

# 임신 말 모체 및 제대혈의 비타민 B<sub>6</sub> 농도와 임신결과와의 상관성\*

안홍석<sup>§</sup> · 이금주 · 김영태\*\*

성신여자대학교 식품영양학과, 고려대학교 의과대학 산부인과\*\*

## Relationships between Vitamin B<sub>6</sub> Status of Maternal-Umbilical Cord Plasma and Pregnancy Outcomes

Ahn, Hong Seok · Lee, Geum Ju · Kim, Young Tae\*\*

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

Department of Obstetrics & Gynecology College of Medicine,\*\* Korea University, Seoul 136-705, Korea

### ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the concentration of vitamin B<sub>6</sub> in 16 pregnant-infant pairs and 15 nonpregnant women and to investigate the relationships between vitamin B<sub>6</sub> status of maternal-umbilical cord plasma and pregnancy outcomes. Dietary intake was obtained from semiquantitative frequency questionnaire. The daily mean energy and protein intakes were higher than the recommended dietary allowance, while daily vitamin B<sub>6</sub> was only 74% of RDA in pregnant and 73% of RDA in nonpregnant women. The main sources of vitamin B<sub>6</sub> were vegetables and fruits in pregnant women, while cereal and starch in nonpregnant women. The plasma PLP and PL levels of pregnant women were 14.85 nmol/l and 20.56 nmol/l, significantly lower than those of nonpregnant women. The PLP/PL ratios of pregnant and nonpregnant women were 1.64 and 0.33, indicating that the levels of vitamin B<sub>6</sub> was altered during pregnancy. The PLP and PL levels of umbilical cord plasma were 63.55 nmol/l and 32.25 nmol/l, respectively. The vitamin B<sub>6</sub> levels of umbilical cord plasma were significantly higher than that of maternal plasma. This finding indicates that the uptake of vitamin B<sub>6</sub> in the fetus may be due to an active placental transport mechanism. The PLP level of maternal plasma correlated positively with that of umbilical cord plasma, showing that PLP concentration of umbilical cord plasma is affected by maternal vitamin B<sub>6</sub> status. The maternal plasma PL level showed a positive correlation to infant birth weight. The positive association has been also found between plasma PL level of umbilical cord and Apgar 1min score. (*Korean J Nutrition* 33(3) : 263~270, 2000)

**KEY WORDS:** pyridoxal 5'-phosphate, pyridoxal, pregnancy outcomes, umbilical cord blood.

## 서론

비타민 B<sub>6</sub>는 생물학적으로 pyridoxine 활성을 갖고 있는 유도체들 즉 pyridoxine, pyridoxamine, pyridoxal 그리고 이들 화합물의 5'-phosphate ester 등을 총칭한다.<sup>1)</sup> 특히 비타민 B<sub>6</sub>의 활성형인 pyridoxal-5'-phosphate(PLP)는 아미노산 대사를 비롯한 신경전달물질의 합성과 스테로이드 호르몬의 조절기능 등 여러 가지 효소계의 조효소로서 필수 기능을 담당한다.<sup>2-6)</sup> 임신기에는 태아의 성장발달, 모체조직의 대사적인 요구 및 단백질 섭취 증가로 인해 비타민 B<sub>6</sub> 요구량이 증가된다.<sup>7)</sup> 비타민 B<sub>6</sub>가 입덧 완화에 치료

채택일 : 2000년 4월 4일

\*This research was supported by 1999 MOST national R & D program(Project NO. 98-N6-04-01-A-7)

<sup>§</sup>To whom correspondence should Ahn, Hong Seok

효과가 있다고 알려지면서<sup>8)9)</sup> 간접적인 방법으로 임신부의 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태가 평가<sup>10-13)</sup>되었고, 최근의 연구에서는 혈장의 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 HPLC를 이용하여 직접 측정함으로써 많은 임신부에게서 비타민 B<sub>6</sub> 결핍과 관련된 생화학적 증거가 보고되었다.<sup>14-16)</sup>

임신 합병증을 경험한 산모에게서 비정상적인 비타민 B<sub>6</sub> 대사가 보고된 바 있으며<sup>17)18)</sup> 비타민 B<sub>6</sub> 보충으로 임신오조, 임신성 당뇨 및 고혈압 증상이 개선되었다는 연구보고<sup>16)19)</sup>도 있으나, 임신으로 인해 변경된 비타민 B<sub>6</sub> 대사에 대한 임상적 의미는 아직 명확하지 않다. 모체의 비타민 B<sub>6</sub> 영양 결핍은 태반과 혈액의 비타민 B<sub>6</sub> 농도를 저하<sup>10)14)17)18)</sup>시켰으며, 어미젖의 비타민 B<sub>6</sub> 결핍이 신생아의 뇌에 3-HK(Hydroxykynurenine)의 농도를 상승시켜 발작을 유발시킨다는 것이 알려졌다.<sup>20)</sup> 또한 모체혈액의 비타민 B<sub>6</sub> 농도와 출생시 신생아 체중이나 Apgar 지수는 양의 상관성을 보였으

나<sup>21)22)</sup> 모체 혈액의 비타민 B<sub>6</sub> 농도 저하가 반드시 바람직하지 못한 출산 결과를 초래하는 것은 아니라는 주장<sup>23)25)</sup>도 있다.

