

임신 말 모체와 제대혈의 Retinol, β -Carotene, α -Tocopherol의 농도 및 임신결과와의 상관성*

이금주 · 이민숙 · 안홍석†

성신여자대학교 식품영양학과

Retinol, β -Carotene, and α -Tocopherol Concentrations in Maternal-Umbilical Cord Plasma and Their Relationships to Pregnancy Outcome

Geum-Ju Lee, Min-Sook Lee, Hong-Seok Ahn†

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

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the intake of antioxidant vitamins and plasma concentrations of those in 60 maternal-infant pairs (30 in normal term delivery group, NT; 30 in preterm delivery group, PT). We also investigated the relationship between vitamin levels of maternal-umbilical cord plasma and pregnancy outcome. Mean energy intakes of NT and PT pregnant women were 93.2% and 85.4%, and their protein intakes were 113.3% and 110.9 % of the recommended dietary allowance (RDA), respectively. While vitamin A intakes were only 51.2% and 39.6% of the RDA in NT and PT pregnant women. The vitamin E intake was about 50% of the RDA (NT 6.27 mg, PT 7.78 mg). The levels of retinol in maternal plasma of NT and PT were 1.51 $\mu\text{mol}/\ell$ and 1.43 $\mu\text{mol}/\ell$, respectively. The retinol levels in umbilical cord plasma in NT and PT were 0.72 $\mu\text{mol}/\ell$ and 0.61 $\mu\text{mol}/\ell$, respectively. The level of β -carotene in maternal plasma of NT was 0.49 $\mu\text{mol}/\ell$, significantly ($p < 0.01$) higher than that of PT (0.31 $\mu\text{mol}/\ell$). The β -carotene of umbilical cord plasma of NT and PT were 0.02 $\mu\text{mol}/\ell$ and 0.01 $\mu\text{mol}/\ell$, respectively. The plasma α -tocopherol of maternal of NT and PT were 29.51 $\mu\text{mol}/\ell$ and 27.17 $\mu\text{mol}/\ell$, respectively. The α -tocopherol of umbilical cord plasma of NT and PT were 4.16 $\mu\text{mol}/\ell$ and 3.80 $\mu\text{mol}/\ell$, respectively. The antioxidant vitamin levels (retinol, β -carotene, and α -tocopherol) in maternal plasma were significantly higher ($p < 0.0001$) than those in umbilical cord plasma. However, there was no correlation between the vitamin levels in maternal plasma and those in umbilical cord plasma. The maternal plasma β -carotene level showed a positive correlation to gestational age. Also Apgar score at 1 min produced a positive correlation to maternal plasma β -carotene level. (*Korean J Community Nutrition* 9(2) : 151~160, 2004)

KEY WORDS : retinol · β -carotene · α -tocopherol · maternal · umbilical cord

서 론

임신 중 모체는 신체적, 생리적 및 환경적으로 다양한 변화를 경험한다. 아울러 임신기는 일생을 통해 영양적으로 가장 중요한 시기로 간주되고 있다(Robles 등 2001). 임신

기에는 혈장 내 총 지질 농도의 증가로 과산화지질 양이 비임신시 보다 상승하는 것으로 보고되고 있다(Maseki 등 1981; Ishihara 1978; Wang 등 1991). 이러한 변화와 더불어 비타민 E의 농도가 증가되어 산화에 대한 생체방어 기전이 활성화 된다(Wang 등 1991).

태아는 임신 중반까지 폐의 성숙과 함께 항산화력이

채택일 : 2004년 3월 26일

*본 연구는 2003학년도 성신여자대학교 전기 학술연구조성 사업의 연구비지원으로 수행된 연구결과임.

†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

증가되다가 임신 말기에 급격하게 상승하면서 출생 후 고산소의 자궁 외 환경에 적절하게 적응하는 것으로 알려져 있다 (Frank & Croseclose 1984; Frnk & Sosenko 1987).

그러나, 모체의 항산화 방어기전이 충분하지 않을 경우, 분만 시 발생하는 산과적 스트레스는 산모와 신생아에게 반응성이 강한 산소화합물의 양을 증가시켜 산화적 스트레스가 상승한다. 과도한 산화적 스트레스는 산모에게 자간전증, 임신성 고혈압 및 조기진통 등을 유발시키며(Lee 등 1998), 신생아에게는 호흡곤란중후군, 기관지 폐형성장애, 만성폐질환과 같은 각종 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다(Gomez 등 1995; Kelly 1993; Samuel 등 2000). 이러한 현상은 조산아와 저체중아의 경우 더욱 증가하는 것으로 보고되고 있다(Sullivan 1988). 임신부의 비타민 A 결핍은 태아의 임상적 결핍과 관련이 있으며, 미숙아나 저체중아에게서 더 많은 비타민 A 결핍이 나타났음이 보고되었다(Shah RS & Rajalashmi R 1984; Ganguly C & Mukherjee KL 1988). 또한 동물실험결과 모체의 비타민 A 고갈은 신생아 사망률을 증가시켰다고 제시되었다(Apgar J 등 1991). 그러나 Tamura 등(1997)은 모체의 비타민 A 및 E의 농도와 임신결과 간에 유의적인 상관성이 없었다고 보고한 바 있다. 반면에 Ghebermeskel 등(1994)은 제대혈의 비타민 A 농도는 신생아의 출생 시 체중과 유의적인 상관성이 있었다고 제시하여 다른 결과를 보였다.

Katz 등(2000)은 임신 중 비타민 A와 β -carotene 보충이 태아와 신생아의 사망률 위험을 감소시키는데 효과적이지 않았다고 보고하여 임신 중 비타민 보충에 대한 의문이 제기되었다.

국내의 항산화 영양연구는 주로 흡연자(Kang & Park 2000), 운동선수(Kang & Park 2000) 및 일부 심혈관계 질환자(Ceriello 등 1997)에게서 보고되고 있으며 임신부와 신생아를 대상으로 한 영양연구는 미진한 실정이다.

최근 영양상태가 개선되어짐에도 불구하고 증가하는 조산 및 저체중아 출산율을 감안해 볼 때, 임신부와 신생아를 대상으로 한 항산화 영양연구는 중요한 의미를 갖는다고 하겠다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 일부 임신부와 그들의 신생아를 대상으로 임신 중 항산화비타민의 섭취량과 혈장의 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol의 농도를 측정하여 이들의 항산화비타민 영양상태를 평가하고, 항산화비타민 영양상태와 일부 임신결과와의 상관성을 조사하고자 하였다.

조사대상 및 방법

1. 조사대상자 선정

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

분만한 산모들 중 재태기간 37주를 기준으로 하여 37~41주는 만기분만군(normal term delivery, NT), 37주 미만은 조기분만군(preterm delivery, PT)으로 구분하였다. 최종적으로 만기분만 임신부 30명, 조기분만 임신부 30명과 각각 그들의 신생아들이 연구대상자로 선정되었다.

2. 임상적 특징과 식이 섭취 조사

임신부와 신생아의 임상적 자료는 분만 후 입원실에서 설문지를 통한 직접면담과 진료기록부를 통해 수집하였다. 임신부를 대상으로는 연령, 임신 전 체중, 임신 중 체중증가량, 혈압, 헤모글로빈, 헤마토크릿을 신생아를 대상으로는 성별, 출생 시 체중 그리고 출생 후 각각 1분과 5분에 측정된 Apgar 지수를 조사하였다.

