



국내산 조제분유의 최근 연구 개발 동향

전정욱 · 이건원 · 김용기 · 윤승섭*

매일유업 중앙연구소 영양과학연구센터

Current Trends of Research and Developments of Infant Formula in Korea

Jeong-Wook Jeon, Keon-Won Lee, Yong-Ki Kim and Sung-Seob Yun*

Nutritional Science Research Center, R&D Center, Maeil Dairies Co., Ltd., Pyungtaek 451-861, Korea

ABSTRACT

Human milk contains the nutrients for the growth and the development of the newborn. It contains specific proteins, lipids, and other components designed to be easily digestible and which play important roles in infant nutrition. However, when the lactation is failure or milk secretion is not enough, bovine milk based dried formulations, which is called infant formula, have been widely used for infant feeding. In this study, we investigated protein composition and amino acids profile related to easy digestion; fatty acids composition and LCPUFA(DHA and ARA) related to brain and eye development; synbiotics which take advantage of both probiotics and prebiotics; and colostrum-originated functional micronutrient as major issues in the recent infant formula. Domestic infant formulas, which are based on the research of human and bovine milk rich in functional components for immunity, growth, anti-allergenicity, digestion and brain development, have been developed to be similar to human milk.

Keywords : infant formula, human milk, amino acid composition, DHA, ARA, colostrum, synbiotics

서론

모유는 영·유아의 성장, 발달에 필요한 영양소를 적절하게 제공한다. 영·유아의 성장 및 발달은 일생 중 가장 빠르게 진행되는 시기이므로 적절한 영양공급이 다른 어떠한 시기보다 중요하다. 이 시기는 아직 특정 대사 경로가 미성숙하여 영양 성분의 체내 합성 및 흡수가 제한적일 수 있다. 최근에는 영·유아에게 제공되는 식이가 성장, 신체 구성, 건강 등과 같은 즉각적으로 영향을 미치는 인자로서 고려되어지는 것뿐만 아니라 유아기에 공급되는 영양성분의 양과 질에 따라 기관의 발달과 기능, 건강, 질병 가능성, 인지 능

력 등 상대적으로 오랜 기간을 통해 나타나는 결과들도 좌우한다는 연구들이 보고되고 있다(Thompkinson *et al.*, 2007).

이 시기의 영·유아에게 가장 이상적인 영양 공급원은 모유이지만, 모유 수유가 불충분하거나 불가능한 경우 영·유아에게 조제분유는 거의 유일한 영양공급원이 된다. 모유는 수유모 없이는 수유가 불가능하며 특수한 상황에 따라 조제하기는 어려우나, 조제분유는 아기가 엄마와 따로 지내면서도 수유가 가능하고, 또한 대사장애나 알레르기 또는 설사 질환 등의 상황에 따라 다양하게 조제가 가능하다는 이점을 가지고 있다. 국내 조제분유의 모든 영양성분은 한국인 영양섭취기준과 CODEX 권장량을 기준으로 하여 설계되며, 대부분이 우유를 주성분으로 분유와 액상유의 형태로 공급되며, 정상아를 위한 표준 조제분유와 특수한 경우를 위한 특수 조제분유로 구분된다. 표준 조제분유, 즉 일반적인 조제분유는 성장기의 영양필요량의 차이를 고려하여 성장 율

* Corresponding author: Sung-Seob Yun, Nutritional Science Research Center, R&D Center, Maeil Dairies Co., Ltd., 480 Gagok-ri, Jinwimyun, Pyungtaek-si, Gyeonggi-do, 451-861, Korea. Tel: +82-31-660-9111, E-mail: mrdyuns@maeil.com

령별 조제분유를 나누며, 특수 조제분유는 우유를 특수 가공처리하여 만들거나 또는 대두단백을 단백질 공급원으로 이용하여 영양소를 가감하여 만들어진다(이 등, 2003).

FAO/WHO에서는 조제분유에 첨가되는 모든 성분은 모유에 들어있는 것이어야 하며, 과학적으로 안정성이 입증된 것만을 넣을 수 있도록 규정하고 있다(CODEX STANDARD Infant formula, 2007). 그러므로 조제분유의 품질은 반드시 모유의 영양성분에 대한 연구 결과와 유아의 성장에 필요한 영양성분 및 생리적인 모든 면에서 이루어지는 연구 검토 결과에 따라 끊임없이 개선되어야 한다. 특히 영·유아의 성장에 필요한 모든 성분이 모유의 영양성분과 유사한 수준으로 구성될 수 있도록 과학적인 근거를 바탕으로 개선되어야 하며, 또한 영·유아의 건강을 좌우할 수 있으므로 이와 관련된 지속적인 연구가 필요하다.