태아 혈액의 PLP 농도는 모체쪽 보다 높아, 태반을 통한 비타민 B<sub>6</sub> 이동은 농도차에 역행하는 능동적 기전이 관여한다고 제시<sup>10)12)26)</sup>되었으나 Schenker 등<sup>27)</sup>은 태반을 통한 PLP와 PL의 이동양상이 서로 다르다는 것을 관찰한 바, 모체에서 태아조직으로의 비타민 B<sub>6</sub> 이동기전이 단순하지 않은 것으로 사료된다. 비타민 B<sub>6</sub> 섭취량은 사회경제적 수준이 비교적 높은 미국의 일부 임신부에서도 권장 수준에 미달되는 것으로 보고<sup>28)</sup>되었으며, 한국 임신부의 비타민 B<sub>6</sub> 권장량은 1995년에 2.0mg으로 제시<sup>29)</sup>되었으나 우리나라 임신부를 대상으로한 비타민 B<sub>6</sub> 영양연구는 매우 미비한 실정이다.<sup>30)</sup>

이에 본 연구에서는 첫째 우리나라 임신부의 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태를 평가하고, 둘째 이것이 임신결과에 어떤 영향을 주는가를 조사하며 셋째, 임신 말 모체와 제대혈의 비타민 B<sub>6</sub> 농도를 비교하여 태반을 통한 비타민 B<sub>6</sub> 이동 양상을 규명하고자 하였다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상자

서울시 소재 K대학병원 산부인과에서 산전관리를 받은 후 임신말에 아기를 분만한 산모중에서 본 연구에 참여하기를 동의한 16명을 연구대상자로 선정하였으며, 대조군으로 S여대 대학원생 중 연구대상자와 임신 전 BMI, 연령이 유사한 비임신부 15명이 본 연구에 참여하였다.

### 2. 일반사항 및 혈액의 성상 조사

연구대상자의 연령, 교육수준, 가정의 월 수입, 임신전 체중 등을 포함한 일반사항은 임신부가 분만한 후, 입원실에서 설문지를 이용하여 조사하였으며 혈압, 헤모글로빈, 헤마토크리트, 적혈구, 총단백질 등 혈액의 일반성상 결과는 진료기록부에 기록된 것을 참고하였다.

### 3. 식이섭취 조사

임신기간중 모체의 식이섭취 조사는 분만후 입원실에서 직접면담을 통해 반정량 빈도조사법(semiquantitative food frequency questionnaire)을 이용하였다. 최근 식이조사 방법의 타당성 연구가 이루어지고 있으나 임신부들에게 가장 적절한 식이섭취 방법에 대한 연구는 완전히 확립되어 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 정상성인을 대

상으로 한 섭취방법 연구<sup>31)32)</sup> 및 임신부들의 섭취조사방법에 관한 연구결과<sup>33)34)</sup>와 8~10개월 정도의 긴 기간동안의 retrospective dietary assessment가 이루어져야하는 본 연구의 특성으로 반정량빈도조사법이 가장 적합한 방법이라 판단하였다.

식품섭취조사 설문지는 한국인의 100대 상용식품과 비타민 B<sub>6</sub> 및 각 영양소의 주요 급원식품을 고려하여 총 98가지로 구성하였다. 또한 각 식품의 1인 1회 섭취분량을 목적량에 대한 비율을 표시하도록 하였고, 전체 임신기간의 섭취빈도는 총 11구분을 하였다. 즉, 매일 4회이상, 3회, 2회, 1회, 매주 5~6회, 3~4회, 1~2회, 매달 2~3회, 1회, 석달에 1~2회와 전혀 섭취하지 않음으로 분류하였다. 면담시 섭취량의 정확도를 위해 식품모델, 계량기 및 식품과 음식의 눈대중자료를 사용하였고, 조사된 자료는 영양소 섭취 프로그램을 통해 각 영양소의 섭취량과 섭취비율을 산출하였다. 식품의 비타민 B<sub>6</sub> 함량에 대한 data base는 식품분석표에 제시된 546가지 식품과 국내·외에 발표된 자료<sup>35)36)</sup>를 보충하여 구성하였다.

### 4. 혈액 채취 및 혈장분리

모체 혈액은 분만하기 전 8시간 공복상태를 유지한 후 상완정맥(anti-cubital vein)에서 취하였고, 신생아 제대혈(umbilical cord blood)은 분만시 태반이 만출되면 즉시 제대를 clamp하여 양수의 오염이 없게 깨끗이 닦은 후 모든 혈액(동맥 및 정맥혈)을 EDTA 처리된 vacutainer에 취하였다. 채취한 혈액은 1시간 정도 방치한 후, 3000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈장을 분리하였고, 분석전까지 polychylene tube에 담아 -70°C에서 보관하였다. 용혈이 의심되는 혈액은 연구대상에서 제외하였다.

### 5. 혈장 비타민 B<sub>6</sub> 농도 분석

분리한 혈장 1ml를 갈색 tube에 취한 후, 10% TCA를 첨가하고 원심분리하여 단백질을 제거하였다. 단백질을 제거된 시료에 1ml의 ethyl ether를 가하여 지방을 분리한 후 0.45µm의 여과시스템을 통과시켜 최종 HPLC 주입용 시료를 준비하였다.

PLP(pyridoxal-5'-phosphate)와 PL(pyridoxal)의 농도는 Bruce등<sup>37)</sup>의 방법을 참조하여 reverse-phase HPLC로 측정하였다. PLP와 PL의 표준용액을 HPLC로 분석하여 머무름시간을 구하였고, 시료를 주입하였을 때 얻어지는 각각의 머무름시간에 대응하는 peak에 표준용액을 첨가하여 동일한 peak임을 확인한 후, 농도를 산출하였다. HPLC 분석 조건은 Table 1과 같다.

6. 임신결과 조사

임신결과 항목은 모체의 체중 증가량, 재태기간, 입덧, 합병증 유무, 신생아 체중, Apgar 지수 등이었으며, 진료기록부와 직접면담을 통해 조사하였다.

7. 자료분석 및 통계처리

조사된 자료는 평균±표준편차 혹은 백분율로 기술되었다. 비임신부 그룹과 임신부 그룹의 차이와 임신결과에 따른 비타민 B<sub>6</sub> 농도의 비교는 t-test와 ANOVA를 이용하였고, 모체와 제대혈의 비타민 B<sub>6</sub> 농도의 상관관계는 regression analysis를 이용하여 관계식을 구했으며, 모든 통계적 수치의 계산은 SAS(Statistical Analysis System) procedure를 이용하여 기각역 5%에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 일반사항

본 연구에 참여한 임신부와 비임신부의 일반사항 및 임신유지와 관련된 산과적 특성을 Table 2에 정리하였다. 조사항목에 대해 임신부와 비임신부간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 평균연령은 임신부 30.19세, 비임신부 28.07세였다. 두 그룹의 BMI는 각각 20.79와 19.56으로 모두 정상범위에 속하였다.