임신 중 모체의 식이 섭취는 반정량식품섭취빈도법(Semi-quantitative food frequency questionnaire, Sempose CT 1992)으로 조사하였다. 식품섭취조사표의 식품 항목은 총 90가지로 각 식품에 대한 성인의 1회 섭취 기준량은 당 노식의 교환단위에서 제시하는 분량을 이용하였으며, 목록 량에 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 이용하였다. 항산화비타민(비타민 A, retinol, β -carotene, 비타민 C 및 비타민 E)과 일반 영양소 섭취량은 제 7 차 개정 한국인 영양 권장량 식품성분표의 data base (The Korean Nutrition Society, Seoul 2000)에 근거한 Can-pro (The Korean Nutrition Society, Korea, 2003)를 이용하여 산출하였다.

3. 모체와 제대 혈장의 항산화비타민(Retinol, β -carotene, α -tocopherol) 농도 분석

모체 혈액은 분만 직전에 상완 정맥에서 취하였고, 신생아 제대혈은 태반이 만출되는 즉시 제대를 고정하여 양수의 오

염이 없게 깨끗이 닦은 후 혈액을 EDTA 처리된 진공관에 취하였다. 채혈한 혈액은 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈장을 분리하여, 분석 전 까지 -70°C 에서 보관하였다.

모체와 제대 혈장의 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol 농도는 n-hexane으로 혈장 지질을 추출한 후, Sowell 등(1994)의 방법을 참고하여 reverse-phased high pressure liquid chromatography (HPLC)로 분석하였다. 각각의 분석조건은 Table 1과 같다.

4. 자료의 통계 처리

모체와 신생아에서 얻은 모든 자료는 평균과 표준편차 혹은 백분율로 표시하였고, 통계처리는 SAS package를 이용하였다. 만기분만군과 조기분만군의 차이 및 모체와 제대 혈장의 항산화비타민 농도의 비교는 student t-test로 검증하였다. 제대 연령에 따른 모체 및 제대혈장의 항산화비타민 농도의 비교는 ANOVA와 Turkey의 방법으로 유의적인 차이 및 사후검증을 실시하였다. 또한, 모체와 제대 혈장의 항산화비타민 농도의 상관관계는 Linear regression analysis로 분석하였다.

신생아의 출생 시 체중 및 Apgar 지수와 모체, 제대혈장의 항산화비타민 농도와의 비교는 제대기간에 의한 방해요인을 제거한 공분산 분석 모형을 적용하였다.

Table 1. Operational conditions of HPLC for the determination of retinol, β -carotene, and α -tocopherol

Instrument	Waters 2690 Separations Module Hewlett Packard Vectra 500 series Millennium 2010 LC (version 2.15.01)	
Column	Supelcosil LC-18, 25 cm \times 4.6 mm, 5 μ m (Sigma-Aldrich Co. USA)	
Detector	Retinol & α -tocopherol	UV (280 nm)
	β -carotene	UV (450 nm)
Mobile phase	Retinol & α -tocopherol Methanol : Acetonitrile : H ₂ O = 25 : 25 : 1 β -carotene (Ethanol : Acetonitrile = 1 : 1) + 0.1 mL diethylamine	
Flow rate	1.0 mL/min	
Run time	Retinol & α -tocopherol	30 min
	β -carotene	20 min
Injection	Retinol & α -tocopherol	
	β -carotene	15 mL
		30 mL

Table 2. Clinical characteristics of the subjects

	NT (n = 30)	PT (n = 30)	Total (n = 60)
Mother			
Age (yrs)	29.53 \pm 2.57 ¹⁾	30.63 \pm 3.50	30.08 \pm 3.09
Height (cm)	160.10 \pm 4.50	160.26 \pm 3.91	160.68 \pm 4.20
Pre-BMI (kg/m ²)	20.66 \pm 2.07	20.84 \pm 2.50	20.75 \pm 2.28
Weight gain (kg)	12.06 \pm 3.70	11.57 \pm 4.40	11.81 \pm 4.04
Gestational length (wks)	39.00 \pm 1.08*	35.13 \pm 1.81	37.07 \pm 2.45
Blood pressure (mmHg)			
Systolic	122.53 \pm 14.17	118.73 \pm 16.68	120.63 \pm 15.46
Diastolic	75.17 \pm 10.37	73.13 \pm 15.32	74.15 \pm 13.01
Hb (g/dl)	12.05 \pm 1.25	11.69 \pm 1.31	11.87 \pm 1.29
Hct (%)	36.01 \pm 3.48	35.84 \pm 3.10	35.92 \pm 3.27
Anemia N (%) ²⁾			
Hb \leq 11 g/dl, Hct \leq 33%	5 (16.7)	2 (6.67)	7 (11.67)
Hb \geq 11 g/dl, Hct $>$ 33%	25 (83.3)	28 (93.33)	53 (88.33)
Delivery type N (%)			
Vaginal	29 (96.7)	15 (50)	44 (73.33)
Cesarean section	1 (3.3)	15 (50)	16 (26.67)
Neonate			
Sex			
Male	12 (40.0)	19 (63.33)	31 (51.67)
Female	18 (60.0)	11 (36.67)	29 (48.33)
Birth weight (g)	3297.2 \pm 401.1**	2549.5 \pm 514.7	2923.3 \pm 592.8
Apgar score			
1 min.	8.73 \pm 0.45**	8.07 \pm 0.82	8.40 \pm 0.74
5 min.	9.73 \pm 0.52***	8.93 \pm 0.79	9.33 \pm 0.77

¹⁾Mean \pm SD, ²⁾Number of subject (%). Hb: hemoglobin, Hct: hematocrit, NT: normal term delivery group, PT: preterm delivery group. *, ***, significantly different at $p < 0.05$, $p < 0.001$, respectively

결과 및 고찰

1. 임신부와 신생아의 임상적 특징

본 연구대상자인 임신부와 신생아의 임상적 특징은 Table 2에 제시하였다.

만기임신부(NT)와 조기임신부(PT) 간의 평균 연령, 신장, 임신 전 BMI 및 임신 중 체중 증가량은 각각 29.53 ± 2.57 세 : 30.63 ± 3.50 세, 161.10 ± 4.50 cm : 16.26 ± 3.91 cm, 20.66 ± 2.07 kg/m² : 20.84 ± 2.50 kg/m² 및 12.06 ± 3.70 kg : 11.57 ± 4.40 kg으로 각 군간 유사한 수준이었으며, 모두 정상범위에 포함되었다.

두 군의 평균 재태 기간은 39.00 ± 1.08 주와 35.13 ± 1.81 주로 유의적인($p < 0.05$) 차이가 있었다.

