

임신말 태아의 아미노산영양에 대한 연구

안 홍 석

성신여자대학교 식품영양학과

A Study on the Fetal Amino Acids Nutrition at Term of Human Pregnancy

Hong Seok Ahn

Dept. of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

= ABSTRACT =

This study was performed to investigate the placental transfer and the human fetal utilization of amino acids at term of pregnancy.

The plasma levels of 23 free amino acids in both the umbilical circulation (umbilical vein and artery) and the uterine circulation (uterine vein and iliac artery) of 34 pregnant women were measured at delivery by the cesarean section.

In the umbilical circulation, 9 amino acids (alanine, lysine, valine, leucine, arginine, isoleucine, ornithine, cystine, α -aminobutyrate) were significantly higher and 2 amino acids (glutamate, aspartate) were significantly lower in the umbilical vein than in the umbilical artery.

In the uterine circulation, alanine, tyrosine and methionine were significantly lower in the uterine vein than in the iliac artery. Glutamate was significantly lower in the uterine vein than in the iliac artery.

According to these results, the origin of fetal plasma amino acids was discussed in terms of the metabolic conversions which would occur in the placenta and the fetal utilization of amino acids was estimated.

서 론

포유동물의 태아는 태반(placenta)을 통해서 모체 조직과 연결되어 있으며, 태반을 중심으로 한 태아의 제대순환(umbilical circulation)은 태아가 요구하는 에너지원과 새로운 조직을 형성하는데 필요한 대부분의 물질들을 공급해주는 주요한 길이 되고 있다.

접수일자 : 1983. 12. 31.

태아체내에서 단백질 합성에 이용되는 모든 아미노산들은, 농도차에 역행해서 태반을 통해 이동된 모체 순환의 혈장 유리아미노산들이라고 알려져왔다¹⁾²⁾³⁾. 그러나, 최근 Curet는⁴⁾ 태반을 통해 태아에게 공급될 amino nitrogen의 양과 모체혈액의 amino-nitrogen 농도 사이에는 아무런 상관관계가 없음을 보여 주어, 모체순환의 유리아미노산 이외의 또다른 태아의 질소원의 존재를 시사해주고 있다.

여러가지 실험동물과⁵⁾⁶⁾ 다양한 실험방법⁷⁾⁸⁾을 이용하여 태반을 통한 아미노산의 이동기전과 태아의 질소영양이 연구되어져 왔으나, human pregnancy에 대한 이 분야의 연구는 단편적이며 제한된 대상에서 행해져왔다.

본 연구는 임신말 모체와 태아사이의 아미노산 이동과 태반에서 태아에게로 공급되는 아미노산들의 영양학적 의미를 살펴보고저, 34명의 제왕절개에 의해 분만한 임신부에 대해서 이루어졌다.

실험대상 및 방법

1) 실험대상

20~35세의 건강하고 정상적으로 임신유지한 임신 제 38주~42주에 있는 여성중에서 제왕절개 (cesarean section)에 의해 분만을 한 34명의 임신부와 정상적인 그들의 태아 (출생시 평균체중: 3400 gm)들을 연구대상으로 선정하였다. * 제왕절개 수술은 12시간 이상 굶은상태에서, 진통이 시작되기전 전신마취 (general anesthesia) 후 진행되었다.

2) 혈액의 채취

혈액은 임상의의 도움으로 잘 소독된 heparinized된 주사기를 사용하여 모체와 태아순환의 4부위에서 각 2 ml씩 채취한후, 곧 원심분리를 거쳐 plasma를 얻었다.

모체쪽의 uterine circulation을 이루는 iliac artery와 uterine vein의 혈액은 제왕절개 수술이 시작되면서 복부절개 직후 자궁을 절제하기전에 채취되었으며, 태아쪽의 제대혈관 (umbilical artery와 vein)의 혈액은 분만직후 아기의 첫음소리가 나기전에 cord를 clamped하여 채취하였다.

3) 혈장아미노산 농도 분석

(1) 혈장시료 (preparation of plasma sample)

분리된 plasma 1 ml에 단백질을 침전시키기 위해서 40 mg의 sulfosalicylic acid를 첨가하여 잘섞고 8000 r.p.m.에서 20분간 원심분리한 후 Pasteur-pipet을 사용하여 단백질이 제거된 상층액 100 μ를 채취하였다. 그리고 α-aminoadipic acid 5 nanomoles/100 μ (internal standard)이 함유된 PH 2.2인 bu-