국내에서도 조제분유에 대한 품질 평가 및 영양 성분 분석에 대한 연구들이 이루어지고 있으며, 우유와 모유의 성분조성에 대해 많은 차이가 있음이 밝혀짐에 따라 이를 보강하기 위한 다양한 기능성을 갖는 성분들이 첨가되고 있다. 따라서, 최근에 적용되고 있는 내용들을 중심으로 조제분유의 연구 개발 동향을 살펴보기로 한다.

본 론

1. 단백질(Proteins)

모유의 단백질은 영양학적, 생물학적 기능에 있어서 중요한 유청과 카제인이 6 : 4의 비율로 구성되어 있다. 즉, 유청은 카제인에 비해 상대적으로 비율이 높음으로써 위에서 생리학적 커드 장력(physiological curd tension)을 낮게 하여 위에서 정체시간을 단축시키고 위의 부담을 줄여주는 소프트 커드 단백질 역할을 수행함으로써 유아의 단백질 대사에 부담을 적게 한다. 최근에는 유단백 비율을 맞추어 주는 것 이외에도 유청, 카제인 단백질의 구성원에 대해서도 세밀한 구조적 접근이 계속 시도되고 있다(Fomon, 1974; Raiha *et al.*, 1976).

유아의 영양학적·생리학적 측면에서 모유에 대한 새로운 사실들이 계속 밝혀지기 시작하면서 단백질을 구성하는 아미노산의 함량을 유아에게 가장 적절한 수준으로 맞추기 위한 연구가 진행되어 왔다(Jenness, 1974). 모유와 우유는 단백질 조성의 차이로 인해 이를 구성하는 아미노산의 구성에도 차이가 생긴다(Table 1). 즉, 우유는 유청 단백질이 20% 정도이고, 80%가 카제인 단백질로 구성되어 있기 때문이다.

Table 1. Amino acid contents in human milk, bovine milk and proposed values for amino acid contents of CODEX and EC regulation (Modified from : Renner, 1983)

Amino acids		Human milk (mg/100 ml)	Bovine milk (mg/100 ml)	CODEX STAN 72-1981 (Revision 2007)* (mg/100 ml)	Commission Directive 2006/141/EC** (mg/100 ml)
Essential amino acids	Isoleucine	68	228	59.8	58.5
	Leucine	100	350	109.9	107.9
	Lysine	73	277	74.1	73.5
	Methionine	25	88	15.6	15.0
	Cystine	22	32	24.7	24.7
	Phenylalanine	48	172	52.7	54.0
	Tyrosine	61	179	48.8	49.4
	Threonine	50	164	50.1	50.1
	Tryptophan	18	49	21.5	20.8
	Valine	70	245	58.5	57.2
Probably essential amino acids	Arginine	45	129		
	Taurine	4	1		
Nonessential amino acids	Histidine	22	95	26.7	26
	Proline	80	250		
	Alanine	35	75		
	Aspartic acid	82	249		
	Serine	69	160		
	Glutamic acid	168	687		

*,** 500 kcal/100 g 기준 적용.

Table 2. Comparison of the characteristics and the composition between human and bovine milk proteins(Modified from : Ursula Wachtel, 1990)

Items	Human milk	Bovine milk
Protein contents	1.1 g/100 ml	3.2 g/100 ml
Whey : casein	60 : 40	20 : 80
Non-protein nitrogen compounds	20 ~25% of protein	3 ~5% of protein
Nucleotides	Cytidine 5'-monophosphate(CMP) Uridine 5'-monophosphate(UMP) Adenosine 5'-monophosphate(AMP) Guanosine 5'-monophosphate(GMP) Inosine 5'-monophosphate(IMP)	-
Taurine, L-arginine	4.0~4.5% of protein	3% of protein

모유의 유청 단백질로서 알파 락트알부민(α -lactalbumin)에 풍부하게 함유되어 있는 주요 아미노산들의 역할을 살펴보면, L-트립토판은 신경전달물질인 세로토닌의 전구물질로서 인지 기능과 수면 활동에 영향을 준다고 보고되어 있다(Jeong *et al.*, 2005). L-시스틴은 항산화 기능을 수행하는 글루타치온의 전구물질로서 산화 스트레스로부터 세포를 보호하는 작용을 하며, 타우린 합성의 전구물질로 사용된다(Heine *et al.*, 1991). 이렇듯 우유단백질을 모유 대체식인 조제분유에 사용하기 위해서는 반드시 단백질 조성이 모유 단백질의 특성을 살릴 수 있도록 단백질 구성 및 함량과 전체적인 아미노산 조성을 맞추어 단백질의 소화력 개선과 알레르기 유발요인을 감소시키는 효과까지 얻을 수 있다(Table 2).