평균 수축기와 이완기 혈압은 NT군과 PT군이 각각 122.53 ± 14.17 mmHg, 75.17 ± 10.37 mmHg와 118.73 ± 16.68 mmHg, 73.13 ± 15.32 mmHg 으로 두 군 모두 안정적인 범위였다. 임신부의 Hb과 Hct의 값을 기준으로 빈혈 빈도를 조사한 결과, NT군 5명, PT군 2명이 빈혈인 것으로 나타났다. NT군과 PT군에서 조사된 Hb 수준은 국내·외에서 보고된 10.1~12.2 g/dl와 유사하였고, 분만 전 바람직한 Hb 농도로 제시되고 있는 10.5~11.5 g/dl (Yu 등 1999; Lee 1982)와도 비슷하였다. Hct 농도는 강릉지역(Kim & Lee 1999)과 광주지역의 임신부(Lim & Kim 1998)에게서 각각 보고된 $34.2 \pm 3.2\%$, $34.8 \pm 3.7\%$ 와 유사한 수준이었다. 본 대상자의 Hb과 Hct 수준은 임신에 의한 생리적 적응 현상으로 일반 성인 여성보다 다소 낮았을 뿐 정상적인 농도였다.

신생아의 성별은 NT군이 남아 12명, 여아 18명이었고, PT군은 남아가 19명, 여아가 11명이었다. 신생아의 출생 시 체중은 NT군과 PT군이 각각 3297.2 ± 401.1 g과

2549.5 ± 514.7 g으로 NT군이 유의적으로($p < 0.01$) 높았다. 이는 재태 기간의 유의적인 차이로 인한 결과로 해석된다. 출생 직후 신생아의 심박수, 호흡양상, 자극에 대한 반사능력, 근육의 긴장도 그리고 피부색의 5가지 항목을 10점 만점의 숫자로 평가한 Apgar 지수는 두 군 모두 7점 이상으로 양호한 수준이었다. 1분과 5분에 각각의 지수는 NT군이 8.73 ± 0.45 와 9.73 ± 0.52 으로 PT군의 8.07 ± 0.82 와 8.93 ± 0.79 보다 유의적으로($p < 0.001$) 높았다.

2. 항산화비타민과 일부 영양소 섭취량

임신 중 일부 영양소와 항산화비타민의 섭취량을 Table 3에 제시하였다.

NT군과 PT군의 1일 평균 에너지 섭취량은 각각 2189.54 ± 573.98 kcal와 2007.67 ± 588.47 kcal로 권장량의 93.17%와 85.43%에 해당하는 수준이었다. Park & Ahn (1999)이 만기분만군과 조기분만군에서 보고한 1986 kcal (88.3%), 1762 kcal (78.3%)와 비교했을 때, 다소 높은 수준이었으나 Yu 등(1999), Song & Kim (1989)의 결과와는 유사한 수준이었다. 외국 임신부의 경우 권장량의 78~94% 정도의 에너지를 섭취하는 것으로 보고되었다 (Johnson 등 1994).

단백질 섭취량은 NT군이 79.29 ± 25.50 g, PT군이 72.03 ± 23.82 g으로 각각 권장량의 113.27%와 102.90%에 해당하였다. Jung 등(1994)은 정상 만기분만 임신부의 단백질 섭취량을 RDA의 112.16%로, Kim 등(1994)은 104.7%로 보고한 바 있어 본 결과와 비슷한 수준이었으나 삼척지역과 농촌의 임신부에서 조사 보고한(Kim 등 1978; Lee 1982) 52~82% 보다는 높은 섭취 수준을 보였다. 따라서 두 군 임신부의 단백질 섭취는 바람직한 상태로 평가되었다.

지질 섭취는 NT군에서 47.88 ± 21.06 g, PT군에서 40.79 ± 18.99 g으로 NT군이 다소 많은 양을 섭취한 것

Table 3. Dietary intake of major nutrients and antioxidant vitamins

	NT (n = 30)	PT (n = 30)	Total (n = 60)
Energy (kcal)	2189.54 ± 573.98^1 (93.2 ± 24.6)	2007.67 ± 588.47 (85.4 ± 25.1)	2098.61 ± 583.58
Protein (g)	79.29 ± 25.50 (113.3 ± 36.48)	72.03 ± 23.82 (102.9 ± 33.6)	75.66 ± 24.74
Fat (g)	47.88 ± 21.06	40.79 ± 18.99	43.34 ± 20.20
Carbohydrate (g)	349.97 ± 90.44	335.79 ± 112.96	342.88 ± 101.70
Fiber (g)	11.72 ± 7.13	10.98 ± 8.30	11.35 ± 7.68
Vitamin A (R.E)	409.24 ± 211.94 (51.2 ± 27.7)	316.86 ± 175.11 (39.6 ± 31.9)	363.05 ± 198.29
β -carotene (μ g)	864.29 ± 674.61	889.65 ± 1107.57	876.97 ± 909.30
Vitamin E (mg)	6.27 ± 5.15 (52.3 ± 45.2)	7.78 ± 10.00 (64.8 ± 50.3)	7.02 ± 7.93
Vitamin C (mg)	142.10 ± 104.05 (167.2 ± 126.7)	156.66 ± 123.53 (184.3 ± 133.5)	149.38 ± 113.47

¹Mean \pm SD (% RDA). NT: normal term delivery group, PT: preterm delivery group

으로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 국내 임신부의 지질 섭취량은 최저 20 g부터 최고 66 g까지 보고되고 (Kim 등 1978; Kim 등 1994; Lee 1982) 있으며, 외국의 결과는 82 g 이상을 섭취한 것으로 제시되고 있다(Harrill 등 1973; Worthington-Roberts 1993). NT군은 열량의 19.7%를 PT군은 18.2%를 지질로부터 섭취한 것으로 나타났다.

당질의 섭취량은 NT군과 PT군이 각각 349.97 ± 90.44 g과 335.79 ± 112.96 g을 섭취하였다. 이 같은 수준은 열량의 각각 63.9%와 66.9%에 해당하는 수준이었다. 식이 섬유소는 NT군이 평균 11.72 ± 7.13 g과 PT군이 10.98 ± 8.30 g을 섭취하였다.

항산화비타민 중 비타민 A의 섭취량 결과를 보면, NT군과 PT군이 각각 409.24 ± 211.94 R.E와 316.86 ± 175.11 R.E로 NT군이 더 많은 양을 섭취한 것으로 나타났다. 두 군 모두 권장량의 51.15%와 39.6%로 매우 저조한 상태였다. 서울지역 저소득층의 임신부를 대상으로 한 Lee & Hong (1983)은 594 R.E를 보고하였고, 대구지역 임신부에서 조사, 보고한 결과(Seo 등 2001)는 711.5 R.E로 본 결과보다 높은 수준이었다. Tammela 등(1999)은 혈 중 비타민 A 농도가 정상이었던 임신부와 낮았던 임신부의 비타민 A 섭취량은 차이가 없었고, 혈 중 비타민 A 농도는 식이 이외의 요인에 영향을 받는다고 보고하였다. 또한 Porcelli 등(1992)의 연구에서는 조기분만 한 임신부의 경우, 단백질과 열량 섭취가 불량하였고 이는 비타민 A의 운반단백질 수준이 더 낮았던 것과 관련이 있다고 보고되었다. 이 같은 결과로 볼 때, 비타민 A의 영양상태는 단백질 및 열량 영양상태가 함께 고려되어야 할 것으로 생각된다. 비타민 A의 급원 식품은 주로 동물성 식품으로 간, 생선 간유, 계란, 전지방유 등이며, 식물성 식품으로는 당근, 시금치와 같은 녹색 채소와 해조류에 많이 함유되

어 있다. 결과에 제시하지는 않았지만, 본 연구대상자들은 주로 시금치, 호박, 바나나, 김 등의 식물성 식품과 아이스크림, 우유 등을 통해 비타민 A를 섭취한 것으로 조사되었다.

