

## 국산 조제분유의 개발방향

전국대학교  
유 제 현

### I. 머리말

유아에게 여러가지 사정으로 모유를 포유할 수 없을 때가 많다. 그러한 경우에는 성분조성(macrocomposition)이 모유와 비슷한 우유를 주원료로 육아용 조제분유를 제조하여 대체하고 있다. 그간에 단순히 조제분유의 성분조성을 모유에 접근시키는 것은 물론 미량성분(microconstituent)과 그 기능(function)도 가능한한 모유와 같도록 많이 연구개발이 되어서 실용화하여 각사에서 제조생산되고 있어 매우 만족할만한 기술수준에 도달해 있다고 본다. 한편, 미량성분과 성분의 구조적인 연구 등이 진행됨에 따라서 인공영양아도 모유영양아와 같이 모든면에서 같기 위해서는 조제분유 조제시 성분의 조절과 보완 및 개선해야 할 점이 있다는 것이 잘 알려져 있다. 또한 유아의 발육조사에서도 유아용, 성장기용의 조제분유를 개발할 때 고려해야 할 점도 지적되고 있다. 최근 원유수급에 따른 조제분유 제조시 근간이 되는 원유사용량의 문제와 관련하여 모유화의 개발방향의 지표 몇 가지를 다루고자 한다. 우유와 모유의 성분조성에 많은 차이가 있음이 밝혀짐에 따라 조제 분유의 조유(調乳)시에 성분조성이 유아의 소화, 흡수, 축적, 성장률 및 질병의 감염율이나 저항성이 모유와 같게 하려는 지속적인 연구노력은 높이 평가되고 있다. 모유도 인종은 물론 지역 또는 산모의 개인차에 따라서 약간의 차이는 있다. 유아는 신체적으로 급속한 성장과 두뇌 상피세포 등의 발육에 따른 체세포의 분열을 위해 합목적적인 영양소가 요구된다. 따라서 유아시의 균형

있는 영양공급은 유아기는 물론 성장기 어린이의 심신의 발달에 지대한 영향을 주게 된다. 각 영양소의 상대적인 관계의 상세한 해명은 어렵지만 주성분인 단백질과 지질 및 당질에 대해 우유와 모유를 비교검토하여 조제분유의 개발방향을 살펴보기로 한다.

### II. Casein과 whey protein의 비율 조정

우유와 모유의 단백질함량 및 조성은 많은 차이점이 있다. 우유는 casein 이 75%인데 비해 모유는 44%로 다시 말해서 우유는 casein 과 whey protein의 비율이 5:1로 casein 형이고, 모유는 1.3:1로 whey protein (albumin)형이다. 또 우유의  $\alpha$ s-casein에 해당하는 분획이 모유에는 없고,  $\beta$ -casein과  $k$ -casein과 비슷한 분획만이 존재한다. 뿐만 아니라, 각 casein의 아미노산 조성과 일차구조도 큰 차이점이 있으며 인과 칼슘의 결합량도 현저한 차이가 있다. 또한 무기염류에 의한 응고성도 우유는 70%인데 모유는 30%로 백이상의 차이가 있으며 casein micelle의 크기 역시 우유는 80~120  $\mu$ m에 비해 모유는 70~80  $\mu$ m로 작다. 즉, 위내의 위산에 의해 우유는 hard curd를 형성하고 whey protein의 비율이 높은 모유는 soft curd를 형성하여 proteinase, protease의 침투에 의한 소화차이가 있어 역시 모유가 소화 흡수율도 높다고 보고되었다. 이와 같이 단백질의 분해물인 펩타이드, 아미노산은 유아의 신체를 구성하는 근육, 피부, 장기, 모발, 작질, 효소, 항체 및

Table 1. 모유와 육아용 조제분유, 조유액 조성의 비교

(조유액 100 ml 중)