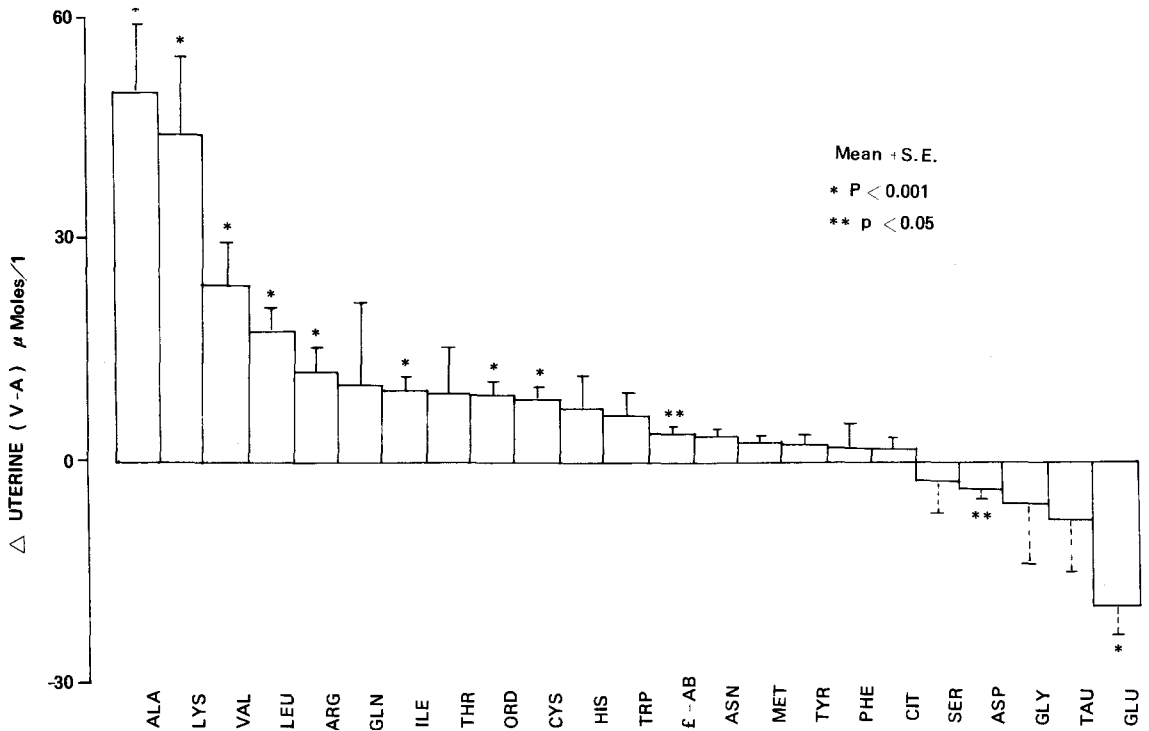


Fig. 1. Umbilical vein - artery differences of plasma amino acids.

ffer 용액 300 μ l를 넣어 회석하였다. 총 400 μ l의 혈장 시료 용액중에서 100 μ l가 아미노산 분석에 이용되었고 분석에 들어가기전 -18 $^{\circ}$ C에서 Internal standard로 사용된 α -amino adipic acid는 정상적인 혈액에는 없으며, aminogram에서는 그 peak가 중앙에 나타나며 다른 아미노산에는 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다.

2) 아미노산의 분석

아미노산의 분석은 automatic LIQUIMAT II amino acid analyzer (KONTRON, Velizy)에 의해 이루어졌다. 각 아미노산의 분리에 사용된 liquid chr-

omatography는 DC6A Durrum의 resine이 부착된 single column이었으며 전개된 buffer system은 Benson과 Hare가⁹⁾ 개발한 5개의 lithium citrate buffers로 구성된 Pico-Buffer system이었다. 이 system의 특징은 비교적 aminogram의 base line이 안정하고 다른 방법에 비해 glutamate, aspartate의 분리가 잘된다고 알려져 있다.

각각의 아미노산의 확인에는 Roth에¹⁰⁾ 의해 제안된 fluorescent reagent인 orthoptalaldehyde와 2-mercaptoethanol의 mixture가 사용되었다. 위 reagent는 물에 잘 녹으며 쉽게 아미노산과 반응하는 잇 점이 있다.

Table 1. Umbilical venous and arterial concentrations of plasma amino acids and umbilical venous-arterial differences of plasma amino acids (μ mole/l)

	Umbilical vein		Umbilical artery		Umbilical venous-arterial differences		N	P
	Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.		
TAU	114.95	5.97	124.06	9.13	-7.72	7.57	31	N.S.
ASP	10.81	0.88	13.86	1.65	-3.06	1.29	31	P < 0.05
THR	307.59	15.86	294.76	16.67	9.67	6.70	31	N.S.
SER	183.17	6.89	186.75	7.60	-2.92	4.92	31	N.S.
ASN	47.74	2.13	45.00	2.11	3.18	1.67	31	N.S.
GLU	25.80	2.96	42.99	3.60	-19.07	3.44	31	P < 0.001
GLN	657.14	21.61	653.42	24.29	10.35	15.31	31	N.S.
GLY	283.05	10.81	290.34	12.06	-5.81	7.91	31	N.S.
ALA	389.55	17.65	345.17	19.61	49.10	10.05	31	P < 0.001
CIT	22.66	1.57	21.65	1.33	1.73	1.90	31	N.S.
α AB	33.13	2.29	29.28	2.7	3.58	1.28	30	P < 0.05
VAL	266.85	12.69	243.82	12.69	23.57	6.18	31	P < 0.001
CYS	52.66	3.27	43.89	2.65	8.70	2.43	28	P < 0.001
MET	30.32	1.39	27.96	1.67	2.50	1.36	28	N.S.
ILE	77.84	3.61	67.50	3.67	9.93	2.02	31	P < 0.001
LEU	151.04	8.45	135.40	7.64	17.60	3.77	31	P < 0.001
TYR	64.66	2.34	62.75	2.61	2.26	1.53	31	N.S.
PHE	72.01	2.75	71.58	3.36	2.22	3.33	31	N.S.
ORN	90.21	4.88	83.56	5.35	9.38	2.61	31	P < 0.001
LYS	409.66	21.64	374.51	17.98	43.97	11.67	30	P < 0.001
HIP	154.52	6.45	148.29	6.60	7.74	4.55	31	N.S.
TRP	74.39	3.80	68.52	4.82	6.60	3.91	31	N.S.
ARG	110.40	4.08	98.28	4.27	12.01	3.52	31	P < 0.01
TOTAL	3635.70	116.78	3500.98	118.36	155.65	67.47	31	P < 0.05