β -carotene 섭취량은 NT군과 PT군이 각각 864.29 ± 674.61 μ g과 889.65 ± 1107.57 μ g로 PT군에서 다소 많은 양을 섭취한 것으로 나타났으나, 두 군 모두 섭취량이 매우 다양하였다.

비타민 E의 섭취량은 권장량의 50%를 상회하는 낮은 섭취수준으로 NT군이 6.27 ± 5.12 mg, PT군이 7.78 ± 10.00 mg으로 조사되었다. 비타민 E 섭취량에 대한 국내 연구는 미비한 실정이다. 본 결과에서 나타난 비타민 E의 섭취 수준은 정상적인 재태 기간을 채우지 못하고 출산 한 조산아에게서 더 큰 문제가 될 수 있을 것으로 생각된다.

비타민 C 섭취량은 두 군 모두 권장량을 훨씬 초과하였다. NT군은 142.10 ± 104.05 mg으로 권장량의 167.18%에 해당되었고, PT군은 156.66 ± 123.53 mg으로 권장량의 184.31% 수준이었으며, NT군보다 다소 많은 양을 섭취한 것으로 나타났다.

3. 모체와 신생아 체대혈의 항산화비타민 농도

NT군과 PT군의 모체와 신생아 체대혈장에서 분석한 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol의 농도는 Table 4와 같다.

두 그룹 모두에서 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol의 농도는 모체혈장이 체대혈장 보다 유의적으로($p < 0.0001$) 높았다. Baydas 등(2002)은 만기분만과 조기분만군에서 체대혈의 비타민 A ($p < 0.01$)와 E ($p < 0.05$)의 농도가 모체혈에서 보다 유의적으로 낮았음을 보고한 바 있어 본 연구와 동일한 결과를 보였으며, 일부 지용성 비타민은 단순확산이나 촉진확산에 의해 태반을 이동하여 태아 혈액 내 농도가 일반적으로 모체 혈액의 농도보다 낮은 경향을 보인다는 연구결과(Whitsett JA 1981)와도

Table 4. Concentrations of retinol, β -carotene, and α -tocopherol in the maternal and umbilical cord plasma

		Maternal (n = 30)	Umbilical cord (n = 30)	p-value
Retinol (μ mol/L)	NT	$1.51 \pm 0.83^{1)}$ (0.21 - 3.59)	0.72 ± 0.35 (0.11 - 2.21)	0.0001
	PT	1.43 ± 0.79 (0.58 - 3.94)	0.61 ± 0.31 (0.18 - 1.32)	0.0001
p-value		0.69	0.19	
β -carotene (μ mol/L)	NT	0.49 ± 0.23 (0.14 - 1.40)	0.02 ± 0.02 (0.003 - 0.06)	0.0001
	PT	0.31 ± 0.30 (0.02 - 1.55)	0.01 ± 0.01 (0.002 - 0.05)	0.0001
p-value		0.01	0.38	
α -tocopherol (μ mol/L)	NT	29.51 ± 14.90 (11.11 - 76.47)	4.16 ± 3.34 (0.22 - 20.63)	0.0001
	PT	27.17 ± 17.09 (6.44 - 79.71)	3.80 ± 2.77 (0.29 - 11.2)	0.0001
p-value		0.57	0.76	

¹⁾ Mean \pm SD (Concentration range). NT: normal term delivery group, PT: preterm delivery group

일치하는 것이었다. 태반 조직에는 비타민 A와 D의 특수 결합단백질이 존재하며, 태반은 25-OH 비타민 D와 1, 25-(OH)₂ 비타민 D를 합성할 수 있음이 보고된 바 있다 (Whitsett JA 1981).

NT군 모체의 retinol 농도는 $1.51 \pm 0.83 \mu\text{mol/l}$ 로 PT군의 $1.43 \pm 0.79 \mu\text{mol/l}$ 보다 높았으나, 유의적인 차이는 없었다. 이는 가임기 여성의 72~79%에 해당하는 수준이었으며 (Yu & Yoon 1999), Kiely 등(1999)이 만기 분만 모체에서 조사 보고한 $1.88 \mu\text{mol/l}$ 와 Yeum 등(1998)의 $1.67 \mu\text{mol/l}$ 과 비교할 때 다소 낮은 수준이었다. 그러나 Tammela 등(1999)의 $1.05 \mu\text{mol/l}$ 보다는 높은 수준이었다.

신생아 체대 혈장의 retinol 농도를 살펴보면, NT군이 $0.72 \pm 0.35 \mu\text{mol/l}$ 로 PT군의 $0.61 \pm 0.31 \mu\text{mol/l}$ 보다 높았다. 많은 연구에서 만기아의 경우가 조산아 보다 높은 혈중 농도를 보고하고 있다. 즉, 남아프리카 Coutsoudis 등(1995)의 연구에서 제시한 만기아 $0.54 \mu\text{mol/l}$, 조산아 $0.34 \mu\text{mol/l}$ 와 비교할 때 다소 높은 수준이었다. Baydas 등(2002)은 조산아가 만기아 보다 체대혈의 비타민 A, E 및 비타민 C 농도가 유의적으로 높았음을 보고 하면서, 조산아가 산화적 스트레스에 더 민감하게 반응한다고 지적하였다. Chan 등(1993)은 만기아의 혈장 retinol 농도를 $0.71 \mu\text{mol/l}$ 로 보고하여 본 연구와 유사한 수준을 보였으나 조산아는 $0.35 \mu\text{mol/l}$ 로 본 연구의 조산아가 훨씬 높은 수준을 보였다. Navarro 등(1984)은 저체중아가 정상 만기아에 비해 비타민 A가 유의적으로 낮다고 보고한 바 있다. 반면, Kiely 등(1999)의 $1.01 \mu\text{mol/l}$, Yeum 등(1998)의 $0.79 \mu\text{mol/l}$ 보다는 낮은 수준을 나타냈다. 이는 신생아의 결핍상태를 판정하는 기준으로 볼 때 임상적으로 결핍증이 나타나는 수준($0.35 \mu\text{mol/l}$)은 아니었으나, 본 연구의 조산아의 경우는 상당히 낮은 수준으로 한계상태($0.70 \mu\text{mol/l}$)에 해당하였다(Miller 등 1993).

신생아의 비타민 A 수준은 모체의 비타민 A 상태에 영향을 받으며, 이때 retinol은 모체의 retinol-binding protein에 의해 모체에서 태아에게로 이동되는 것으로 보여진다(Miller 등 1993). 특히 이러한 능동적 이동은 임신 말기에 활발하게 진행되어 태아에게 이동되어 축적되는데, 조산아의 경우 불충분한 태반 운반으로 모체로부터 충분한 retinol을 공급 받지 못해 만기아에 비해 조산아의 혈장 retinol의 수준이 낮은 것으로 설명하고 있다.