2. 지방(Lipids)

유아는 에너지의 약 45~50%를 지방으로부터 공급받는다. 또한, 지용성 비타민과 필수지방산도 지방으로부터 제공되므로 지방은 유아의 성장과 발달에 있어서 매우 중요한 역할을 한다(Renner, 1983; Koletzko *et al.*, 2005).

유아에게 있어서 지방산은 공급량뿐만 아니라 구성 비율과 입체 구조의 영향 또한 중요하다. 일반적으로 조제분유는 식물성 지방의 구조적 차이로 인해 신체 내 지방의 흡수율이 모유에 비해 낮을 수 있다. 그리하여 식물성 지방이면서 지방산의 결합 위치를 모유와 같이 조정하여 아기가 지방을 충분히 흡수할 수 있도록 설계되어야 한다(Kim *et al.*, 2005). 대표적인 예로서 조제분유에서 베타 팔미틴산을 모유 수준으로 강화할 경우 장내 칼슘 흡수율을 높일 수 있으며, 모유 수준으로 부드러운 변을 볼 수 있게 된다. 또한, 모유와 우유의 지방산 조성의 차이는 우유에는 짧은 사슬의 지방산을 포함한 포화지방산이 많은 반면, 모유에는 긴 사슬의 불포화지방산(Long Chain Polyunsaturated Fatty Acid, LCPUFA)이 많다는 것이다. 특히 모유 중에는 필수지방산인 리놀렌산(linoleic acid, C_{18:2}, ω -6, LA)과 알파-리놀렌산(α -linolenic acid, C_{18:3}, ω -3, α -LN)을 비롯한 다가불포화지방산이 비교적 많이 함유

Table 3. Proposed values for linoleic acid contents in Korea, Codex, ESPGHAN and EU

Regulations	Linoleic acid
Korea(KFDA, 2008)	Minimum 9% of lipid
CODEX(2007)	Minimum 300, GUL* 1400/100 kcal
ESPGHAN(1991)	300~1,200/100 kcal (Ratio linoleic/ α -linolenic acids 5:1~15:1)
EU(2006)	300~1,200/100 kcal

* Guidance upper levels.

되어 있다(Gibson *et al.*, 1981).

ESPGHAN(European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition)에서는 조제분유의 LA/ α -LN의 비율을 5~15 수준으로 유지할 것을 권장하고 있다(Table 3).

DHA(docosahexaenoic acid)와 아라키돈산(arachidonic acid, AA)은 뇌, 망막, 신경계의 주요 구성 성분으로 알려져 있다(Decsi *et al.*, 1994). DHA와 AA는 체내 합성이 가능한 영양소이나 최근 연구들에 따르면 미숙아, 신생아에게서는 이들의 체내 합성율이 개인차가 심하므로 조제유에 보충해야 한다는 의견이 강하게 제시되고 있다(Koletzko *et al.*, 1989; Birch *et al.*, 1992; Carlson *et al.*, 1992; Makrides *et al.*, 1993; Carnielli *et al.*, 1996; Koletzko *et al.*, 2001). 또한, FDA는 DHA와 AA를 강화하지 않은 경우, 혈중과 뇌조직의 이들 수준이 낮아지는 것으로 보아 DHA와 AA의 결핍을 유발할 수 있으며, 유아기의 시각 및 신경 발달에 영향을 미칠 수 있다고 보고하고 있다. 따라서 조제분유에는 다가불포화지방산인 DHA와 AA를 모유와 같이 직접 공급하는 것이 권장되어지고 있다(Birch *et al.*, 1992; Carlson, 1992; Makrides *et al.*, 1993; Koletzko *et al.*, 2001).