실험결과

1) Umbilical vein-artery differences (UV-UA) of plasma amino acids

각 아미노산의 UV-UA difference는 태반과 umbilical circulation 사이에 아미노산의 이동정도를 나타내며 동시에 태아에 의해서 어느정도 uptake되어지는가를 보여준다. 즉, 어떤 아미노산의 UV-UA difference가 positive하다는 것은 태반이 그아미노산을 태아에게 공급한다는 것을 의미하며 태아에게 요구되는 질소원으로 이용되어짐을 뜻한다고 하겠다.

Umbilical vein (UV) 및 artery (UA)에서의 아미노산 농도와 UV-UA difference를 table 1에 나타내었다.

태아혈장의 아미노산 농도는 개인차가크게 나타났음을 알 수 있으며, glutamine, alanine, lysine, glycine의 농도는 aspartate, glutamate, methionine의 농도보다 훨씬 높았다.

한편 figure .1에는 각 아미노산의 평균UV-UA difference를 그 크기에 따라 순서있게 표시하였다.

23개의 아미노산 중에서 18개가 positive UV-UA difference를 보였으며 이들 중에서 alanine, ly-

sine, valine, leucine, arginine, isoleucine, ornithine, cystine 및 α -aminobutyrate는 통계적으로 유의성이 있었다. 특히, 비필수아미노산에 속하는 alanine이 가장 큰 UV-UA difference를 보여주고 있어 주목할 만하다.

이와는 달리, taurine, glutamate, aspartate, serine 그리고 glycine은 negative한 차이를 보였으며 유의성있는 차이를 보인것은 glutamate와 aspartate였다. 이 두가지 아미노산은 태반에서 태아체내로 들어오는 UV에서의농도보다 태아체내에서 태반으로 연결되는 UA에서 더 높음을 보여주고 있어서 그이동은 태아에서 태반으로의 flux를 이루고 있음을 시사한다.

UV-UA difference가 유의성있게 나타나 아미노산들에 대해서 태아가 얻고있는 amino-nitrogen의 농도를 계산했을때, 3.85 mg/l였고, 동시에 glutamate와 aspartate의 형태로 태아에게서 배설되어지는 amino-nitrogen의 농도는 0.31 mg/l였다.

2) Uterine vein-iliac artery differences of plasma amino acids { Δ uterine (V-A)} :

Table 2에 uterine (V-A) difference를 나타내었고, figure. 2에는 figure. 1에서의와 같은 순서로 Δ uterine (V-A)를 배열하였다.

우선 Table 1과 2에서 보는바와 같이, glutamate

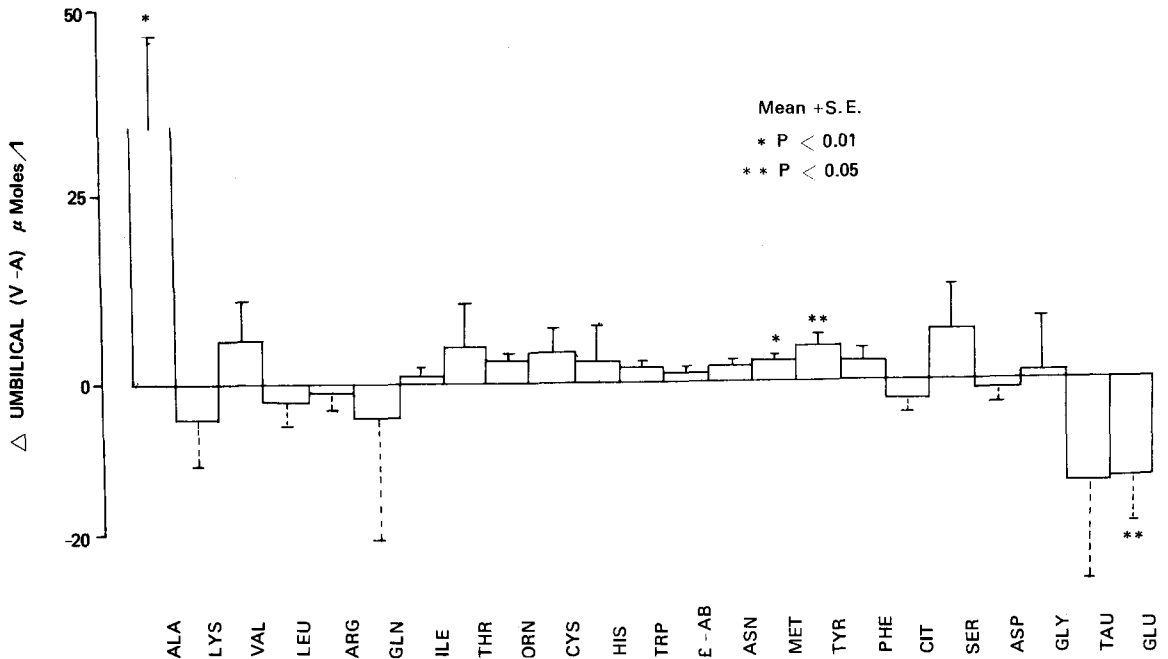


Fig. 2. Uterine vein-iliac artery differences of plasma amino acids.