2. 비타민 B<sub>6</sub> 섭취량 및 주요공급원

임신부와 비임신부의 열량, 단백질, 비타민 B<sub>6</sub> 섭취량과 비타민 B<sub>6</sub>의 주요 공급원을 Table 3과 Fig. 1에 제시하였다. 임신부의 평균 일일 열량과 단백질 섭취량은 각각 2475 kcal와 111g으로 권장량의 105%와 148%였으며, 이는 보

건소에서 산전관리를 받고 있는 임신부를 대상으로 조사한 안 등<sup>36)</sup>의 24시간 회상법으로 조사된 2021kcal와 73.26g보다 훨씬 높은 수준이었다. 이러한 결과는 식품섭취빈도 방법이 24시간 회상법보다 과도하게 측정될 수 있다는 보고<sup>30)</sup>와 같이, 조사방법의 차이에서 기인된 결과로 생각된다. 그러나 식품빈도조사방법과 24시간 회상법을 함께 이용하여 임신부에게서 조사한<sup>30)</sup> 열량과 단백질 섭취량 2635kcal와 100g과는 유사한 결과였다. 비임신부의 열량 및 단백질 섭취량 역시 권장량의 117%와 171%로 조사되었다.

임신부 개인별 일일 비타민 B<sub>6</sub>의 섭취량은 최소 0.5mg에서 최대 3.03mg으로 평균 섭취량은 1.48mg이었고 이는 한국 임신부의 권장량 2.0mg<sup>29)</sup>의 74% 수준이다. 장 등<sup>30)</sup>이 보고한 1.79mg보다는 다소 낮은 결과였다.

본 연구에서 사용한 식품분석 프로그램에는 546개 식품의 비타민 B<sub>6</sub> 함량이 제시되어있으나 이 자료는 한국인이 상용하는 식품에서 직접 분석된 것이 아닌 미국의 자료를 인용한 것이기 때문에 실제 연구대상자의 비타민 B<sub>6</sub> 섭취량과는 차이가 있을 수 있다는 점을 고려해야 할 것이다.

두 그룹의 비타민 B<sub>6</sub>의 주된 공급원을 Fig. 1에서 살펴보면, 비임신부의 경우 주로 곡류와 전분류에서 총비타민 B<sub>6</sub> 섭취량의 약 50%를 공급받았으며 다음으로는 육류와 난류에서 비타민 B<sub>6</sub>를 공급받았다. 반면에, 임신부는 야채와 과

Table 1. Chromatographic conditions of vitamin B<sub>6</sub>(PLP & PL)

Detector	Fluorescence detector
Column	Supelcosil LC-18 25cm × 4.6mm, 5µm
Mobile phase	3% MeOH by 0.033M KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , pH 2.9 by 85% orthophosphoric acid
Detection wavelength	λEx 295nm, λEm 395nm
Flow rate	1.3ml/min

Table 2. General characteristics of the subjects

	Pregnants (n = 16)	Non-pregnants (n = 15)
Age(yrs)	30.19 ± 2.59 <sup>1)</sup>	28.07 ± 3.88
Education(yrs)	13.38 ± 2.99	16.40 ± 1.55
Monthly income(10,000won)	169.38 ± 63.29	155.33 ± 77.54
Pre-pregnancy weight(kg)	54.32 ± 7.73	50.73 ± 4.03
Pre-pregnancy BMI(kg/m <sup>2</sup> )	20.79 ± 2.47	19.56 ± 1.29
Weight gain(kg)	14.63 ± 3.04	
Blood pressure(mmHg)		
Systolic BP	124.38 ± 12.63	
Diastolic BP	78.75 ± 8.06	

<sup>1)</sup>Mean ± SD

Table 3. Dietary vitamin B<sub>6</sub> intake and percentage RDA of the subjects

	Pregnants(n = 16)		Non-pregnants(n = 15)	
	Intake	%RDA	Intake	%RDA
Energy(kcal)	2475.42 ± 704.37 <sup>1)</sup>	105.34 ± 29.97	2350.92 ± 672.30	117.54 ± 33.92
Protein(g)	111.23 ± 38.79	148.30 ± 51.72	103.14 ± 45.60	171.89 ± 76.00
Animal	62.52 ± 41.72		65.33 ± 52.90	
Vegetable	59.67 ± 36.85		21.37 ± 8.45	
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	1.48 ± 0.77	74.13 ± 38.29	1.09 ± 0.69	72.80 ± 45.90
	(0.5 ~ 3.03) <sup>2)</sup>		(0.5 ~ 3.33)	

<sup>1)</sup>Mean ± SD

<sup>2)</sup>Range of intake

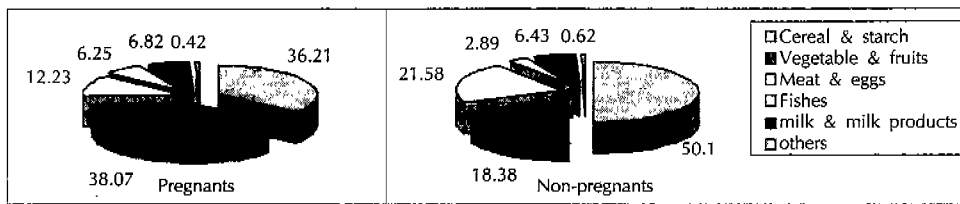


Fig. 1. Percentage vitamin B<sub>6</sub> intake of various food group.