모유의 지방은 중성지방, 콜레스테롤, 인지질로 구성되며, 초유일 경우에는 중성지방이 97.6%, 콜레스테롤이 1.3%, 인지질이 1.1%를 차지하나, 성숙유가 되면 중성지방의 비율이 99%로 높아지고, 인지질은 0.6%로 감소한다. 이 중에서 인지질

Table 4. Phosphatidyl phospholipid content in human milk(Adopted from : Jürgen Schaub, 1985)

Phosphatidyl phospholipid	Human milk(mg/100 ml)
Phosphatidyl ethanolamine(PE)	6~26
Phosphatidyl choline(PC)	6~23
Sphingomyelin(SM)	6~25
Phosphatidyl inositol(PI)	0.9~4.8
Phosphatidyl serine(PS)	1.2~4.6

은 화학적 구조에 따라 포스파티딜 포스포리피드(phosphatidyl phospholipid)와 스피고마이엘린(sphingomyelin, SM)으로 분류되며, 포스파티딜 포스포리피드는 어떤 화합물질이 결합하느냐에 따라 포스파티딜 콜린(phosphatidyl choline, PC), 포스파티딜 에탄올아민(phosphatidyl ethanolamine, PE), 포스파티딜 이노시톨(phosphatidyl inositol, PI), 포스파티딜 세린(phosphatidyl serine, PS)으로 구분된다(Table 4). 특히 인지질은 그 구조적인 특성으로 인해 모든 생물의 세포막에 있어 필수적인 성분으로, 세포막이 대사산물, 이온, 호르몬, 항체, 기타 다른 세포들과 상호작용할 때 그 기능을 발휘하는 것으로 알려져 있다. 이러한 인지질은 체내에서 합성되므로 필수영양소로 구분되지는 않으나, 동물과 사람을 통한 실험에서 인지질(레시틴)을 섭취하면 학습능력과 기억력이 향상되는 것이 확인되었으며, 치매와 같은 신경조직의 결합에도 효과가 있다는 것이 밝혀져 있다.

3. 탄수화물(Carbohydrates)

모유의 탄수화물은 유당(lactose)이 주성분이며, 그 외에 약 10% 정도의 탄수화물은 30여 종의 올리고당으로 구성되어 있다. 모유의 탄수화물은 지방이나 단백질에 비하여 에너지원으로 이용되기 쉬우며, 단위 체중당 에너지 요구량이 많은 유아기에 중요한 영양 공급원으로 작용한다(Table 5). 그 밖에도 유당은 칼슘 흡수와 뼈의 무기질화를 촉진하며, 부분적으로 대장 내에서 미생물에 의해 분해될 때 젖산과 지방산을 생성하여 약산성의 환경을 형성하여 유해균이 장 내에서 증식하는 것을 억제하기도 한다. 한편, 유당의 분해산물인 갈락토오스(galactose)는 발육이 왕성한 유아의 뇌조직 발달에 관여하는 매우 중요한 영양 성분이기도 하다. 현

재 조제분유에 있어서 효율적인 에너지 대사가 요구되는 영·유아기에 있어서 탄수화물의 주성분인 단당류와 이당류를 중요한 에너지원으로 사용하게 하면서 그 외에도 모유 중에 미량 존재하는 탄수화물의 생리작용을 충분히 고려하여 다당류와 비피더스균의 증식인자인 올리고당을 사용하는 경우가 우세적이다. 그 이유로서 다당류는 중합도가 낮아 유아에게 부담을 주지 않고 아밀라아제 활성을 높혀 이 유(離乳)를 용이하게 할 뿐 아니라 가용성 다당류의 구성 성분인 말토트리오스(maltotriose)는 비피더스균의 영양 공급원으로 작용하기 때문이다.

현재까지 모유의 올리고당은 130개 이상 종류가 알려져 있으며, 이들은 병원성 세균 또는 바이러스가 장관 세포에 결합하여 병원성 세균 또는 바이러스에 의해 만들어진 독소가 장관세포 또는 오토의 표면에 부착되지 못하도록 방해하는 역할을 수행한다. 즉, 다양한 구조에 의하여 병원성 세균 또는 바이러스의 감염을 차단할 수 있는 확률을 높일 수 있다는 것을 보여주고 있다.

4. 미네랄(Minerals)

미네랄은 골격, 근육, 신경 등의 구성 성분이며, 효소 작용의 촉매 역할을 수행하며, 우유에는 모유의 약 3.5배의 미네랄이 함유되어 있어 미네랄 함량의 조정은 반드시 필요하다. 유아가 미네랄을 과량 섭취하게 되면 신장에 부담이 증가하여, 미네랄의 배설을 위해 많은 양의 수분이 필요하게 된다. 따라서 조제분유에는 신장용질부하(Renal Solute Load, RSL)와 밀접한 관계가 있는 나트륨, 칼륨, 염소의 함량을 고

Table 6. Estimated renal solute load of human and bovine milk (Adopted from : Fomon, 1974)

	Human milk	Cow milk
Sodium	7 mEq/ℓ	25 mEq/ℓ
Potassium	13 mEq/ℓ	35 mEq/ℓ
Chloride	11 mEq/ℓ	40 mEq/ℓ
Protein	12 g/ℓ	33 g/ℓ
Estimated renal solute load	79 mOsm/ℓ	221 mOsm/ℓ

Estimated renal solute load=Protein(g/ℓ)×4+Na(mEq/ℓ)+K(mEq/ℓ)+Cl(mEq/ℓ).