를 제외한 다른 모든 혈장아미노산의 농도는 모체쪽에 서 보다 태아에서 훨씬 증가되어 있음을 볼 수 있다.

Figure. 2에서와 같이, uterus-placenta system 을 지나는 동안 uterine vein의 대부분의 아미노산 농도가 iliac artery에서 보다 증가되어 있음을 보였다. 그러나, Δ uterine (V-A)의 크기는 UV-UA difference 보다 작게 나타나고있다. 유의성있게 positive 한 Δ uterine (V-A)를 보인것은 alanine, tyrosine, methionine 이었으며, taurine, glutamate, citrulline, leucine, lysine, arginine glutamine 과

aspartate 는 negative 한 차이를 보였다. 이 중에서 glutamate 는 유의성있는 차이를 나타내었다.

또한, UV-UA difference 와 Δ uterine (V-A) 를 비교하면, positive 한 UV-UA difference 를 보이는 아미노산들이라도 뚜렷하게 Δ uterine (V-A) 가 negative 로 나타나지 않고 있다. 특히, alanine 은 umbilical circulation에서와 같이, uterus-placenta system 을 지나면서 증가되었고, 이와는 반대로 glutamate 의 농도는 감소되었다.

Table 2. Uterine venous and iliac arterial concentrations of plasma amino acids and uterine venous-arterial differences of plasma amino acids (μ mole/l)

	Uterine vein		Iliac artery		Uterine Venous-arterial differences		N	P
	Mean	S.E.	Mean	S.E.	Mean	S.E.		
TAU	47.10	2.89	61.49	12.84	-13.98	13.60	28	N.S.
ASP	10.31	0.95	10.87	1.87	- 0.97	1.97	30	N.S.
THR	185.16	12.46	179.84	11.96	4.66	6.93	30	N.S.
SER	108.26	7.59	102.64	7.30	6.72	6.27	30	N.S.
ASN	38.91	2.21	37.29	2.17	1.53	1.35	30	N.S.
GLU	55.96	5.02	66.44	7.93	-13.98	6.65	30	P < 0.05
GLN	442.49	23.37	455.05	22.90	- 3.98	16.37	30	N.S.
GLY	142.17	9.09	140.51	10.89	0.77	8.67	30	N.S.
ALA	290.82	23.63	255.03	22.63	34.08	12.47	30	P < 0.01
CIT	17.13	1.55	19.25	1.46	- 2.69	1.47	30	N.S.
α AB	20.78	1.70	18.97	1.69	1.07	1.17	30	N.S.
VAL	167.38	10.97	155.17	11.63	5.38	5.48	30	N.S.
CYS	47.95	4.23	44.62	4.05	3.54	3.26	30	N.S.
MET	18.67	1.31	17.16	1.19	2.26	0.90	30	P < 0.02
ILE	50.33	3.91	49.75	3.47	0.17	2.24	30	N.S.
LEU	98.76	7.06	98.51	7.11	- 1.69	3.58	30	N.S.
TYR	39.80	2.25	36.43	2.09	3.95	1.88	30	P < 0.05
PHE	42.64	2.75	40.74	2.16	2.36	2.47	28	N.S.
ORN	27.57	2.25	24.53	2.01	2.57	1.48	30	N.S.
LYS	153.42	9.51	155.38	11.08	- 4.17	6.06	30	N.S.
HIS	109.00	6.33	107.29	6.79	2.26	5.48	30	N.S.
TRP	28.61	2.95	27.52	2.55	1.15	1.63	28	N.S.
ARG	41.26	4.12	45.05	3.13	- 0.26	2.30	28	N.S.
TOTEL	2278.47	88.23	2160.94	121.98	12.20	68.01	30	N.S.