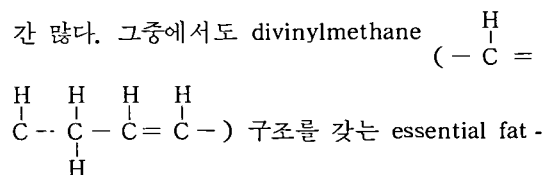
	모 유 (21일~2개월령)	조제분유 A	조제분유 B	조제분유 C	조제분유 D	조제분유 E
(조유) 농도(%)		14	13	13	13	(12.8)
총 고형분 (g)	12.83 (13.19)*	13.65	12.65	12.68	12.74	12.6
단백질 (g)	1.29 (1.37)	1.81	1.69	1.76	1.81	1.5
지질 (g)	3.67 (4.02)	3.50	3.51	3.61	3.60	3.6
유당 (g)	6.53 (6.74)	7.14	6.75	6.89	7.03	7.2
당질 (g)	7.67 (7.91)	8.01	7.16	7.02	7.03	7.2
회분 (g)	0.20 (0.21)	0.32	0.29	0.29	0.30	0.25
에너지 (kcal)	68.9 (71.8)	70.8	67.0	67.6	67.7	67
칼슘 (mg)	28.8 (30.2)	54.6	46.8	45.5	54.6	44
마그네슘 (mg)	2.6 (2.8)	5.6	5.9	4.8	5.2	4
카륨 (mg)	43.2 (46.4)	58.6	70.2	65.0	65.0	55
나트륨 (mg)	15.7 (18.0)	19.6	20.8	19.5	20.8	15
인 (mg)	16.5 (17.8)	32.9	27.3	26.0	33.8	33
염소 (mg)	42.7 (47.2)	44.8	42.9	40.3	42.9	41
철 (μg)	40.0 (48.0)	840	780	1,780	1,040	900
동 (μg)	41.8	44.8	41.6	40.6	40.3	50
아연 (mg)	0.25	0.39	0.35	0.34	0.43	0.37
망간 (μg)		14.0		3.9		
칼슘 / 인	1.8	1.7	1.7	1.8	1.6	1.3
카륨 / 나트륨	2.8	3.5	3.4	3.3	3.1	3.7
비타민 K (μg)	0.42	3.5				
리놀렌산 (mg)	55.4	56				
타우린 (mg)	3.73	3.78	2.60	3.25		

\* ( ) 내의 수치는 지역 평균치의 전평균 + 1 표준차(yamamoto, 일본낙농과학식품의 연구 1982)

유전자 등의 구성요소가 되므로 유아기, 성장기에 균형잡힌 단백질의 급여는 필수적이다. 조제분유의 제조시 모유화는 어떠한 경우라도 어떠한 댓가를 치르더라도 개발방향을 바꾸어서는 안된다. 다시말해서 우유의 casein 과 whey protein 함량비 5 : 1에서 조제분유의 조유시에 모유의 함량비 1.3 : 1에 접근시키는 연구노력은 지속되어야 한다. 현재 조제분유는 약 1 : 1.5로 모유화하여 그 기능을 할 수 있도록 제 2 세의 양식을 각사에서 제조하고 있어 꽤 다행스러운 일이다. 미량성분인 lauline 과 Cu 및 Zn에 대해서 전호(유가공연구 4권 2호 61-78)를 참조하기 바란다.

### Ⅲ. Unsaturated fatty acid와 complex lipid의 조정

우유와 모유의 지질함량은 거의 비슷하지만 구성지질과 그 특성 및 지방산 조성은 현저하게 차이가 있다. 우유에는 C<sub>10</sub> 이하의 short chain fatty acid 가 많은 반면 모유에는 long chain fatty acid 특히 unsaturated fatty acid 가 약간 많다. 그중에서도 divinylmethane



ty acid 인  $\alpha$ -linolenic acid 등이 많다. 유아의 성장촉진, 동맥의 유연성, 생식기의 발육, 습진 등 피부염의 예방, 즉 피부영양에 효과를 주고 소화흡수가 쉬우며 변비의 예방도 한다고 알려져 있다. 또한 뇌신경, 장기의 구성요소인 com-

plex lipid 인 phospholipid 와 glycolipid, cholesterol 과 결합하고 있는 double bond 의 지방산 등은 생리기능에 중요한 역할을 하고 있다고 인정되었다. 또한 뇌와 신경조직의 발육에 밀접한 관계를 갖고 있는 수초(medulla)의 형성에

Table 2. 유아용 조제유의 조성에 대한 권장치

(100 kcal 중)