Table 5. Compositions of human milk(colostrums, mature), bovine milk(colostrums, mature)(Modified from Ursula Wachtel, 1990)

Items	Proteins	Lactose	Oligosaccharides	Lipids	Ash
Cow milk	3.4	4.6	*	3.7	0.7
Cow milk(colostrums)	4.1~14.0	2.7~4.6	*	3.9~4.4	0.5~2
Human milk	1.0	6.8	1.3	3.9	0.2
Human milk(colostrums)	1.0	5.5	2.4	3.0	-

* Data not reported.

려하여 신체 기능이 미숙한 영·유아의 신장에 부담이 없도록 조정되어야 한다(Table 6).

미네랄 중에서 칼슘은 영·유아의 조직 형성과 기능을 위해 필수적인 영양소이다. 모유를 수유하는 경우보다 조제유를 수유하는 경우의 칼슘 흡수율이 낮아 조제유의 칼슘 함량은 50 mg/100 kcal 이상으로 유지할 것을 권장하고 있다. 또한, 칼슘의 제공량뿐 아니라 칼슘과 인의 비율도 뼈의 정상적인 무기질화에 영향을 미치기 때문에 칼슘과 인의 비율은 1.2~2.0:1을 유지하는 것이 좋다.

영·유아기에는 급격하게 성장하기 때문에 철분 요구량이 매우 높다. 이 시기에 유아는 수유를 통해 섭취한 철분뿐만 아니라 모체로부터 부여된 저장 철을 이용하게 된다. 그러나 4~6개월 이후에는 외부의 철분 공급에 의존하게 되므로 1일 0.8~1.2 mg의 철분을 필요로 하게 된다. 유아기의 철분 결핍은 인지 수행 능력과 행동 발달에 손상을 일으킬 수 있으며, 감염에 대한 방어 체계를 약화시키는 것으로 알려져 있다(Reginald *et al.*, 1988).

아연은 성장, 세포면역, 성기능 성숙, 상처 회복 등에 도움을 주는 필수적인 영양소로 알려져 있다. 초유 중 아연의 함량은 1.2~1.8 mg/100 kcal로 높지만, 성숙유가 되면서 0.45 mg/100 kcal로 감소한다. CODEX에서는 0.5 mg/100 kcal 이상 수준으로 아연을 공급할 것을 권장하고 있다(Casey *et al.*, 1985; Casey *et al.*, 1989).

5. 비타민(Vitamins)

비타민은 유아의 모든 신체대사 및 생리적 기능에 반드시 필요한 성분으로서 한국인 영양섭취기준은 물론 CODEX, AAP 및 ESPGAN 등의 국제영양권장량을 기초로 하여 섭취 열량과 균형이 맞도록 조정되어야 한다. 베타-카로틴은 시각 기능, 성장, 세포 분화, 면역 기능 등에 관여하는 비타민 A의 전구체 중 하나이며, 산화 스트레스로부터 인체를 방어하는데 중요한 역할을 한다(Ziegler *et al.*, 1989).

비타민 K는 혈액 응고에 필요한 프로트롬빈(prothrombin)의 합성에 관여하며, 뼈의 발달에 관여하는 단백질의 활성화를 돕는다. 성인의 경우에는 필요량 중 일부가 장내 세균에 의해 합성되나, 신생아의 경우에는 장내 균총이 불완전하여 비타민 K가 부족할 위험성이 높다(Casey *et al.*, 1989).

비오틴은 신진대사 작용에서 가장 중요한 효소계의 co-factor로서, 에너지원으로 이용되는 지방산과 단백질의 생체내 합성 및 체지방과 체단백질이 탄수화물로 전환되어 혈액을 포함한 체조직에 정상적인 혈당치를 유지하도록 하는 역할을 담당한다. 그러나 모유를 섭취하면 비오틴 결핍이 자주 나타나 지루성 피부염, 식욕부진, 오심 등이 발생하거나 혈중 헤모글로빈 함량이 낮아지는 증상이 나타날 수도 있다.