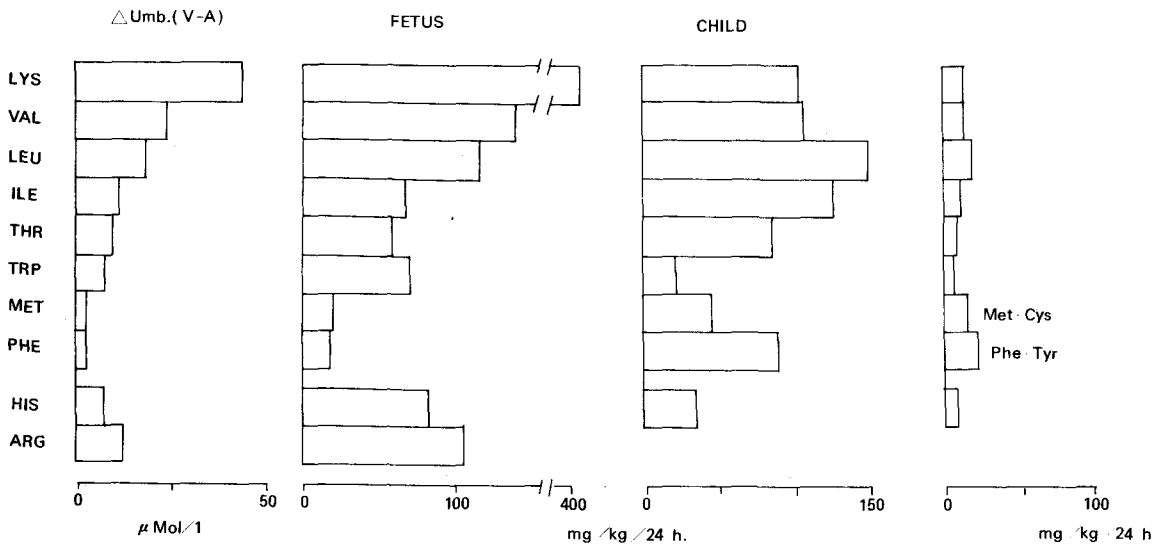


Fig. 3. Placental supply of essential amino acids to the fetus compared with the needs of child and adult

고 찰

1) 혈장의 유리아미노산 농도 및 정·동맥사이의 아미노산 농도차 :

일반적으로 table 1에 제시된 태아혈장의 아미노산 농도는 taurine 및 glutamate 를 제외하고는, Hayashi 등¹¹⁾ 및 Young과 Prenton¹²⁾이 보고한 태아혈장의 아미노산농도와 비교적 잘 일치하고 있으나, Velazquez 등의¹³⁾ 결과와는 다르게 나타났다. 즉, umbilical vein의 taurine의 평균농도는 Hayashi 등¹¹⁾이 16명의 human fetus에서 측정된 것보다 35%가량이 높게 나타났으며, umbilical vein과 artery에서의 glutamate 농도는 Young과 Prenton¹²⁾이 5명의 human fetus에서 얻은 농도치의 약 20% 정도에 해당되었다.

또한 table 2에 나타낸 임신말 모체의 uterine vein과 iliac artery에서의 평균 각 아미노산 농도는 Prenton과 Young¹⁴⁾이 보고한 결과와 잘 일치하였으나, threonine과 glutamate의 농도는 이들이 5명의 산모 혈장에서 관찰한 값보다 훨씬 낮게 나타났다.

Table 1과 2에서, 태아와 모체혈장의 아미노산 농도를 비교하면, glutamate를 제외한 22개의 아미노산들은 태아혈장에서 더 높은 농도를 보여주었다. 이러한 결과는 여러종류의 동물에서도⁵⁾⁶⁾¹⁵⁾ 관찰되어

져, 태반을 통한 아미노산의 이동은 다른 생체막에서와 같이, 농도차에 역행해서 일어나는 능동적기전으로 설명되고 있다.

최근에 Stegink 등은¹⁶⁾ 임신한 rhesus monkey의 순환으로 L-[3,4-¹⁴C] glutamate를 주사했을 때, labeled glutamate는 태반을 쉽게 통과하지 못했음을 관찰했고, Schenider 등의¹⁷⁾ perfused human placenta를 이용한 in vitro 연구에서도 glutamate는 상당한 양이 태반에 의해 uptake됨을 보고한 바 있다.

한편, figure 1에서와 같이, 태반으로 부터 대부분의 아미노산들이 태아혈장으로 공급되어짐을 볼 수 있고, 그중에서, alanine이 가장 높은 UV-UA difference를 보였다. 그러나, glutamate, aspartate는 태아혈장에서 태반으로 이동됨을 보이고 있다. 이와같은 결과는, human fetal plasma와 태반사이에서, alanine 및 glutamate 등이 주요한 nitrogen carrier로써 역할을 맡고 있다고 사료된다.

Prenton과 Young은¹⁴⁾ 임신 16~45주에 태어난 신생아에 대해서 혈장아미노산의 UV-UA difference를 비교하였다. 그들은, 대부분의 아미노산들이 human fetus에 의해서 uptake 되었으며, glutamate, cine, serine의 경우, UA에서의 농도가 UV에서 보다 높게 나타났음을 보여주어, 본 실험결과와 잘 일치하고 있었다. 그러나, Velazquez 등이¹³⁾ 임신말의 정상분만에 대해서 UV-UA difference를 조사한 결과

와는 많은 상이점이 있었다. 이러한 차이는 아마도 umbilical cord blood의 채취방법이 서로 다른데 있다고 사료된다. Velazquez 등은¹³⁾ 태반이 완전히 모체밖으로 분리된 후에 cord blood를 채취한데 비해, 본 실험에서는 태반이 cord blood와 연결된 상태에서 이루어졌다. Hayshi 등¹¹⁾은 human pregnancy의 후반기에 20개의 혈장아미노산에 대해 분만시 UV-UA difference를 관찰하였다. 임신 제 38~42주에 태어난 정상아에서는 alanine, lysine, leucine, valine, isoleucine, phenylalanine, histidine은 유의성있게 positive한 차이를 보였고, 본 실험결과에서와 같이, alanine이 태반에서 태아혈액으로 가장 많이 공급되어졌음을 보였다. 또한, Yamamoto 등은¹⁸⁾ fetal rats에서 16개의 혈장아미노산에 대해, 상대적인 uptake를 비교하였는데, 대부분의 아미노산들이 fetal tissue에서 이용되어지며, 특히, alanine, glutamine의 이용이 현저했다고 보고하였다.

