gynecol Obstet Invest* 21: 117-123
- Maret W (2001): Zinc biochemistry, physiology and homeostasis-recent insights and current trends. In: Maret W, eds. Zinc biochemistry, physiology, and homeostasis. pp.1-4. Kluwer academic publishers
- McMichael AJ, Dreosti IE, Gibson GT, Hartshore JM, Buckley RA, Colley DP (1982): A prospective study of serial maternal serum zinc levels and pregnancy outcome. *Early Hum Dev* 7: 59-69
- Merilaldi M, Caulfield LE, Zavaleta N, Figueroa A, Dipietro JS (1998): Adding zinc to prenatal iron and folate tablets improves fetal neurobehavioral development. *Am J Obstet Gynecol* 180(2): 483-490
- Metcoff J, Castiloe JP, Corsby W, et al (1981): Maternal nutrition and fetal outcome. *Am J Clin Nutr* 34: 708-721
- Neggess YH, Cutter GR, Acton RT, Alvarez JO, Bonner JL (1990): A positive association between maternal serum zinc concentration and birth weight. *Am J Clin Nutr* 51: 678-684
- Neggess YH, Goldenberg RL, DuBard MB, Cliver SP (2000): Increased risk of preterm delivery with elevated maternal alpha-fetoprotein and plasma zinc levels in African-American women. *Acta Obstet Gynecol Scand* 79(3): 160-164
- Odland JO, Nieboer E, Romanora N, Thomassen Y, Brox J, Lund E (1999): Concentrations of essential trace elements in maternal serum and the effect on birth weight and newborn body mass index in sub-arctic and arctic populations of Norway and Russia. *Acta Obstet Gynecol Scand* 78: 605-614
- Osada H, Watanade Y, Nishimura Y, Yukawa H, Seki K, Sekiya S (2002): Profile of trace element concentrations in the feto-placental unit in relation to fetal growth. *Acta Obstet Gynecol Scand* 81: 931-937
- Park SH, Ahn SH (1999): Dietary fat intake during pregnancy and serum lipid levels in mother and umbilical cord of full-term and preterm delivery. *Korean J Nutrition* 32(5): 577-584
- Perveens, Altaf W, Vohra N, Bautista ML, Harper RG, Wapnir RA (2002): Effect of gestational age on cord blood plasma copper, zinc, magnesium and albumin. *Early human Dev* 69(1-2): 15-23
- Scholl TO, Hediger ML, Schall JL, Fischer RL, Khoo CS (1993): Low zinc intake during pregnancy: its association with preterm and very preterm delivery. *Am J Epidemiol* 137(10): 115-1124
- Scholl TO, Reilly TM (2000): Clinical nutrition of the essential trace elements and minerals. In: 8. Trace element and mineral nutrition in human pregnancy. Human press, pp.123-127
- Sempos CT (1992): Some limitation of semiquantitative food frequency

- questionnaire. *Am J Epid* 135: 1127-1132
- Singh PP, Khushlani K, Veerwal PC, Gupta RC (1987): Maternal hypozincemia and low birth weight infants. *Clin Chem* 33: 1950
- Song YS, Kim SH (1989): Nutritional status of rural pregnant women in relation to physical condition of offspring at birth. *Korean J Nutrition* 22: 547-556
- Tamura T, Goldenberg RL, Johnston KE, Cliver SP, Hickey CA (1996): Serum ferritin: A predictor of early spontaneous preterm delivery. *Obstet Gynecol* 87: 360-365
- Wada L, King JC (1994): Trace element nutrition during pregnancy. *Clin Obstet & Gynecol* 37(3): 574-586
- Yu KH, Yoon JS (1998): The effect of weekly iron supplementation on iron and zinc nutritional status in pregnant women. *Korean J Nutrition* 31(8): 1270-1282
- Yu KH, Yoon JS (1999): Across-sectional study of nutrient intakes by gestational age and pregnancy outcome (I). *Korean J Nutrition* 32(8): 877-886