6. 조제유류의 기능성

1) 신바이오틱스(Synbiotics) 시스템

장내균총(intestinal microflora)은 식이에 따라 크게 영향을 받으며, 유아 또한 영양공급원의 차이에 따라 명확하게 다르게 나타난다. 즉, 유아의 경우 모유 수유아와 인공 수유아는 각각 다른 장내균총이 형성된다는 것을 의미한다(Fig. 1). 모유 수유아의 장내균총은 대부분 비피더스라고 알려져 있다. 이러한 단일 균총은 모유 수유아에게만 볼 수 있으며, 이를 비피더스 균총(bifidus flora)이라고 한다. 그러나 실제로는 대장균이나 장구균도 상당히 존재하는 것으로 밝혀져 있으며, 모유 수유아의 비피더스균의 생균수는 인공 수유아보다 약 100배 가량 많다고 알려져 있다(Harmsen *et al.*, 2000). 이 비피더스 균총은 빠른 경우 생후 1~2주부터, 늦은 경우에는 생후 1개월부터 이행되며, 모유 수유아는 장관 내에 비피더스 균총이 형성되어 이것이 유산, 초산 및 개미산을 생성하여 장관 내의 pH를 저하시키고, 다른 병원균의 장관내 부착을 억제하는 것으로 알려져 있다. 또, 비피더스균 배양액 농축물에는 대장균(*E. coli*) 등 유해 및 부패성 세균에 대한 살균, 성장 억제 작용이 있다는 사실이 인정되고 있다. 더욱이 장관내에서 비피더스균이 우세하게 성장하면 아민류를 비롯한 유해성분을 생성하는 세균의 증식을 막아주어 장내 감염성 질환으로부터 유아를 보호하는 작용을 한다고 보고되어 있다(Koletzko *et al.*, 1998). 이외에도 비피더스 유산균은 비타민 B군을 합성하여 비타민 공급원의 역할도 수행하며, 면역 기능의 발달에 중요한 역할을 하는 것으로 보고되어 있다(Koletzko *et al.*, 1998).

유아의 장내에 존재하는 미생물은 크게 유익균과 유해균으로 나눌 수 있으며, 유해균에는 대장균, 스트렙토코코스균, 박테로이드 등이 알려져 있고, 유익균에는 유산균으로서 비피도박테리움, 락토바실러스 등이 알려져 있다. 정상 효과를 뒷받침해 주는 증거로 미숙아의 경우 장내 유산균의 분포가 흐트러져 있는 것이 보고되었으며, 살아 있는 비피

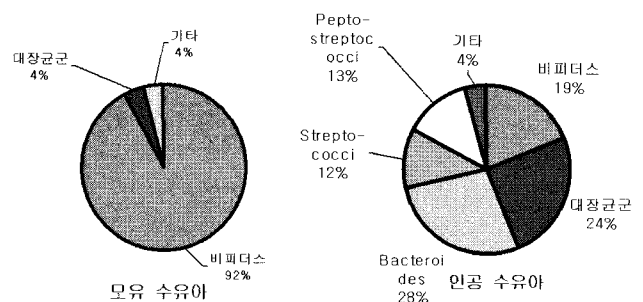


Fig. 1. Comparison of intestinal microflora between breast fed and formula fed infants(one month of age)(Adopted from Harmsen *et al.*, 2000).

더스 유산균을 식이 공급하면 정상적인 장내 균총의 분포를 만들어 줄 수 있다는 연구 결과가 보고되어 있다(Macfarlane *et al.*, 1997).

이렇듯 바람직한 미생물 균형을 위해 할 수 있는 일은 프로바이오틱스를 식품에 첨가하여 장내의 비피더스균의 총수를 늘려주는 것과, 프레바이오틱스인 올리고당의 섭취를 증가시켜 장내에서 비피더스균이 왕성하게 활동할 수 있도록 돕는 방법이 있다. 신바이오틱스는 프로바이오틱스와 프레바이오틱스의 효과를 더한 만큼의 효과보다 훨씬 뛰어난 시너지 효과를 내는 기술로서 바람직한 미생물 균형을 맞추는 역할을 한다.

2) 초유의 면역 및 성장인자

식품의약품안전청(KFDA) 기준에 따르면 젖소의 경우 송아지를 낳고 72시간 이내 착유한 유즙만을 초유로 인정하고, 그 이후에 분비되는 것은 우유로 구분하고 있다. 유즙 성분은 시간에 따라 크게 변해 초유와 우유는 주성분의 함량이 다른데, 이러한 차이는 초유가 우유보다 다양한 효능을 발현시키고 기능성 소재로 주목 받는 이유라고 할 수 있다(Table 7). 소의 경우, 100% 어미 소의 초유를 통해서 면역, 성장 인자가 공급되기 때문에 초유를 먹지 못한 송아지의 폐사율은 90%에 이를 정도로 소의 초유에는 다량의 면역 성분이 함유되어 있다(Hadorn *et al.*, 1997). 사람은 임신 중 필요한 면역 인자와 성장 물질의 대부분이 태반을 통해 아이에게 전달되며, 출산 후에는 약 3~5일 정도 노란 유즙의 초유가 분비된다. 이 초유에는 다양한 면역글로불린 단백질 성분이 함유되어 있는데, 이 성분들은 면역을 강화시켜 아토피나 알레르기 질환, 감기 등의 감염질환으로부터 영아와 유아를 건강하게 한다고 볼 수 있다.