2) 태아의 질소 영양

Figure 1과 2에서 나타난 바와같이, 태반은 일부 아미노산들을 태아 및 모체혈액으로 보내기도 하며, 동시에 양쪽의 순환에서 몇몇 아미노산들을 받아들이기도 한다. 이러한 현상에서 첫째, uterus-placenta system에서 태아에게 공급되는 아미노산들의 기원이 무엇이며, 둘째, 태아의 질소영양에 각각의 아미노산들이 어떤 역할을 맡고 있는가에 대해서 의문을 던져볼 수 있다.

태반에서 태아혈액으로 공급되는 아미노산들을 모체 순환의 유리아미노산들에서 얻는다고 한다면, umbilical circulation 및 uterine circulation에서 정·동맥 간의 아미노산 농도차에는 어떤 상호관계가 존재할 것으로 사료되었으나, 본 실험결과는 그들 사이에 아무런 상호관계가 없음을 보였다. 즉, uterus-placenta system을 지나면서, 증가하는 태아혈장의 아미노산 농도는 이system을 통과하는 모체순환의 유리아미노산 농도에 의존하지 않고 있음을 의미한다.

따라서, 태아혈장의 아미노산의 기원에 대해서는 Dancis와 Shafran¹⁹⁾이 이미 제시한 여러가지 가능성을 살펴볼 필요가 있다. 첫째, 모체순환의 유리아미노산들이 태반을 통해 직접 태아혈액으로 이동되는 것과 둘째, 태반내에 도달된 모체의 유리아미노산들이 태아에게 공급되는 혈장단백질의 합성에 이용될 수 있으며, 셋째, 모체혈액의 단백질이 태반내에서 분해된 후, 유리아미노산 형태로 태아순환으로 공급되는 경로

등을 고려할 수 있다고 하겠다.

본 실험에서 측정된 필수아미노산의 UV-UA difference와 Stembera 등²⁰⁾과 Daws²¹⁾가 보고한 umbilical blood flow rate 75 ml/kg/min 를 이용하여 태반에서 태아에게로 공급되는 아미노산의 양을 1일 단위체중당으로 환산하여 이미 알려진 성장기 어린이²²⁾와 성인²³⁾의 필수아미노산 요구량과 비교하여 보았다 (Fig. 3). 성장기 어린이에게 요구량이 비교적 많은 필수아미노산의 경우에는 UV-UA difference도 크며, 동시에 태반에서 태아에게로 공급이 많이 되고 있음을 관찰할 수 있다.

한편, 이미 보고된 umbilical blood flow ($75 \sim 150 \text{ ml/kg/min}$)와 umbilical cord blood의 plasma fraction ($100\% - \text{Hct.}\% = 47\%$)을 이용하여²⁴⁾ 유의성있는 UV-UA difference를 보이는 아미노산들로부터, 태아가 얻는 amino-nitrogen과 glutamate와 aspartate로 배설하는 amino-nitrogen을 계산하면 각각 $196 \sim 391 \text{ mg/kg/day}$ 및 $16 \sim 32 \text{ mg/kg/day}$ 로 추산되었다. 임신말의 태아는 1일평균 15.7 gm 의 체중증가를 보인다는 연구결과와 함께²⁵⁾²⁶⁾, 체중의 약 18%가 단백질로 구성되어 있음을 고려하여 체내 보유되는 질소의 양을 계산하면 $15.7 \times \frac{18}{100} \times \frac{16}{100} = 450 \text{ mg/day}$ 로 나타나게 된다. 따라서 평균체중 3.4 kg 인 임신말의 태아가 하루 배설하는 질소는 $(665 \sim 1330 \text{ mg}) - 450 \text{ mg} = 215 \sim 880 \text{ mg}$ 이 된다. 이중 glutamate와 aspartate로 배설되는 질소의 비율은 $12 \sim 25\%$ 가 되며, 그 나머지는 urea 형태로 배설된다고 하겠다. Lemons 등은²⁷⁾ animal fetus의 주요한 nitrogen excretion 형태로 urea 이외에 glutamate를 들고 있으며, fetal lamb에서 총 질소배설중 glutamate는 약 20%를 차지했다고 보고하였다.

3) Uterus-placenta system에서의 alanine과 glutamate의 상호관계:

Figure 1과 2에서와 같이, alanine은 uterus-placenta system에서 태아와 모체쪽으로 동시에 상당량 공급되고 이와는 반대로, glutamate는 모체 및 태아혈액으로부터 uterus-placental uptake가 되고 있다. 이러한 결과의 해석을 시도하고자, 이 두가지 아미노산의 상호관계를 중심으로 uterus-placenta system에서 일어날 수 있는 아미노산들의 대사경로를 살펴본 바 있다²⁸⁾.