	特 榮 基 準*1		FAO/WHO 勸告規格*2		AAP 推獎值*3		ESPGAN 推獎值*4	
	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高
에 너 지 (kcal)	65~75/100 ml						68(64~72)/100 ml	
단 백 질 (g)	2.1	3.1	1.8	4.0	1.8	4.5	1.8	2.8
지 질 (mg)			3.3	6.0	3.3	6.0	4.0	6.0
탄 수 화 물 (mg)							8	12
회 분 (mg)	0.36	0.57						
비 타 민 (IU)	250	500	250	500	250	750	250	500
비 타 민 (mg)	0.04	-	0.04	-	0.04	-	0.04	-
비 타 민 (mg)	0.06	-	0.06	-	0.06	-	0.06	-
비 타 민 (mg)	0.035	-	0.035	-	0.035	-	0.035	-
비 타 민 ( $\mu$ g)	0.12	-	0.15	-	0.15	-	0.15	-
비 타 민 (mg)	8	-	8	-	8	-	8	-
비 타 민 (IU)	40	80	40	80	40	100	40	80
비 타 민 (IU)	0.7/ 리놀산	-	0.7/ 리놀산	-	0.7/ 리놀산	-	0.7/ 리놀산	-
비 타 민 ( $\mu$ g)			4		4		4	
판 토 벤 산 (mg)			0.3	-	0.3	-	0.3	-
나 이 아 신 (mg)	0.25	-	0.25	-	0.25	-	0.25	-
엽 산 ( $\mu$ g)			4	-	4	-	4	-
비 오 친 ( $\mu$ g)			1.5	-	1.5	-		
코 린 (mg)			7	-	7	-		
리 놀 산 (g)	0.3	-	0.3	-	0.3	-	3~6 에너지 %	
칼슘 (mg)	50	-	50	-	50	-	60	-
마그네슘 (mg)	6	-	6	-	6	-	6	-
카륨 (mg)	80	200	80	200	80	200	-	*6
나트륨 (mg)	20	60	20	60	20	60	-	1.76(mEq)*6
염소 (mg)	25	-	25	-	25	-	30	50
철 (mg)	55	150	55	150	55	150	-	*6
동 (mg)	1	-	1*5	-	0.15	-	1	-
아연 ( $\mu$ g)			60	-	60	-	30	-
아연 (mg)			0.5	-	0.5	-	0.3	-
망간 ( $\mu$ g)			5	-	5	-		
요소 ( $\mu$ g)			5	-	5	-		

\*1 厚生省公衆衛生局長通知：衛發第 240號 昭和 56年

\*2 Joint FAO / WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission, CAC / RS 72/74 1976

\*3 American Academy of Pediatrics, Committee on Nutrition : Pediatrics, 57. 278 (1976)

\*4 ESPGAN Committee on Nutrition : Acta Paediatrica Scandinavica, Supplement 262.1 (1977)

\*5 철이 들어간 유아용 조제유로 표시

\*6 (K+Na+Cl) < 50 mEq / l

phospholipid 는 필수불가결한 것으로 특히 뇌의 60~80%가 수초로서 이는 주로 lecithin, cephalin, sphingomyelin 및 cerebroside 등의 complex lipid 로 되어 있다. 이러한 점에서 볼 때 조제분유의 지질구성과 지방산 조성 및 성장인자인 fat soluble vitamin K 의 보강과 함께 모유에 접근시키는 노력은 지속되어야 한다. 덧붙여 제안한다면 모유지방의 대부분을 차지하고 있는 중성지질인 triglyceride 의 2 position 에 약 60%의 palmitic acid 가 결합되어 lipase 에 의해 분해되지 않고 입자로 흡수되는 반면에 우유는 30% 밖에 2 position 와 결합했을뿐 그 외에는 분해되어 우리의 palmitic acid 로 되어 칼슘과 비누화되어 쉽게 용해되지 않고 입자의 성질에 영향을 주며, 소화가 잘 되지 않는다는

점에 착안하여 유아용 조제분유의 제조시 medium chain fatty acid 특히, palmitic acid 의 모유화 연구도 더욱 힘쓰기 바란다.