만기분만 산모의 혈장 β -carotene의 농도는 $0.49 \pm 0.23 \mu\text{mol/l}$ 로 조기분만 산모의 $0.31 \pm 0.30 \mu\text{mol/l}$ 보다 유의적($p < 0.01$)으로 높았다. 이는 아일랜드의 만기 분만

산모를 대상으로 한 Yeum 등(1998)의 $0.69 \mu\text{mol/l}$ 보다는 낮은 수준이었으나, Kiely 등(1999)의 $0.23 \mu\text{mol/l}$ 보다는 높은 수준으로 연구마다 다소의 차이를 보였다.

NT군의 체대 혈장 β -carotene의 농도는 $0.02 \pm 0.02 \mu\text{mol/l}$ 이었으며, PT군은 $0.01 \pm 0.01 \mu\text{mol/l}$ 로 NT군이 다소 높았으나, 유의적인 차이는 아니었다. 그러나, 정상 만기아를 대상으로 한 선행 연구보다는 낮은 수준(Kiely 등 1999; Yeum 등 1998)이었다.

NT군 모체의 혈장 α -tocopherol 농도는 $29.51 \pm 14.90 \mu\text{mol/l}$ 이었으며, PT군 모체의 농도는 $27.17 \pm 17.09 \mu\text{mol/l}$ 로 NT군의 농도가 더 높았다.

이는 Kiely 등(1999)이 만기분만 모체에게서 보고한 $20.65 \mu\text{mol/l}$ 와 Wu 등(2001)의 $26.9 \mu\text{mol/l}$ 와 비교 시 더 높은 값이었다. 그러나 Yeum 등(1998)의 $32.18 \mu\text{mol/l}$ 보다는 낮은 값이었다.

NT군과 PT군의 체대 혈장 α -tocopherol 농도는 각각 $4.16 \pm 3.34 \mu\text{mol/l}$ 와 $3.80 \pm 2.77 \mu\text{mol/l}$ 로 NT군이 PT군 보다 높은 농도를 보였으나, 유의적인 차이는 아니었다. NT군의 경우, Yeum 등(1998)의 $3.63 \mu\text{mol/l}$ 보다는 높은 수준이었으나 Kiely 등(1999)의 $7.21 \mu\text{mol/l}$ 보다는 낮았다. 또한 Wu 등(2001)은 조산아에서 $3.95 \mu\text{mol/l}$ 를, Greene 등(1986)은 $5.10 \mu\text{mol/l}$ 를 나타내어 본 결과와 비교하여 높은 농도를 보였다.

유의적인 차이는 아니었지만, 만기군 체대혈 보다 조산군 체대혈에서 낮은 비타민 E의 수준을 보였다. 이는 신생아의 비타민 E 수준이 산모의 비타민 E 수준과 유의적인 관계를 갖고 있기 때문으로 설명하였다(Miller 등 1993). 또한 태아는 임신 3개월 후부터 임신 말기까지 비타민 E의 축적이 이루어지는데, 조산아의 경우 충분한 축적이 없는 상태에서 출생하게 되므로, 비타민 E 결핍이 발생할 우려가 높다고 하겠다. 항산화제 역할을 하는 비타민 E의 수준이 낮을 경우 oxygen radical에 의해 혈관과 상피세포막에 산화적 손상을 받기 쉬우며(Miller 등 1993), 이로 인해 ROP (미숙아 망막변증; retinopathy of prematurity)와 BPD (기관지폐 형성장애; bronchopulmonary dysplasia)와 같이 산소기 질병에 노출되기 쉽다(Karp & Robertson AF 1986; Miller 등 1993). 그러나, 비타민 E가 어떠한 기전에 의해 이들 질병을 예방하는지는 아직 정확하게 알려지지 않은 상태다. 조산아의 출산 시 정맥으로 비타민 E를 보충 투여했을 때, 신생아의 산소기 질병을 감소시켰다는 보고(Miller 등 1993)가 있어, 조산군에서 비타민 E의 결핍에 대한 추후 연구가 필요하다고 하겠다(Fig. 1).

모체의 혈장 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol 농

도와 각각의 제대혈장에서 이들 농도와의 상관성을 조사한 결과, retinol과 β -carotene에서 약한 음의 관계가 있었으며, α -tocopherol은 약한 양의 관계를 보였을 뿐 유의적인 관계는 나타나지 않았다.

4. 임신결과와 모체 및 신생아 제대혈의 항산화비타민 농도와의 상관관계

1) 재태연령과 모체 및 제대혈의 항산화비타민 농도와의 상관성

재태연령을 분류하여 각각의 모체와 신생아 제대혈의 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol의 농도를 비교 하였다(Table 5).

모체 혈장의 retinol 농도는 35주미만의 재태연령에서 가장 높은 농도($1.74 \pm 0.72 \mu\text{mol/l}$)를 보였고 40주 이상의 재태연령에서 가장 낮은 농도($1.16 \pm 0.77 \mu\text{mol/l}$)를 보였다. 제대혈의 경우 37주 이상 40주미만 그룹에서 $0.75 \pm 0.47 \mu\text{mol/l}$ 으로 다른 그룹의 $0.52 \pm 0.33 \sim 0.56 \pm 0.31 \mu\text{mol/l}$ 보다 다소 높은 값을 보였다. 모체 혈장의 β -carotene 농도는 재태연령이 길어짐에 따라 유의적인 증가를 보였으며, 35주 미만 그룹은 $0.14 \pm 0.13 \mu\text{mol/l}$ 으로 40주 이상의 그룹의 $0.52 \pm 0.40 \mu\text{mol/l}$ 보다 매우 낮은 농도를 보였다($p < 0.0001$). 그러나 신생아

제대 혈장의 β -carotene 농도는 재태연령에 따른 차이가 거의 없었다.

한편, 제대혈의 α -tocopherol 농도는 35주 미만 그룹에서 $3.05 \pm 2.25 \mu\text{mol/l}$ 으로 가장 낮은 농도를 보였으며, 40주 이상 그룹에서 $4.50 \pm 6.72 \mu\text{mol/l}$ 으로 가장 높은 농도로 나타났으나, 통계적인 차이는 없었다. 이는 재태기간이 지속되면서 모체에서 태아로 이동되는 비타민 양에 의존한 결과로 해석된다.

본 연구에서는 나타나지 않았으나 Chan 등(1993)은 출생 시 신생아의 혈청 비타민 A 농도와 재태기간 간에 유의적인 상관성이 있었다고 보고하였다.

2) 신생아의 출생 시 체중과 모체 및 제대혈의 항산화비타민 농도와의 상관성

재태연령의 방해요인을 제거한 공분산모형으로 신생아의 출생 시 체중과 모체 및 제대혈의 항산화비타민 농도를 비교하여 Table 6에 제시하였다.