즉, 이system으로 들어오는 glutamate는 trans-amination을 거쳐 α -Ketoglutarate와 같은 에너

지원을 형성하고 동시에 비필수아미노산인 alanine의 합성에 이용된다고 가정할 수 있다. 더우기 human placenta 조직에서 glutamate transaminase²⁹⁾와 alanine aminotransferase의³⁰⁾ activity가 관찰되었고, 근육에서의 alanine 합성에 glutamate와 aspartate는 주된 amino-nitrogen sources로 이용된다는 보고³¹⁾³²⁾가 있어, 이와같은 해석의 가능성을 높여주고 있다.

이 system내에서의 alanine 합성에 요구되는 pyruvate는 모체순환의 pyruvate 자체와 glucose의 대사과정으로 부터 얻어질 수도 있고, 태아체내에서 생성된다고 알려진 lactate가³³⁾³⁴⁾ pyruvate의 source가 될 수 있는 가능성을 생각할 수 있다.

모체로 공급되는 alanine은 간에서 gluconeogenesis에 참여하여 주요한 에너지원으로 쓰이게 되고, 태아에게 공급되는 alanine은 조직생성 및 태아의 에너지원으로 이용될 수 있다고 하겠다. 최근 Prior등³⁵⁾은 동물의 fetal liver에서 alanine-¹⁴C로 부터 gluconeogenesis가 활발히 일어나고 있음을 관찰하여, 이 아미노산이 animal fetus의 중요한 에너지원이 되고 있음을 강조하고 있다.

요약 및 결론

임신말 여성의 태반을 중심으로 모체와 태아사이의 아미노산 이동 및 태아의 질소영양을 이해하고자, umbilical circulation에서 정·동맥혈액의 23개 혈장 유리아미노산 농도를 측정 비교하였다.

본 실험에서 얻어진 결과들을 요약하면 다음과 같다. 첫째, glutamate를 제외하고는 태아의 혈장 유리아미노산 농도가 모체에서 보다 훨씬 높게 나타났다.

둘째, alanine, lysine, valine, leucine, arginine, isoleucine, ornithine, cystine 및 α -aminobutyrate 등 9개는 umbilical vein과 artery의 농도차가 유의성있게 positive 하였다. 그러나, glutamate와 aspartate의 umbilical vein-artery의 농도차는 negative여서, 태아체내에서 태반으로 이동되어지고 있음을 보였다.

셋째, uterine circulation에서는 alanine, tyrosine과 methionine이 유의성있게 positive한 Δ uterine (V-A)를 보였고, 반면 glutamate는 그 차이가 negative하게 나타났다. 따라서 umbilical circulation의 정·동맥간의 아미노산 농도차이와 uterine circulation에서의 정·동맥의 아미노산 농도차이에

아무런 상관관계가 없었다.

이상의 결과는 태반에서 태아에게 전달된 태아 혈장의 유리아미노산들이 반드시 모체로 부터 단순히 공급되어진 것 만이 아니라, 단백질 형태로서나, 또는 태반내에서 아미노산 대사 및 변환과정 등에서 비롯될 수 있음을 제시하고 있다.

특히, 태반을 중심으로 alanine과 glutamate의 상호연관성의 이해는 태반의 기능과 관련하여 아미노산의 이동현상을 규명하고 태아의 질소영양을 이해하는데, 중요한 요소가 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Ghadimi, H., and Pecora, P.: *Free amino acids of cord plasma as compared with maternal plasma during pregnancy. Pediatrics*, 33 : 500-506, 1964.
- 2) Glendening, M.B., Margolis, A.J., and Page, E. W.: *Amino acid concentrations in fetal and maternal plasma. Am. J. Obstet. Gynec.*, 81 : 591-594, 1967.
- 3) Lindblad, B. S., and Baldesten, A.: *The normal venous plasma free amino acid levels of non pregnant women and mother and child during delivery. Acta Paediat. Scand.*, 56 : 37-48, 1967.
- 4) Curet, L.B.: *Physiological aspects of amino acid transport across the placenta. Clin. Obstet. Gynecol.*, 13: 586-594, 1970.
- 5) Reynolds, M. L., and Young, M.: *The transfer of free α -amino nitrogen across the placental membrane in the guinea pig. J. Physiol., London*, 214 : 583-597, 1971.
- 6) Young, M., and Mc Fadyen, I. R.: *Placental transfer and fetal uptake of amino acids in the pregnant ewe. J. Perinat. Med.*, 1 : 174-182, 1973.
- 7) Christensen, H. N., Handlogten, M. E., Lam, L., Tager, H. S., and Zand, R.: *A bicycle amino acid to improve discriminations among transport systems. J. Biol. Chem.*, 244 : 1510-1520, 1969.
- 8) Comline, R. S., and Silver, M.: *Some aspects of foetal and uteroplacental metabolism in cows with indwelling umbilical and uterine vascular catheters. J. Physiol., London*, 260 : 571-586, 1976.