#### IV. Edible lactose 와 oligosaccharide 의 보관

포유동물의 젖에 유일하게 함유되어 있는 유당은 우유의 4.5%보다 모유에 약 3% 많은 7% 이상이 함유된 것은 불가사의한 일이다. 이 유당은  $\alpha$ 형과  $\beta$ 형이 있으며 glucose 와 galactose 가  $\beta$  1→4 결합되어 있고 옛날부터 유아의 생명을 유지하는 본질이 있을 것으로 생각 해왔다. 그러나 단백질과 같이 분자량이 크지 않기 때문에 그 본질을 쉽게 해명할 것으로 생각

Table 3. 외국제품의 예

	모유	우유	Similac	SMA	Snow brand	S-26
Total protein (%)	1.06	3.3	1.55	1.56	1.76	1.56
Casein (%)	0.42	2.7	0.62	0.64	0.79	0.64
whey protein (%)	0.64	0.6	0.93	0.92	0.97	0.92
C/W ratio	40/60	82/18	40/60	40/60	45/55	40/60

\* 제품 catalogue 에서 발췌

Table 4. 조제분유 제조시 원료 배합표

	원 유		유 장 분 말		유 당		카 제 인		기 타		계	
	투입량	배합 비율	투입량	배합 비율	투입량	배합 비율	투입량	배합 비율	투입량	배합 비율	투입량	배합 비율
(450 g) S-100	(103.39) g 930.52	% 21.61	g 181.16	% 38.88	g 57.00	% 12.67	g 10.60	% 2.36	g 113.85	% 24.48	g 466.00	% 100
(900 g) Jump	(259.77) g 2,337.96	29.87	317.78	33.75	56.64	5.96	56.94	5.92	250.44	24.50	941.57	100
(450 g) G-80	(98.83) 889.43	19.90	180.37	38.88	7.04	7.00	31.68	1.92	146.00	32.30	463.92	100
(400 g) 맘 마	(108.16) 973.44	28.23	148.00	35.98	15.52	3.86	22.68	4.99	116.98	26.94	411.34	100
(450 g) $\alpha$ -7	(197.99) 1,009.8	27.08	176.0	39.01	30.06	6.80	-	-	130.89	26.63	450.48	100
(400 g) 아 가 맘	(102.22) 920.00	27.72	148.00	36.64	20.00	4.95	23.60	5.84	110.11	24.85	403.93	100

(서울우유개발과 제공)

했으나 그 실체는 명확하게 알려져 있지 않다. 그외에 monosaccharide 와 oligosaccharide 및 질소화합물과 결합한 당류(glucosamine, glucosamine, galactosamine, *N*-acetyl neuramic acid, mucopolysaccharide 등)도 Bifidobacterium 등의 활성인자로 알려져 있다.

특히 대부분을 차지하는 유당은 유선세포에서 유아가 잘 소화할 수 없는 glucose 와 galactose 의 결합을 만들어 유당이 된다. 여기에 유아의 생명을 유지시키는 노력의 일단이 인정된다. 이 유당결합을 만드는 효소는 A protein 과 B protein 두 종류가 있고, A 가 진짜의 합성효소인 galactosyltransferase 이며 B 는 우유중의 whey protein 인  $\alpha$ -lactalbumin 으로 A 를 도와주며, 합성효소 A 와 B 가 공존하면 유당이 합성되고 A 단독으로는 그 외의 여러가지 Bifidobacterium의 활성인자인 oligosaccharide 를 생성한다고 알려져 있다. 또 혈액형과 같이 모유형의 활성소당류의 구성당이 우유와는 현저하게

달라 유아에게 매우 중요한 점이다.

유당은 유산균이나 Bifidobacterium의 발육을 촉진하고 그들의 lactase 에 의해 monosaccharide 로 분해되고 그로부터 lactic acid 나 acetic acid 등을 생산하며 소장과 대장내를 산성화하여 잡균의 발육을 억제하는 중요한 역할을 한다. 또한 lactic acid bacteria 는 항균성 물질을 생산하여 역시 잡균의 발육을 방지한다. 또 유효한 vitamin 류(riboflavin, biotin, nicotinic acid, folic acid 등)를 생산하여 유아에게 공급한다. 그러나 유당은 쉽게 분해되지 않기 때문에 소장 하부나 대장까지 잔존하여 lactic acid 를 생산하여 장관을 크게 산성화하는 역할을 한다. 또한 미분해의 유당은 장관의 삼투압을 높혀 분해물과 함께 장벽을 자극하여 장의 유동운동을 일으켜 통변을 도와 변비를 예방한다. 이러한 점은 장의 운동성이 아주 약한 유아의 태변(胎便)의 배설에도 중요한 역할을 한다. 이러한 장의 유동운동이 지나치면 변이 묽거나 일시적인 설사도

Table 5. 각사별 조제분유 성분 및 원재료 배합표

1. 성분표

(단위 : %)