모체의 retinol 농도는 신생아의 출생 시 체중이 3,000 g 이상 3,500 g 미만 그룹에서 가장 높은 농도인 $1.63 \pm 0.97 \mu\text{mol/l}$ 를 보였으며, 3,500 g 이상의 체중 그룹에서 가장 낮은 $1.24 \pm 0.57 \mu\text{mol/l}$ 를 보였다. 제대혈장의 retinol 농도는 2,500 g에서 $0.59 \pm 0.35 \mu\text{mol/l}$ 로 다소 낮

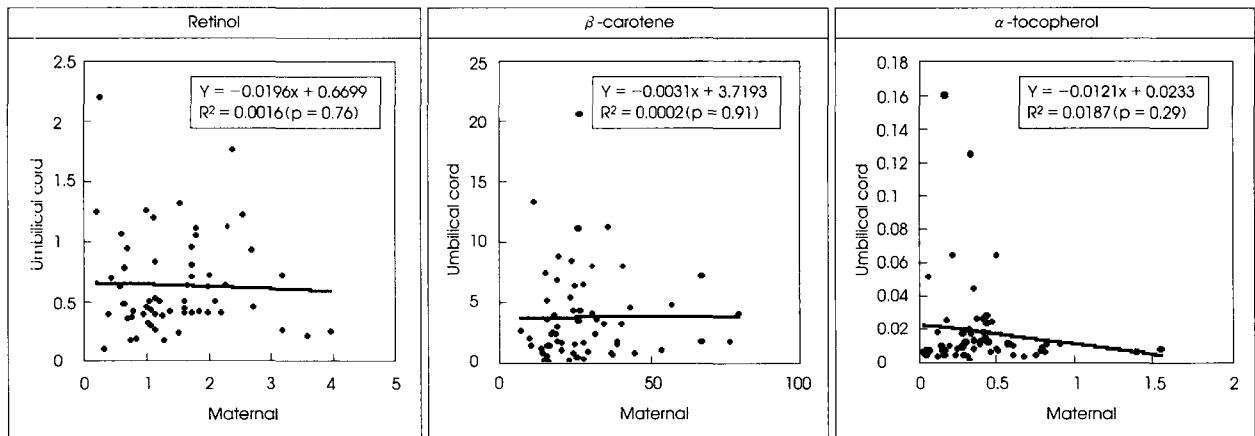


Fig. 1. Relationships between maternal and umbilical cord plasma concentration of retinol, β -carotene, and α -tocopherol.

Table 5. Concentrations of retinol, β -carotene, and α -tocopherol in the maternal and umbilical cord plasma by gestational age

Gestational age	Retinol		β -carotene ($\mu\text{mol/L}$)		α -tocopherol	
	M.	U. C.	M.	U. C.	M.	U. C.
$x < 35$ (n = 7)	1.74 ± 0.72^{11}	0.54 ± 0.31	0.14 ± 0.13	0.01 ± 0.00	26.95 ± 24.39	3.05 ± 2.25
$35 \leq x < 37$ (n = 16)	1.39 ± 0.92	0.56 ± 0.32	0.31 ± 0.36	0.02 ± 0.03	23.72 ± 13.75	3.77 ± 2.93
$37 \leq x < 40$ (29)	1.53 ± 0.83	0.75 ± 0.47	0.48 ± 0.22	0.02 ± 0.03	30.59 ± 16.00	3.82 ± 3.54
$40 \leq x$ (n = 8)	1.16 ± 0.77	0.52 ± 0.33	0.52 ± 0.40	0.01 ± 0.01	30.63 ± 11.52	4.50 ± 6.72
p-value	0.5417	0.2907	< 0.0001	0.7497	0.5555	0.9115

¹¹Mean \pm SD. M: maternal, U.C: umbilical cord, x: gestational age (week)

았으나 이외의 그룹과 비교했을 때 근소한 차이였다.

β -carotene 농도는 2,500 g 미만 그룹에서 $0.23 \pm 0.15 \mu\text{mol/l}$ 로 나머지 그룹의 $0.45 \pm 0.44 \mu\text{mol/l}$, $0.41 \pm 0.24 \mu\text{mol/l}$ 및 $0.45 \pm 0.16 \mu\text{mol/l}$ 보다 낮은 수준이었으나 통계적인 의미는 없었다. 제대혈의 β -carotene 농도는 각 그룹이 평균 $0.02 \mu\text{mol/l}$ 수준으로 매우 비슷하였다. α -tocopherol의 경우 3,000 g 이상 3,500 g 미만의 그룹에서 비교적 높은 $32.20 \pm 15.00 \mu\text{mol/l}$ 의 농도를 보였으며, 3,500 g 이상 그룹에서 $30.70 \pm 18.42 \mu\text{mol/l}$ 으로 다음으로 높은 농도를 보였다. 나머지 두 그룹의 농도는 각각 $25.23 \pm 19.03 \mu\text{mol/l}$ 와 $24.43 \pm 13.27 \mu\text{mol/l}$ 로 유사하였다.

제대혈의 α -tocopherol 농도는 2,500 g 미만 그룹과 2,500 g 이상 3,000 g 미만 그룹 그리고 3,000 g 이상 3,500 g 미만 그룹이 각각 $3.10 \pm 2.18 \mu\text{mol/l}$ 과 $3.07 \pm 2.32 \mu\text{mol/l}$, $3.87 \pm 3.81 \mu\text{mol/l}$ 으로 비슷한 수준이었다. 한편, 3,500 g 이상 그룹은 $5.98 \pm 6.50 \mu\text{mol/l}$ 으로 가장 높은 농도를 보였으나, 통계적인 차이는 없었다.

제대혈의 비타민 A 농도는 출생 시 체중과 유의적인 상관성을 보고한 반면(Ghebermeskel 등 1994), 비타민 E는 상관성이 없었다고 보고(Ghebermeskel 등 1994; Tamura 등 1997)한 바 있다.

3) 신생아의 Apgar 지수와 모체 및 제대혈의 항산화비타민 농도와의 상관성

제태기간의 방해요인을 제거한 공분산분석 모형으로 신

생아의 Apgar 지수(1 min)와 모체 및 제대혈의 항산화비타민 농도와의 관계를 조사하였다(Table 7).

모체의 retinol 농도는 7이하의 Apgar 지수에서 가장 낮은 값을 보였고 8이상 9미만의 지수에서 가장 높은 값을 보였다. 제대혈의 retinol 농도는 9이상의 지수에서 가장 낮은 수치로 나타났다.

한편, Apgar 지수가 높아질수록 모체의 β -carotene 농도는 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였다. 그러나 제대혈의 농도는 Apgar 지수와 상관없이 일정한 값을 보였다.

모체와 제대혈의 α -tocopherol 농도는 유의적인 차이는 없었으나 Apgar 지수가 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였다.

본 연구에서 조사된 모체와 제대혈의 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol 농도는 임신결과에 영향을 줄 정도의 수준이 아니며, 다소 낮은 농도에서조차도 양호한 임신결과를 보인 것으로 볼 때, 모체 및 신생아에서 이들 비타민의 영양상태가 엄격하게 조절되고 있는 것으로 생각된다.