- 9) Benson, J. R., and Hare, P. E. : *O*-*p*htalaldehyde : Fluorogenic detection of primary amines in the picomole range. Comparison with fluor-escamine and ninhydrin. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 72 : 619-622, 1975.
- 10) Roth, M. : Fluorescence reaction for amino acids. *Anal. Chem.*, 43 : 880-882, 1971.
- 11) Hayashi, S., Sanada, K., Sagawa, N., Yamana, N., and Kido, K. : Umbilical vein-artery differences of plasma amino acids in the last trimester of human pregnancy. *Biol. Neonate*, 34 : 11-18, 1978.
- 12) Young, M., and Prention. M. A. : Maternal and fetal plasma amino acid concentrations during gestation and in retarded fetal growth. *J. Obstet. Gynaec. Brit. Cwlth.*, 76 : 333-344, 1969.
- 13) Velazquez, A., Rosado, A., Bernal, A., Noriega, L., and Arevald, N. ; Amino acid pools in the feto-maternal system. *Biol. Neonate*, 29 : 28-40, 1976.
- 14) Prenton, M. A., and Young, M. : Umbilical vein-artery and uterine arterio-venous plasma amino acid differences (in human subject). *J. Obstet. Gynaec. Brit. Cwlth.*, 76 : 404-411, 1969.
- 15) Kerr, G. and Kennan, A. L. : Free amino acids of amniotic fluid during pregnancy of the rhesus monkey. *Am. J. Obstet. Gynec.* 105 : 363. 1969.
- 16) Stegink, L., Pitkin, R. M., Reynolds, W.A., Eiler, L. J., Boaz, D. P., and Brummel, M. C. : Placental transfer of glutamate and its metabolites in the primate. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 122 : 70-78, 1975.
- 17) Schneider, H., Mohlen, K. H., Challfer, J. C. Dancis, J. : Transfer of glutamic acid across the human placenta perfused in vitro. *Br. J. Obstet. Gynaec.*, 86 : 299-306, 1979.
- 18) Yamamoto, H., Aikawa, T., Matsutaka, H., and Ishikawa, E. : Relative uptake of plasma amino acids by fetal and tumor tissues. *Metabolism* 23 : 1017-1022. 1974.
- 19) Dancis, J., and Shafran, M. : The origin of plasma proteins in the guinea pig fetus. *J. Clin. Invest.*, 37 : 1093-1099, 1958
- 20) Stembera, Z. K., Hodr, J., and Janda, J. : Umbilical blood flow in healthy newborn infants during the first minutes after birth. *Am. J. Obstet. Gynec.*, 91 : 568-574. 1965.
- 21) Dawes, G. S. : A comparative study of the changes at birth. *Foetal and Neonatal Physiology, Chicago, Year-Book*, pp. 77, 1968.
- 22) Holt, L. E., Gyorgy, P., Pratt, E. L., Synderman, S. E., and Wallace, W. M. : Protein and amino acid requirements in early life. *New York, N. Y. U. Press*, 1960.
- 23) National Research Council : Evaluation of protein nutrition. *Pub. N^o 711*, 1959.
- 24) Altman, P. L., and Dittmer ; D. S. : Respiration and circulation (pp. 147). *In : Biological Handbook, ed. by Altman, P. L., and Dittmer. D. S., Fed. Am. Soc. Exp. Biol.*, 1971.
- 25) Leroy, B. and Lefort, F. : A propos du poide et de la taille des nouveau-nes a la naissance. *Rev. Frans. Gyans.*, 66 : 391-395, 1971.
- 26) Brenner, W. E., Edelman, D. A., and Hendricks, C. H. : A standard of fetal growth for the United States of America. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 126 : 555-564, 1976.
- 27) Lemons, J. A., Adcock, E. W., Jones, M. D., Naughton, M. A., Meshia, G., and Battaglia, F. C. : Umbilical uptake of amino acids in the unstressed fetal lamb. *J. Clin. Invest.*, 58 : 1428-1434, 1976.
- 28) 안홍석 : 임신말 여성의 태-을 중심으로 한 모체와 태아사이의 아미노산의 이동. *한국영양학회지* 14 (2), 학술논문초록, 1981.
- 29) Diamant, Y. Z., Mayorek, N., Neuman, S., and Shafrir, E. : Enzymes of glucose and fatty acid metabolism in early and term human placenta. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 121 : 58-61, 1975.
- 30) Cuhna, D. P. da et Azevedo, M. D. : Sur l'existence de transaminases dans le placenta. *C. R. Soc. Biol.*, 155 : 207-209, 1961.

- 31) Goldberg, A. L., and Chang, I. W. : *Regulation and significance of amino acid metabolism in skeletal muscle. Fed. Proc.*, 37 : 2302-2307, 1978.
- 32) Felig, P. : *Amino acid metabolism in man. Ann. Rev. Biochem.*, 44 : 933-955, 1975.
- 33) Low, J. A., Pancham, S. R., Worthington, D., and Boston, R. W. : *The acid - base and biochemical characteristics of interpartum fetal asphyxia. Am. J. Obstet. Gynec.*, 121 : 446-451, 1975.
- 34) Dittesheim, P. J., and Bossart, H. : *Cord-blood studies. In lactate in acute conditions. Int. Symp Basel 1978*, pp. 48-55, Karger, Basel, 1979.
- 35) Prior, R. L., and Christenson, R. K. : *Gluconeogenesis from alanine in vivo by the ovine fetus and lamb. Am. J. Physiol.*, 233 : E 462-468, 1977.

* 본 실험은 블란서 루이- 파스퇴르대학 의과대학에서 수행되었음.