지금까지 알려진 초유 구성 성분 중 주요 면역 및 성장인자를 살펴보면, 각종 면역글로불린(sIgA, IgG, IgM), 락토페린, TGF- β , IGF, EGF, 사이알릴올리고당 등의 여러 면역 및 성장인자들이 다량 포함되어 있어 갓 태어난 새로운 생명체의 성장 발달을 돕고 외부 환경에 대한 면역학적 방어 체계를 제공하는 매우 중요한 역할을 하고 있다(Monzavi *et al.*, 2002).

결론

성장 속도가 빠른 영·유아 시기는 어느 한 종류의 영양소가 결핍되었을 경우, 여러 가지 문제를 일으킬 가능성이 높은 매우 중요한 시기이며, 신생아 및 영·유아에게 모유를 대신할 수 있는 유일한 영양 공급원인 조제분유는 이러한 측면에서 중요한 의미를 지니고 있다. 한편, 새로운 첨단 과학기술의 발전으로 모유와 우유의 성분 차이에 대한 연구 및 미량 성분에 대한 분석 및 분리 정제가 가능해져 다양한 기능성을 가진 성분의 실체가 규명되어 응용되고 있다. 유청 및 카제인 단백질의 모유 단백질 비율 조정에서 세부적으로 유청단백질의 알파 락트알부민과 베타 락토글로불린의 비율 조정뿐 아니라, 최근 카제인 단백질에서도 구성 성분에 대한 기능성 소재 개발이 진행되고 있으며, 한국인 모유를 기준으로 지방산 비율 조정 및 두뇌 발달 성분인 DHA, AA 등의 강화, 정장기능을 보여주는 올리고당 강화 및 신바이오틱스 등이 지속적으로 연구되고 있다. 현재까지의 연구 결과를 통하여 면역 기능 향상, 두뇌 발달 성분 강화, 영양소의 소화 흡수 개선, 알레르기 저감에 도움을 주는 성분 등이 꾸준히 개발 보강되어 왔으나, 아직도 한국인의 모유에 대한 표준화 작업을 필두로, 모유의 영양학적, 면역학적, 기능적 측면의 연구가 미흡한 실정이므로 이에 대한 기초연구가 지속적으로 진행되어야 한다.

참고문헌

1. Birch, D. G., Birch, E. E., Hoffman, R. and Uauy, R. 1992. Retinal development in very-low-birth-weight infants fed diets differing in omega-3 fatty acids. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 33:2365-2376.
2. Carlson, S. E. 1992. *Recent Advances in Infant Feeding.* Stuttgart. 22-27.
3. Carnielli, V. P., Wattimena, D. J., Luijendijk, I. H., Boerlage, A., Degenhart, H. J. and Sauer, P. J. 1996. The very low birth weight premature infant is capable of synthesizing arachidonic and docosahexaenoic acids from linoleic and

Table 7. Major ingredients and functions of colostrums(Adopted from Clark *et al.*, 1992)

주요 성분	주요 기능
IgG(Immunoglobulin G)	바이러스, 박테리아, 곰팡이와 같은 외부 유해자극으로부터 신체를 보호한다.
Lactoferrin	항균 활성을 통해 세균의 성장을 억제하고, 면역세포의 활성을 촉진한다.
IGF(Insulin like Growth Factor)	정상적인 신체 기능이 형성되도록 세포의 증식과 발달을 조절하며 DNA 합성에 관여한다.
sIgA(secretary Immunoglobulin A)	소화관에서 항원성 외래 단백질의 흡수를 억제하여 장관 면역기능을 향상시킨다.
TGF- β (Transforming Growth Factor- β)	세포의 성장, 분화에 관여하며 면역 시스템을 조절한다.
EGF(Epidermal Growth Factor)	세포의 성장, 분열, 분화를 촉진하며 유전자 합성에 관여하는 신호 전달을 자극한다.