요약 및 결론

본 연구는 서울시 소재 S 종합병원 산부인과에서 산전관리를 받으며, 분만 예정인 임신말기 임신부 60명(탄기분만군(NT) 30명 : 조기분만군(PT) 30명)과 그들의 신생아를 대상으로 임신 중 항산화비타민의 섭취량과 모체 및 제대

Table 6. Relationships between birth weight and levels of retinol, β -carotene, and α -tocopherol on the maternal and umbilical cord call value are adjusted with gestational age

Birth weight	Retinol		β -carotene ($\mu\text{mol/L}$)		α -tocopherol	
	M	U. C	M	U. C	M	U. C
$x < 2500$ (n = 12)	$1.47 \pm 0.66^{1)}$	0.59 ± 0.35	0.23 ± 0.15	0.02 ± 0.01	25.23 ± 19.03	3.10 ± 2.18
$2500 \leq x < 3000$ (n = 18)	1.36 ± 0.88	0.64 ± 0.52	0.45 ± 0.44	0.02 ± 0.03	24.43 ± 13.27	3.07 ± 2.32
$3000 \leq x < 3500$ (n = 31)	1.63 ± 0.97	0.66 ± 0.39	0.41 ± 0.24	0.02 ± 0.03	32.20 ± 15.00	3.87 ± 3.81
$3500 \leq x$ (n = 9)	1.24 ± 0.57	0.62 ± 0.28	0.45 ± 0.16	0.02 ± 0.02	30.70 ± 18.42	5.98 ± 6.50
p-value	0.6830	0.9668	0.1583	0.7344	0.4334	0.2615

¹⁾Mean \pm SD. All values are adjusted with gestational age. x: birth weight of neonates (g), M: maternal, U.C: umbilical cord

Table 7. Relationships between Apgar score (1 min) and levels of retinol, β -carotene, and α -tocopherol on the maternal and umbilical cord call value are adjusted with gestational age

Apgar score	Retinol		β -carotene ($\mu\text{mol/L}$)		α -tocopherol	
	M	U.C	M	U.C	M	U.C
$x \leq 7$ (n = 7)	$1.33 \pm 0.50^{1)}$	0.54 ± 0.32	0.17 ± 0.15^c	0.01 ± 0.01	24.82 ± 24.80	2.75 ± 1.96
$8 \leq x < 9$ (n = 21)	1.51 ± 0.86	0.61 ± 0.39	0.36 ± 0.23^b	0.02 ± 0.03	25.78 ± 13.75	3.31 ± 3.10
$9 \leq x$ (n = 32)	1.47 ± 0.88	0.47 ± 0.34	0.47 ± 0.34^a	0.02 ± 0.03	30.78 ± 15.19	4.37 ± 4.38
p-value	0.89	0.67	0.04	0.56	0.45	0.45

¹⁾Mean \pm SD. All values are adjusted with gestational age. x: apgar score at 1 min, M: maternal, U.C: umbilical cord.

a, b, c: Same letters are not significantly different at $p < 0.05$

혈장의 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol의 농도를 측정하여 이들의 항산화비타민 영양상태를 평가하였고, 혈중 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol의 농도와 재태 연령, 신생아의 출생 시 체중 및 Apgar 지수와와의 상관성을 조사하였다.

1) 비타민 A와 β -carotene 섭취량은 NT군과 PT군이 각각 409.24 ± 211.94 R.E, 864.29 ± 674.61 μg 과 316.86 ± 175.11 R.E, 889.65 ± 1107.57 μg 으로 권장량의 51.2%와 39.6%의 매우 저조한 상태였으며, 비타민 E 섭취량은 역시 권장량의 50%를 다소 상회하는 낮은 섭취 수준인 6.27 ± 5.12 mg (NT)과 7.78 ± 10.00 mg (PT)으로 조사되었다.

2) 두 그룹 모두에서 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol의 농도는 모체혈장이 제대혈장 보다 유의적으로 ($p < 0.0001$)으로 높았다.

NT군 모체의 혈장 β -carotene의 농도는 0.49 ± 0.23 $\mu\text{mol}/\ell$ 로 PT군의 0.31 ± 0.30 $\mu\text{mol}/\ell$ 보다 유의적 ($p < 0.01$)으로 높았다.

각각의 모체와 제대 혈장의 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol 농도 간에는 유의적인 상관성이 없었다.

3) 모체 혈장의 β -carotene 농도는 재태 연령이 길어짐에 따라 유의적인 증가를 보였으며, 35주미만 그룹은 0.14 ± 0.13 $\mu\text{mol}/\ell$ 으로 40주 이상의 그룹의 0.52 ± 0.40 $\mu\text{mol}/\ell$ 보다 매우 낮은 농도를 보였다($p < 0.0001$).

Apgar 지수가 높을수록 모체의 β -carotene 농도는 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였고, Apgar 지수가 높아짐에 따라 모체와 제대혈의 α -tocopherol 농도는 증가하는 경향을 보였다. 이 같은 결과로 볼 때, 본 연구에서 조사된 모체와 제대혈의 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol 농도는 임신결과에 영향을 줄 정도의 수준이 아니었으며, 다소 낮은 농도에서도 양호한 임신결과를 보여, 이들 영양소의 체내 조절기 전에 대한 지속적인 추후연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- Apgar J, Dulin A, Kramer T, Smith JC (1991): Reduced survival of neonates due to vitamin A deficiency during pregnancy in the guinea pig. *Proc Soc Exp Biol Med* 197: 56-58
- Baydas G, Karatas F, Gursu MF, Bozkurt HA, Ilhan N, Yasar A, Canatan H (2002): Antioxidant vitamin levels in term and preterm infants and their relation to maternal vitamin status. *Arch Med Res* 33(3): 276-280
- Ceriello A, Bortolotti N, Pirisi M, Crescentini A, Tonutti L, Motz E, Russo A, Giacomello R, Stel G, Taboga C (1997): Total plasma antioxidant capacity predicts thrombosis-prone status in NIDDM patients. *Diabetes Care* 20(10): 1589-1593
- Chan V, Greenough A, Cheeseman P, Gamsu HR (1993): Vitamin A status in preterm and term infants at birth. *J Perinat Med* 21(1): 59-62
- Coutsoudis A, Adhikari M, Coovadia HM (1995): Serum vitamin A (retinol) concentrations and association with respiratory disease in premature infants. *J Trop Pediatr* 41(4): 230-233
- Frank L, Croseclose EE (1984): Preparation for birth into an O₂ rich environment: the antioxidant enzymes in the developing rabbit lung. *Pediatr Res* 18(3): 240-244
- Frank L, Sosenko ORS (1987): Prenatal development of lung antioxidant enzymes in four species. *J Pediatr* 110: 106-110
- Ganguly C, Mukherjee KL (1988): Relationship between maternal serum vitamin A and vitamin status of the corresponding fetus. *J Trop Pediatr* 34: 313-315
- Ghebremeskel K, Burns L, Burden TJ, Harbige L, Costeloe K, Powell (1994): Vitamin A and related essential nutrients in cord blood relationships with anthropometric measurements at birth. *Early Human Development* 39(3): 177-188
- Gomez R, Ghezzi F, Romero R, Munoz H, Tolosa JE, Rojas I (1995): Trabajo de parto premature infeccion intraamniotica: aspectos clinicos y funcion de las citocinas en el diagnostico y la fisiopatologia. *Clin Perinatol North Am* 2: 267-326
- Greene HL, Moore ME, Phillips B, Franck L, Shulman RJ, Ament ME, Murrell JE, Chan MM, Said HM (1986): Evaluation of a pediatric multiple vitamin preparation for total areteral nutrition. II. Blood levels of vitamin A, D and E. *Pediatrics* 77(4): 539-547
- Harrill I, Lynch L, Shipman D (1973): Nutritive values of foods selected during pregnancy. *Am Diet Assoc* 63: 164-167
- Hittner HM, Godio LB, Rodolph AJ, Adams JM, Garcia-Prats JA, Friendman Z, KAutz JA, Monaco WA (1981): Retrolental fibroplasia: efficacy of vitamin E in a double-blind clinical study of preterm infants. *N Engl J Med* 305: 1365-1371
- Ishihara M (1978): Studies on lipid peroxide of normal pregnant women and of patient with toxemia of pregnancy. *Clin Chim Acta* 84(1-2): 1-9
- Johnson AA, Knigh EM, Edwards CH, Oyemade UJ, Cole OJ, Westney OE, Westney LS, LAryea H, Jones S (1994): Dietary intakes, anthropometric measurements and pregnancy outcomes. *J Nutr* 124(suppl): 936S-942S
- Jung HK, Jang NS, Song ES (1994): Riboflavin and pyridoxin nutritional status of newborns: A multiple regression analysis of its determining factors. *Korean J Nutrition* 27(4): 368-377
- Kang MH, Park EJ (2000): Effects of regular physical exercise habits on the activities of erythrocyte antioxidant enzyme and plasma total radical-trapping antioxidant potential in healthy male subjects. *Korean J Nutr* 33(3): 289-295
- Karp WB, Robertson AF (1986): Vitamin E in neonatology. *Adv Pediatr* 33: 127-147
- Katz A, West KP Jr, Khatri SK, Pradhan EK, Leclercq SC, Christion P, Wu LS, Adhikari RK, Shrestha SR, Sommer A (2000): Maternal low-dose vitamin A or β -carotene supplementation has no effect on fetal loss and early infant mortality: a randomized cluster trial in Nepal. *Am J Clin Nutr* 71: 1570-1576
- Kelly FJ (1993): Free radical disorders of preterm infants. *Br Med Bull*