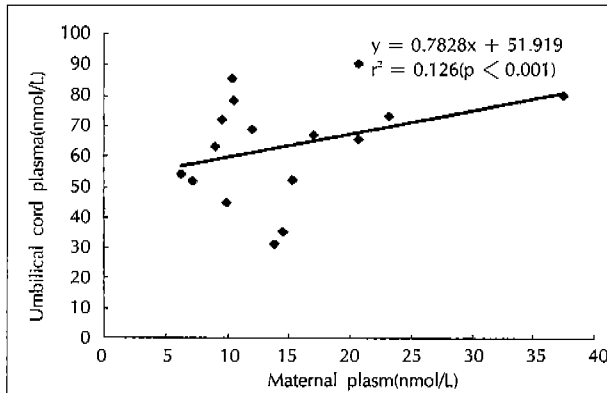


Fig. 2. Relationship between level of PLP in maternal and umbilical cord plasma.

일에서 약 38%의 비타민 B<sub>6</sub>를 섭취했고 다음의 섭취 순위가 곡류와 전분류로 조사되었다.

비타민 B<sub>6</sub>는 곡류, 야채 및 과일류에 풍부하게 함유되어 있으나 이들 식품의 비타민 B<sub>6</sub>는 배당체 형태로 존재하므로 흡수율과 체내이용율이 저조한 것으로 알려졌다<sup>40,41</sup>. 이에 비해 동물의 근육조직에 저장된 비타민 B<sub>6</sub>는 비교적 쉽게 흡수되므로 육류, 생선류 및 가공류를 통한 비타민 B<sub>6</sub> 섭취가 체내 이용에 있어 유리할 것으로 사료된다.

### 3. 모체와 제대혈의 비타민 B<sub>6</sub> 농도

Table 4에는 분만 직전 임신부 및 비임신부의 혈장과 분만 직후 신생아 제대혈에서 분석한 PLP와 PL 농도를 비교하였다. 임신기 모체 혈장의 평균 PLP와 PL 농도는 각각 14.86nmol/l 와 20.56nmol/l 로 비임신부 혈장의 PLP 85.59nmol/l 와 PL 29.86nmol/l 보다 낮았다. 또한 신생아 제대혈의 평균 PLP 농도는 63.55nmol/l, 평균 PL 농도는 32.25nmol/l 로 모체 혈장 보다 유의적으로 높았다. 또한 혈장의 PL과 PLP 농도의 비율은 비임신부의 경우 0.33, 임신부와 제대혈은 각각 1.64와 0.52로 나타났다.

일반 성인 여성의 혈중 PLP 농도는 연구자마다 서로 다른 분석방법으로 측정되어<sup>42</sup> 23nmol/l 에서 202nmol/l 로 차이가 컸으며, 본 연구에서와 같이 HPLC에 의해 분석 보고<sup>43</sup>된 비임신부의 혈장 PLP 농도 범위도 30~78.4 nmol/l 로 광범위 하였다.

Hendric 등<sup>14</sup>이 남아프리카 흑인 임신부의 혈장에서 분

석 보고한 PLP와 PL 농도는 각각 16.65nmol/l 와 23.08 nmol/l 로 본 연구결과와 유사하였다. 또한 본 연구대상자인 임신부의 평균 혈장 PLP 농도는 Cleary 등<sup>26</sup>이 2.0~2.5mg의 PN-HCl을 보충한 임신부 혈장에서 측정 보고한 PLP 농도 14.16nmol/l 와 매우 비슷하였다. 그러나 Karen<sup>44</sup>과 Judith 등<sup>21</sup>은 37.1nmol/l 와 63.6nmol/l 로 높게 보고하였고, Gerold 등<sup>15</sup>은 만삭분만한 산모의 혈장 PLP 수준을 10.7nmol/l 로 낮게 보고하였다.

임신부의 혈장 PLP와 PL 농도는 각각 비임신부의 16.6%와 68.9%로 감소되어 있어 임신상태가 비타민 B<sub>6</sub> 결핍을 쉽게 초래할 수 있음을 예측할 수 있다. 즉 태이는 모체의 영양을 희생하면서 비타민 B<sub>6</sub>를 수용하기 때문에 모체의 비타민 B<sub>6</sub> 수준은 저하될 수 있으며, 또한 임신시 모체조직의 비타민 B<sub>6</sub> 대사와 단백질 섭취량의 증가로 비임신시 보다 비타민 B<sub>6</sub> 결핍이 쉽게 올 수 있다는 견해도 있다.<sup>7</sup>

정상성인의 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태를 평가할 때, 혈장 PLP 농도 30nmol/l 를 기준으로 그 이상을 양호한 것으로 판정하고 있다.<sup>50</sup> 본 연구 결과 비임신부의 평균 혈장 PLP 농도는 이보다 증가되어 있었으나 임신부의 경우 이 기준치의 50% 정도로 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태는 양호하지 못한 것으로 사료된다.

본 연구대상자인 분만 직후 신생아의 제대혈에서 분석한 PLP 농도는 평균 63.55nmol/l 로 독일의 Gerold 등<sup>15</sup>이 분만 직후 신생아 제대혈에서 보고한 63.9nmol/l 와 유사하였다. Myron 등<sup>10</sup>은 본 연구결과에서와 같이 신생아 제대혈의 PLP 농도가 모체 혈장에서 보다 2~4배 정도 높았다고 보고한 바 있다.

모체와 제대혈의 비타민 B<sub>6</sub> 농도 사이의 상관성을 보면 PL 농도간에는 의미있는 상관관계가 없었으나 PLP 농도간에는 Fig. 2에서와 같은 유의성 있는 양의 상관성을 보여 주고 있어서 태아 혈액의 비타민 B<sub>6</sub> 함량은 모체의 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태에 영향을 받는다고 할 수 있다. 모체의 비타민 B<sub>6</sub> 수준이 낮은 상황에서도 태아의 비타민 B<sub>6</sub> 농도는 모체의 PLP 수준 보다 높게 유지되고 있었다.