성분명	S-100	G-80	$\alpha$ -7
단백질	13.5	13.5	12.9
지방	27.3	27.0	27.0
탄수화물	55.0	54.8	55.4
회분	2.0	2.2	2.2
수분	2.2	2.5	2.5
열량 (100g 중)	520 Cal	516 Cal	516 Cal
합계	100	100	100

2. 원재료 배합표

(단위 : %)

원재료명	S-100	G-80	$\alpha$ -7
원유	23.78	} 72.60 (39) (7) (1.2)	30.82
유장분말	39.6		35.74
유당	8.0		6.8
카제인나트륨	2.19		-
식물성유	19.58		13.73
말토덱스트린	4.0	(6)	7.9
기타	2.85	(2.7)	2.04
합계	100	100	100

(남양유업연구실 제공)

유발한다. 또 한가지 유당의 중요한 기능이라면 골격, 치아 및 신체형성에 필요한 칼슘과 인의 체내흡수를 촉진하는 점이다. 이 효과는 유당의 분해에 따라 저하하며 장의 유동자극과도 깊은 관련이 있다. 유당이 분해되기 어렵게 합성된 점과 단백질의 함량비를 생각해 볼때 우유의 1.5:1에 비해 모유는 6:1로 현저한 차이가 있음

을 알 수 있다. 유아에게는 유당과 단백질의 비율이 적어도 2.5:1 이상이 되어야 그 생리적 기능을 발휘한다고 알려져 있다. 조제분유의 제조시 edible lactose 와 oligosaccharide 등을 모유화시키는 것은 필연적이다. 현재 각사의 조제분유의 그 비율은 4~4.5:1로 조정하고 있다.

Table 6. 일본 조제분유 성분 및 원재료 배합표

1. 성분표

(단위 : %)

성분명	FK-T (明治)	BF-T (森永)	La (雪印)
단백질	12.9	13.0	13.5
지방	25.0	27.0	27.8
탄수화물	57.3	55.1	54.0
회분	2.3	2.2	2.2
수분	2.5	2.7	2.5
열량 (100g 중)	500 Cal	515 Cal	520 Cal
합계	100	100	100

2. 원재료 배합표

(단위 : %)

원재료명	FK-T (明治)	BF-T (森永)	La (雪印)
원유	16.9	24.6	14.0
원유외유성분 (유당분말, 유당, 카제인)	56.4	46.5	62.2
식물성유	21.8	23.0	23.8
말토덱스트린	6.3	3.2	-

Table 7.

“S-100” 원재료 배합비율 및 투입량

(450g 기준)

성분	배합비율 (%)	원재료 투입량	단위	비교
원유	72.654	962.67	g	(수율 96.66%시)
유장분말	14.381	190.55		
유당	2.967	39.31		
야자유	2.575	34.13		
옥배유	2.368	31.38		
말토덱스트린	2.008	26.60		
팜유	1.936	25.66		
카제인 나트륨	0.822	10.89		

“점프 A ” 원재료 배합비율 및 투입량

(900g 기준)

성분	배합비율 (%)	원재료 투입량	단위	비교
원유	78.077	2,428.95	g	(수율 96.66%)
탈염유장분말	6.163	191.75		
보통유장분말	4.295	133.63		
말토덱스트린	3.249	101.09		
카제인나트륨	1.906	59.28		
유당	1.889	58.77		
옥배유	1.796	55.87		
팜유	1.424	44.32		
야자유	0.933	29.05		

(남양유업연구실 제공)

V. 맺음말

유아용, 성장기용 조제분유 또는 유상유의 제조시 성분조성과 미량성분을 그 기능과 관련하여 우유를 근간으로 모유와 같도록 그 성분이 가감하거나 조정하는데 개발초점을 맞추어 세계 각국에서는 권고규격, 권장치 또는 조제기준을 정하고 있다. 우리도 예외가 될 수 없지 않은가? 행정당국은 폭넓은 연구기초 위에 조제분유

의 권장치 내지는 기준을 유가공업체에 제시하고 더욱 모유화하도록 유도해야 될 줄 안다. 현시점에서 조제분유제조에 필수불가결한 whey protein 과 edible lactose 의 국산화 대체시 경제성도 동시에 검토해야 한다. 제 2세의 식량인 조제분유의 제조에는 가격의 고하를 막론하고 행정당국과 유업체가 더 많은 미래 지향적인 개발에 최선을 다하기 바라며, 결코 가볍게 다루어 처리되는 우를 범하는 어른이 없기 바란다.