- 49(3): 668-678
- Kiely M, Cogan PF, Kearney PJ, Morrissey PA (1999): Concentrations of tocopherols and carotenoids in maternal and cord blood plasma. *Eur J Clin Nutr* 53(9): 711-715
- Kim EK, Lee KH (1998): Assessment of the intake and availability of dietary iron and nutrition knowledge in pregnant women. *Korean J Community Nutrition* 3(1): 53-61
- Kim EK, Lee KH (1999): Iron status in pregnant women and their newborn infants. *Korean J Nutrition* 32(7): 793-801
- Kim HL, Baek JJ (1978): A food and nutrient intake of the pregnant women in rural Korea. *Korean J Community Nutrition* 11: 19-25
- Kim HY, Kim NY, Kim SM (1994): Effect of maternal status on immunological substances in breast milk of Korean women. *Korean J Community Nutrition* 27(3): 263-271
- Lee GSR, Kim SJ, Kim SY, Kahung JM, Hur SY, Lee Y, Shin Jc, Kim EJ, Song SK, Kim SP (1998): Total antioxidant status in maternal and neonatal plasma according to delivery type. *Council of Korea Obstetrics & Gynecology Practitioners* 41(8): 2067-2071
- Lee LH, Hong HS (1983): Correlation of levels of hemoglobin and hematocrit with nutritional intakes and general environmental factors of pregnant women among low income group in Seoul area. *The Korean Home Economics Association*, pp.51-64
- Lee MJ (1982): A study on the nutritional status of the pregnant and the lactating women and the newborn babies in Samchuk-Gun district. *Ewha Women's University. A thesis for a Doctorate*
- Lim HS, Kim HA (1998): Effects of maternal anemia on the iron status of the cord blood and pregnancy outcomes. *Korean J Community Nutrition* 3(4): 565-573
- Maseki M, Nishigaki, Hagilara M, Tumoda Y, Yagi K (1981): Lipid peroxide levels and lipid serum content of serum lipoprotein fractions of pregnant subjects with and without preeclampsia. *Clin Chim Acta* 155: 155-160
- Miller NJ, Rice-evans C, Davies MJ, Gopinathan V, Milner A (1993): A novel method for measuring antioxidant capacity and its applicability to monitoring the antioxidant status in premature neonates 84: 407-412
- Navarro J, Causse MB, Desquilbet N, Herve F, Lallemand D (1981): The vitamin status of low birth weight infants and their mothers. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 3: 744-748
- Park SH, Ahn HS (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
- Procelli PJ, Greene HL, Adcock EW (1992): Retinol (vitamin A) and riboflavin (vitamin B₂) administration and metabolism in very low birth weight infants. *Semin Perinatol* 16(3): 170-180
- Robeles R, Palomino N, Robles A (2001): Oxidative stress in the neonate. *Early Human Development* 65: S75-81
- Samuel R, Gisela W, Mujahid A, Mark H, Thomas H (2000): Antioxidant capacity and oxygen radical disease in the preterm newborn. *Arch Pediatr Adolesc Med* 154: 544-548
- Sempos CT (1992): Some limitation of semiquantitative food frequency questionnaire. *Am J Epid* 135: 1127-1132
- Seo JY, Kim WK, Choi BS (2001): The effects of regular exercise on nutrients intake and pregnancy outcome of pregnant women in daegu area. *Korean J Nutr* 34(8): 929-935
- Shah RS, Rajalakshmi R (1984): Vitamin A status of the newborn in relation to gestational age, body weight, and maternal nutritional status. *Am J Clin Nutr* 40: 794-780
- 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
- Sowell AL, Huff DL, Yeager PR, Candill SP, Gunter EW (1994): Retinol, α -tocopherol, lutein/zeaxanthin, β -cryptoxanthin, lycopene, α -carotene, trans- β -carotene, and four retinyl esters in serum determined simultaneously by reversed-phase HPLC with multi-wavelength detection. *Clin Chem* 40(3): 411-416
- Sullivan JL (1988): Iron, plasma antioxidants, and the Oxygen radical disease of prematurity. *Am J Dis Child* 142: 1341-1344
- Tammela O, Aitola M, Ikonen S (1999): Cord blood concentrations of vitamin A in preterm infants. *Early Human Development* 56: 39-47
- Tamura T, Goldenberg RL, Johnston KE (1997): Serum concentrations of zinc, folate, vitamin A and E, and proteins, and their relationships to pregnancy outcome. *Acta Obstet Gynecol Scand Suppl* 165: 63-70
- Wang Y, Walsh SW, Guo J (1991): Maternal levels of prostacyclin, thromboxane, vitamin E, and peroxides throughout normal pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 165: 1690-1695
- Whitsett JA (1981): Synthesis of 1, 25-Dihydroxyvitamin D₃ by Human Placenta in Vitro. *J Clin Endocrinol Metabol* 53: 484-488
- Worthington-Roberts BS (1993): Nutrition in pregnancy and lactation (5th-ed), Mosby
- Wu SC, Chou YH (2001): Measurement of serum vitamin E isomers in fullterm and preterm infants. *Chang Gung Med J* 24(12): 793-798
- Yeum KJ, Ferland G, Party J, Russell RM (1998): Relationship of plasma carotenoids, retinol and tocopherols in mothers and newborn infants. *J Am Coll Nutr* 17(5): 442-447
- Yu KH, Yoon JS (1999): A cross-sectional study of nutrient intakes by gestational age and pregnancy outcome (I). *Korean J Nutrition* 32(8): 877-886
- Yu KH, Yoon JS, Hahm YS (1999): A cross-sectional study of biochemical analysis and assessment of iron deficiency by gestational age (II). *Korean J Nutrition* 32(8): 887-896