태아 혈액의 PLP 농도가 모체쪽 보다 높다는 것은 태아 조직이 다량의 비타민 B<sub>6</sub>를 받아들일 수 있다는 것과 태반을 통한 비타민 B<sub>6</sub>의 이동은 농도차에 역행하는 능동적 기

**Table 4.** Plasm vitamin B<sub>6</sub> levels in maternal and umbilical cord

Vitimers	Pregnants(n = 16)			Non-pregnants(n = 15)	P-value
	Maternal	Umbilical cord	Cord/maternal		
PLP(nmol/L)	14.86 <sup>b</sup> ± 7.83	63.55 <sup>c</sup> ± 17.27	5.08 ± 2.29	89.59 <sup>a</sup> ± 29.03 <sup>1)</sup>	0.0001
PL(nmol/L)	20.56 <sup>b</sup> ± 12.06	32.25 <sup>a</sup> ± 9.67	2.40 ± 1.77	29.86 <sup>c</sup> ± 9.68	0.0076
PLP + PL(nmol/L)	35.42 <sup>b</sup> ± 16.94	95.81 <sup>a</sup> ± 24.50	3.30 ± 1.70	119.46 <sup>c</sup> ± 38.70	0.0001
PL/PLP	1.64 <sup>b</sup> ± 1.39	0.52 <sup>a</sup> ± 0.13	0.51 ± 0.39	0.33 <sup>a</sup> ± 0.00003	0.0001

<sup>1)</sup>Mean ± SD

전이 관여한다는 것을 의미한다. 또한 모체와 태아의 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태를 간접적으로 평가하는 지표들도 혈장 PLP 수준과 일치하고 있다.<sup>45)46)</sup> 즉 적혈구의 aspartate aminotransferase(AST) 활성은 모체 혈액에서 보다 제대혈에서 더 높았고 PLP-stimulation ratio는 더 낮았다.<sup>46)</sup> 이는 모체 보다는 태아의 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태가 더 좋다는 표시가 된다고 사료된다. 그러나 비타민 B<sub>12</sub>, 비타민 C, 엽산 및 철분의 농도가 태아 혈액에서 더 높았다는 연구결과<sup>47)</sup>를 볼 때, 태아의 필수영양소의 수용은 비타민 B<sub>6</sub>에만 해당되는 것이 아닌 일반적인 현상으로 볼 수도 있다.

태반을 통한 비타민 B<sub>6</sub> 이동기전은 확실하게 설명되고 있지 않다. Shane 등<sup>48)</sup>은 임신기 모체에게 PN-HCl을 구강을 통해 보충한 후 태아의 PLP 농도가 모체쪽 보다 크게 상승되었다고 보고 한 바 있다. 또한 Lumeng 등<sup>11)</sup>은 비타민 B<sub>6</sub> 공급 후 모체와 태아의 peak PLP level을 조사했을 때 태아의 peak PLP 농도가 모체 보다 3시간 후에 관찰되었고 이러한 time lags는 태아조직에서 직접 인산화되는 것이라기 보다는 모체가 PLP를 생산한 후 능동적기전에 의해 태아에게 전달된다고 설명한 바 있다. Baker 등<sup>49)</sup>은 진통중인 여성에게 PN-HCl이 포함된 비타민 B<sub>6</sub>복합체를 공급했을 때 태반조직의 비타민 B<sub>6</sub> 농도가 공급받지 못했던 여성의 태반에서 보다 현저히 증가되는 것을 관찰하였다. 이들은 태반조직이 비타민 B<sub>6</sub>를 받아들여 저장한다고 결론을 내렸으며 태반을 통한 비타민 B<sub>6</sub> 이동은 태반조직의 대사요구량 보다 많은 양이 확보되었을 때에만 가능하다고 제안하였다.

한편 Schenker 등<sup>37)</sup>은 만기 분만시 태반조직을 분리하여 태반막을 통한 비타민 B<sub>6</sub> 이동현상을 관찰한 바 있는데, PL은 모체와 태아 사이의 양방향으로 이동하지만 모체에서 태아로의 이동속도가 더 컸으며 일차적으로 PL은 수동적 확산에 의해 태반을 통과 한 후 태아조직에서 인산화 과정을 거쳐 PLP를 생성한다고 설명하여 기존의 비타민 B<sub>6</sub>의 능동적 이동기전과는 다른 견해를 보여 주었다.

**4. 임신결과와 모체 및 제대혈의 비타민 B<sub>6</sub> 농도와의 상관성**

Table 5에 임신결과 내용을 요약하였다. 본 연구대상자

**Table 5.** Pregnancy outcomes of the subjects

Maternal	
Gestational age(wks)	39.04 ± 0.47
Weight gain(kg)	14.63 ± 3.04
Delivery type	
Vaginal	7(43.8%)
C-sectio	9(56.3%)
Infant	
Sex	
Boy	8(50%)
Girl	8(50%)
Weight(kg)	3.25 ± 0.54
Apgar score	
1min	8.50 ± 0.89
5min	9.44 ± 0.63

의 평균 재태기간은 39.04주로 바람직한 임신기간이 유지되었으며, 임신 중 체중증가량은 14kg이었고, 분만형태는 56%가 제왕절개, 43%가 자연분만이었다. 출생시 신생아의 평균 체중은 3.26kg으로 양호한 상태였으며, 분만 후 1분과 5분후에 측정된 Apgar 지수는 각각 8.5과 9.4로 조사되었다.

임신결과와 모체 및 제대혈의 PLP, PL 농도와의 관계를 Table 6에 제시하였다. 재태기간을 38주 미만, 38주 이상~40주 미만, 40주 이상 세그룹으로 구별하여 모체와 제대혈의 PLP와 PL 농도를 비교했을 때, 그룹별 비타민 B<sub>6</sub> 농도는 유의적인 차이가 없었으나 38주 이상~40주 미만의 재태기간을 보여주었던 산모의 제대혈내 PLP와 PL 농도가 가장 높게 나타났다.

임신기간 중 모체의 체중증가량과 비타민 B<sub>6</sub> 농도를 비교하면, 12kg 미만의 증가를 보인 2명, 12kg이상~19kg미만 11명, 19kg 이상 3명의 PLP 농도가 각각 26.38nmol/l, 13.58nmol/l 및 9.89nmol/l 로, 유의적인 차이는 아니었지만, 체중 증가량이 클수록 모체의 혈중 PLP 농도는 감소하는 경향을 보여주었다. 제대혈의 PLP와 PL 농도는 12kg이상~19kg미만에서 가장 높게 나타났다.

출생시 신생아 체중을 3.5kg 미만(11명)과 3.5kg 이상(5명)으로 나누어 비타민 B<sub>6</sub> 농도와의 상관성을 조사하였

Table 6. Relation of pregnancy outcomes and vitamin B<sub>6</sub> level in maternal and umbilical cord plasma

			Maternal		Umbilical cord	
			PLP	PL	PLP	PL
Gestational age (wks)	< 38	(n = 3)	12.43 ± 2.16 <sup>1)</sup>	7.47 ± 1.21	58.29 ± 35.64	32.58 ± 10.16
	38 ≤ x < 40	(n = 9)	12.30 ± 7.27	22.87 ± 10.72	71.20 ± 18.15	35.51 ± 10.28
	≥ 40	(n = 4)	20.94 ± 12.37	25.21 ± 14.26	51.52 ± 12.74	21.68 ± 2.85
p-value			0.24	0.10	0.29	0.18
Weight gain (kg)	< 12	(n = 2)	26.38 ± 15.72	31.00 ± 13.56	51.59 ± 1.38	27.00 ± 0.54
	12 ≤ x < 19	(n = 11)	13.58 ± 6.95	19.22 ± 12.14	68.25 ± 22.07	34.39 ± 10.65
	≥ 19	(n = 3)	9.89 ± 3.83	18.53 ± 11.68	55.93 ± 25.23	27.91 ± 7.26
p-value			0.08	0.45	0.49	0.45
Birth weight (kg)	< 3.5	(n = 11)	13.32 ± 6.90	16.38 ± 10.37 <sup>1)</sup>	67.71 ± 23.58	31.67 ± 8.36
	≥ 3.5	(n = 5)	17.06 ± 12.15	29.77 ± 11.07 <sup>b)</sup>	55.38 ± 13.84	33.53 ± 13.16
p-value			0.44	0.03	0.30	0.73
Apgar score (1min)	≤ 8	(n = 5)	15.77 ± 8.19	24.38 ± 9.59	49.41 ± 16.82	25.30 ± 3.73 <sup>a)</sup>
	> 8	(n = 11)	13.91 ± 9.13	18.83 ± 13.07	70.43 ± 20.49	35.42 ± 9.97 <sup>b)</sup>
p-value			0.70	0.41	0.06	0.04

<sup>1)</sup>Mean ± SD

다. 3.5kg 미만의 신생아를 분만한 모체의 PL농도는 16.38 nmol/l, 3.5kg 이상을 분만한 모체는 29.77nmol/l로 나타나. 출생시 체중이 비교적 무거운 아기를 분만한 모체의 PL 농도가 유의적으로 증가했음을 알 수 있었다(p<0.05).

출산 1분 후에 측정된 Apgar 지수가 8 이하인 경우 모체의 PLP와 PL농도는 각각 15.77nmol/l와 24.38nmol/l, 9 이상인 모체는 13.91nmol/l와 18.83nmol/l를 보였다. 유의적인 차이는 아니었으나 Apgar 지수가 증가할수록 모체 혈장의 비타민 B<sub>6</sub> 농도는 감소하는 경향을 보였다. 반면에 제대혈에서는 8 이하에서 PLP와 PL이 각각 49.41 nmol/l와 25.30nmol/l를 보였고, 9 이상에서 70.43 nmol/l와 35.42nmol/l로 PLP 농도가 유의적인 변화는 아니었으나(p=0.06) Apgar 지수가 높아질수록 증가하는 추세였고, PL 농도는 Apgar 지수가 증가함에 따라 유의적인 증가를 보였다(p<0.05).

모체와 제대혈의 비타민 B<sub>6</sub> 농도가 임신결과에 미치는 영향에 대한 연구는 주로 Apgar지수와 관계로 보고되고 있다. Judith 등<sup>21)</sup>은 Apgar 지수(1min)를 7이상과 미만으로 나누어 모체 혈청의 총비타민 B<sub>6</sub> 농도를 조사한 결과 7 이상인 모체의 혈중 비타민 B<sub>6</sub> 농도가 유의적으로 높았고, 제대혈도 Apgar 지수가 7 이상인 경우에서 농도가 증가했으나, 유의적이지는 않았음을 보고하였다. Kang<sup>16)</sup>은 출생 후 5분후에 측정된 Apgar 지수를 역시 7이상과 미만의 두 그룹으로 나누어 모체와 제대혈의 PLP 농도를 조사하였다. Apgar 지수가 7이상에서 각각의 PLP 농도가 유의적으로(p<0.005) 높았음을 제시하였다. 이러한 결과는 Ka-

ren<sup>22)</sup>의 보고에서도 확인할 수 있었다.

본 연구대상자의 신생아들은 대개가 Apgar 지수가 8 이상으로 모체의 비타민 B<sub>6</sub> 농도와는 별 상관성이 없었으나 제대혈의 비타민 B<sub>6</sub> 농도는 신생아의 건강을 예측하는데 간접적으로 이용될 수 있다고 사료된다.

## 요약 및 결론

본 연구는 서울 K대학병원 산부인과에서 산전관리를 받고 신생아를 분만한 16명의 만삭분만 산모와 비임신부 15명을 대상으로 임신기 모체의 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태를 평가하고 임신말 모체와 제대혈의 비타민 B<sub>6</sub> 농도와 임신결과와의 상관성을 조사하였다.

임신부 및 비임신부의 열량과 단백질 섭취량은 한국인 영양권장량 보다 높은 수준이었으나, 평균 일일 비타민 B<sub>6</sub> 섭취량은 임신부의 경우 1.48mg, 비임신부의 경우 1.09mg으로 권장량의 74%와 73%였다. 비타민 B<sub>6</sub>의 주요 공급식품으로는 임신부의 경우 야채와 과일류였고, 비임신부는 곡류와 전분류로 나타났다.

임신말 모체혈장의 PLP와 PL 농도는 14.85nmol/l와 20.56nmol/l로, 비임신부의 혈장농도의 16.6%와 68.9% 수준으로 저조하였다. 또한 임신부와 비임신부의 혈장내 PLP와 PL 농도비는 각각 1.64와 0.33으로 임신시 비타민 B<sub>6</sub> 대사에 변화가 있음을 보여주었다. 분만직 후 제대혈의 PLP와 PL 농도는 63.55nmol/l와 32.25nmol/l로 모두 모체 혈장 농도 보다 유의적으로 높게 나타나, 태아조직은 비타민 B<sub>6</sub>를 활발하게 수용하며, 태반을 통한 비타민 B<sub>6</sub> 이

동은 능동적 기전에 의한 것으로 사료된다. 특히 모체와 제대혈의 PLP 농도 사이에는 유의적인 양의 상관성이 있어서 태아의 혈장 PLP 농도는 모체의 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태에 어느정도 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

임신결과와 관련하여 모체와 제대혈장의 PLP와 PL 농도를 비교했을 때 유의적인 것으로는 출생시 아기 체중과 모체혈장의 PL 농도, 출생 1분 후 Apgar 지수와 제대혈의 PL 농도사이에 양의 상관성이 나타났다.

본 연구대상자인 16명의 임신부는 비타민 B<sub>6</sub> 섭취량이 권장량 미만이고 혈장 PLP 농도가 30nmol/l 미만으로, 비임신부 보다 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태는 좋지 못했으나 임신결과는 비교적 양호하였다. 또한 태아 및 신생아의 비타민 B<sub>6</sub> 영양은 임신기 모체의 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태에 영향을 받고 있으므로 보다 많은 대상에 대하여 모체의 미량 영양소 영양상태와 임신결과를 비교하는 것이 요구된다.

한편 태반을 통한 비타민 B<sub>6</sub> 이동기전을 설명하기 위해서는 모체와 제대혈의 비타민 B<sub>6</sub> 농도 측정 이외에 태반 조직에서도 동시에 비타민 B<sub>6</sub> 농도가 분석되어야 할 것이며, 비타민 B<sub>6</sub> 농도에 영향을 미치는 alkaline phosphatase(ALP)와 같은 효소 활성이 함께 측정되어야 할 것이다.

Literature cited

- 1) Dolphin D, Poulsson R, Avramovic O. Pyridoxal phosphate: chemical, biochemical and medical aspects. New York, John Wiley & Sons, Vol 1A and 1B, 1986
- 2) Reynolds RD, Leklem JE. Vitamin B<sub>6</sub>: its role in health and disease. Current Topics in Nutrition and Disease. New York, Liss, Vol 13, 1985
- 3) Laura CR, Simin NM. Vitamin B<sub>6</sub> and Immune Competence. *Nutr Rev* 51(8):217-225, 1993
- 4) Choi YO, James EL. In Vivo Evidence for a Vitamin B-6 Requirement in Carnithin Synthesis. *J Nutr* 129:258-265, 1990
- 5) Kirksey A, Morre DM, Wasynczuk AZ. Neuronal development in vitamin B-6 deficiency. *Ann NY Acad Sci* 585:202, 1990
- 6) Eastmen CL, Guilarte TR. Vitamin B-6, kynurenines, and central nervous system function: developmental aspects. *J Nutr Biochem* 3:618, 1992
- 7) Borschel MW. Vitamin B-6 in infancy: Requirements and current feeding practices In: Vitamin B-6 Metabolism in Pregnancy, Lactation and Infancy. eds by p.109-125 CRC, 1995
- 8) Reynolds RD, Leklem JE. Clinical and physiological applications of vitamin B<sub>6</sub>. Current Topics in Nutrition and Disease. New York, Liss, Vol 13, 1987
- 9) Weinstein BB, Mitchell GJ, Sustental GF. Clinical experiences with pyridoxine hydrochloride in treatment of nausea and vomiting of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 46:283-285, 1943
- 10) Myron B. Abnormal tryptophan metabolism in pregnancy and with the oral contraceptive pill II. Relative levels of vitamin B6-vitamins in cord and maternal blood. *Am J Clin Nutr* 24:704-708, 1971
- 11) Lumeng L, Cleary RE, Wagner RY. Adequacy of vitamin B-6 supplementation during pregnancy: A prospective study. *Am J Clin Nutr*

- 29:1376-1383, 1976
- 12) Afried H, Richard MS, Wilhelm FK. Vitamin B<sub>6</sub> status in pregnancy. *Am J Clin Nutr* 26:1339-1348, 1973
- 13) Shane B, Cotractor SF. Assessment of vitamin B6 status. Studies on pregnant women and oral cotraceptives users. *Am J Clin Nutr* 28:739-747, 1975
- 14) Hedric CB, Jan J De Kock, William JH. A New Perspective in the Assessment of Vitamin B-6 Nutritional Status during Pregnancy in Humans. *J Nutr* 117:1303-1306, 1987
- 15) Gerold L, Jamnos Z. Intrauterine elimination of pyridoxal 5'-phosphate in full-term and preterm infant. *Am J Clin Nutr* 64:1849, 1996
- 16) Kang SA. Relationship of pyridoxine supplementation to the nutritional status of mothers and their breastfed infants. A thesis submitted the faculty of Purdue Univ, 1991
- 17) Micharel HB, Penttiks. Pyridoxal phosphate and hypertensive disorders of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 15:1075-1079, 1975
- 18) Jack AK, Evrard JP, Pierce R. Abnormal pyridoxine metabolism in toxemia of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1:316-321, 1966
- 19) Vicken S, Dwyght R, Susan S, Nancy R, Jennifer N. Vitamin B<sub>6</sub> Is Effective Therapy for Nausea and Vomiting of Pregnancy: A Randomized, Double-Blind Placebo-Controlled Study. *Obstet Gynecol* 78:33, 1991
- 20) Tomas RG, Herry NW. Increased Concentrations Vitamin B6 Deficient Neonatal Rat Brain. *J Neurochem* 49:1919-1926, 1987
- 21) Judith LB, Avanelle K. Vitamin B<sub>6</sub> nutriture during pregnancy and lactation I Vitamin B<sub>6</sub> intake, levels of the vitamin in biological fluids and condition of the infant at birth. *Am J Clin Nutr* 32:2249-2256, 1979
- 22) Karen S, Lynn BB, Charles SM. Vitamin B<sub>6</sub> status of low-income adolescent and adult pregnant women and the condition of their infants at birth. *Am J Clin Nutr* 34:1731-1735, 1981
- 23) McGanity WJ. Vanderbilt cooperative study of maternal and infant nutrition: Relationship of obstetric performance to nutrition. *Am J Obstet Gynecol* 67:501, 1954
- 24) Thomson AM. Diet in pregnancy. *Brit J Nutr* 13:509, 1959
- 25) Smith CA. Effects of maternal undernutrition upon the newborn infant in Holland(1944-1945). *J Pediat* 30:229, 1947
- 26) Cleary RE, Lawrence L, Li TK. Maternal and fetal plasma levels of pyridoxal phosphate at term: Adequacy of vitamin B<sub>6</sub> supplementation during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 121:25-28, 1975
- 27) Steven S, Raynond FJ, Dennis M, Georage IH, Stephen PC. Human placental vitamin B (pyridoxal) transport: Normal characteristics and effects of ethanol. *Am Physiol Soc* R966-R974, 1992
- 28) Kant AK, Block G. Dietary vitamin B-6 intake and food source in the U.S. population: NHANES II. 1976-1980. *Am J Clin Nutr* 52:707, 1990
- 29) Recommended dietary allowance for Koreans. the Korean Nutrition Society, Seoul, 1995
- 30) Kim CN, Chung HK, Song ES. Maternal Vitamin B-6 Intake and Pyridoxine Status of Korean Newborns at Parturition. *Korean J Nutrition* 27(9) : 930-939, 1994
- 31) Sempso CT. Some limitation of semiquantitative food frequency questionnaire. *Am J Epid* 135:1127-1132, 1992
- 32) Lee HJ, Lee HS, Ha MJ, Kye SH, Kim CI, Lee CW, Yoon JS. The development and evaluation oh a simple semi-quantitative food frequency questionnaire to assess the dietary of intake of adults in large cities. *Korean J Community Nutr* 2:349-365, 1997
- 33) Hansen H, Sandstrom B, Jensen B. Erythrocytelevels compared with reported dietary intake of marine n-3 fatty acids in pregnant women. *Br J Nutr* 73:387-395, 1995
- 34) Kesmodel U, Olsen SF, Salvig JD. Marine n-3 fatty acid and calcium intake in relation to pregnancy induced hypertension, intrauterine

- growth retardation and delivery. *Acta Obstet Gynec Scand* 76:38-44, 1996
- 35) Hossein K, James EI, Lorraine TM. Comparative Vitamin B-6 Bioavailability from Tuna, whole wheat Bread and Peanut Butter in Human. *J Nutr* 113:2412-2420, 1983
- 36) Leklem JE, Miller LT, Perera AD, Fetters DE. Bioavailability of Vitamin B-6 from Wheat Bread in Human. *J Nutr* 110:1819-1828, 1980
- 37) Bruce H, Avanelle K, Athula E, Marlene B. Analysis of B-6 vitamins in human milk by reverse-phase liquid chromatography. *Am J Clin Nutr* 42:650-655, 1985
- 38) Ahn HS, Park SH. Maternal Serum Zinc Concentration and Pregnancy Outcomes. *Korean J Nutrition* 32(2):182-188, 1999
- 39) Hunter DJ, Sampson L, Stampfer MJ. Variability in portion sizes of commonly consumed foods among a population of free-living women. *Am J Epidemiol* 127:1240-1249, 1988
- 40) Leklem JE. Vitamin B-6. In Machlin LJ. Handbook of vitamins, 2nd ed. New York, p.341-392, 1991
- 41) Kabir H, Leklem JE, Miller LT. Relationship of glycosylated vitamin B-6 content of foods of vitamin B-6 bioavailability in humans. *J Nutr* 113:2412-2420, 1993
- 42) Leklem JE. Vitamin B-6: A Status Report. *J Nutr* 120:1503-1507, 1990
- 43) Hansen CM, Leklem JE. Vitamin B-6 status and requirements of women of childbearing age. In: Vitamin B-6 Metabolism in Pregnancy, Lactation and Infancy. eds by p.141-158, CRC, 1995
- 44) Karen S, Lynn BB, Charles SM. Effect of Maternal Pyridoxine-HCl Supplementation on the Vitamin B-6 Status of Mother and Infant and on Pregnancy Outcome. *J Nutr* 114:977-988, 1984
- 45) Bamji MS. Enzymic evaluation of thiamine, riboflavin and pyridoxine status of parturient women and their newborn infant. *Br J Nutr* 35:259, 1976
- 46) Glendening MB, Cohen AM, Page EW. Influence of pyridoxine on transaminase activity of human placenta, maternal and fetal blood. *Proc Soc Exp Biol Med* 90:25, 1955
- 47) Chow BF, Okuda K. Transfer of vitamins from mother to fetus. *J Am Med Assoc* 172:422, 1960
- 48) Shane B. Vitamin B-6 and blood in Human Vitamin B-6 Requirements. National Academy of Science, Washington, D.C., 1978
- 49) Baker H, Frank O, Deangelis B, Feingold S, Kaminetzky HA. Role of placenta in maternal-fetal vitamin transfer in humans. *Am J Obstet Gynecol* 141:792, 1981
- 50) Shultz TD, Leklem JE. Urinary 4-pyridoxic acid, urinary vitamin B-6 and placenta pyridoxal phosphate as measures of vitamin B-6 status and dietary intake in adults, in Method in Vitamin B-6 Nutrition. Plenum Press, New York, 1981