- linolenic acids. *Paediatric Research*. 40(1):169-174.
4. Casey, C. E., Hambidge, K. M. and Neville, M. C. 1985. Studies in human lactation: zinc, copper, manganese and chromium in human milk in the first month of lactation. *Am. J. Clin. Nutr.* 41(6):1193-1200.
 5. Casey, C. E., Neville, M. C. and Hambidge, K. M. 1989. Studies in human lactation: secretion of zinc, copper, and manganese in human milk. *Am. J. Clin. Nutr.* 49(5):773-785.
 6. Clark, E. Grosvenor, Mary, F. P. and Craig, R. B. 1992. Hormones and growth factors in milk. *Endocrine Reviews*. 14(6):710-728.
 7. Decsi, T. and Koletzko, B. 1994. Polyunsaturated fatty acids in infant nutrition. *Acta Paediatrica Supplement*. 83(395): 31-37.
 8. EU. 2006. Commission Directive 2006/141/EC on Infant Formulae and Follow-on Formulae. European Commission.
 9. ESPGAN. 1991. *Acta Paediatr. Scand.* 80:887.
 10. ESPGAN committee on nutrition. 1977. Guidelines on infant nutrition I. Recommendations for the composition of an adapted formula. *Acta paediatr. Scand. Suppl.* 262.
 11. Fomon, S. J. 1974. *Infant Nutrition*, 2nd. W. B. Saunders Company. 118-151.
 12. Gibson, R. A. and Kneebone, G. M. 1981. Fatty acid composition of human colostrum and mature breast milk. *Am. J. Clin. Nutr.* 34:252-257.
 13. Hadorn, U., Hammon, H., Bruckmaier, R. M. and Blum, J. W. 1997. Delaying colostrum intake by one day has important effects on metabolic traits and on gastrointestinal and metabolic hormones in neonatal calves. *Journal of Nutrition*. 127:2011.
 14. Harmsen, H. J., Wildeboer-Veloo, A. C., Raangs, G. C., Wagendorp, A. A., Klijin, N., Bindels, J. G. and Welling, G. W. 2000. Analysis of intestinal flora development in breast-fed and formula-fed infants by using molecular identification and detection methods. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 30:61.
 15. Heine, W. E., Klein, P. D. and Reeds, P. J. 1991. The importance of α -lactalbumin in infant nutrition. *J. Nutr.* 121:277-283.
 16. Jenness, R. 1974. Proceedings: Biosynthesis and composition of milk. *Journal of Investigative Dermatology*. 63(1):109-118.
 17. Jeong, D. W., Kim, E. Y., Yang, E. S., Park, S. K., Park, Y. B. and Moon, K. R. 2005. The difference of serum amino acid and the relationship of serum tryptophan and sleep latency on breast-feeding infants and formula-feeding infants. *The Medical Journal of Chosun University*. 30(2):89-98.
 18. Schaub, Jürgen. 1985. Composition and Physiological Properties of Human Milk.
 19. Kim, E. Y. and Moon, K. R. 2005. Effect of dietary sn-2 position palmitic acid on growth and bone metabolism in formula-fed infants. *Journal of Korean Society of Pediatric Endocrinology*. 2:161-168.
 20. Koletzko, B., Aggett, P. J., Bindels, J. G., Bung, P., Ferré, P., Gil, A., Lentze, M. J., Roberfroid, M. and Strobel, S. 1998. Growth, development and differentiation: a functional food science approach. *Br. J. Nutr.* 80 Suppl. 1:S5-S45.
 21. Koletzko, B., Agostoni, C., Carlson, S. E., Clandinin, T., Hornstra, G., Neuringer, M., Uauy, R., Yamashiro, Y. and Willatts, P. 2001. Long chain polyunsaturated fatty acids (LC-PUFA) and perinatal development. *Acta Paediatrica*. 90(4):460-464.
 22. Koletzko, B., Baker, S., Cleghorn, G., Neto, U. F., Gopalan, S., Hernell, O., Hock, Q. S., Jirapinyo, P., Lonnerdal, B., Pencharz, P., Pzyrembel, H., Ramirez-Mayans, J., Shamir, R., Turck, D., Yamashiro, Y. and Zong-Yi, D. 2005. Global standard for the comparison of infant formula : Recommendations of an ESPGHAN coordinated international expert group. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 41:584-599.
 23. KFDA, Food Regulation. 2008.
 24. Macfarlane, G. T. and Macfarlane, S. 1997. Human colonic microbiota : Ecology, physiology and metabolic potential of intestinal bacteria. *Scand. J. Gastroenterol. Suppl.* 222:3-9.
 25. Makrides, M., Simmer, K., Goggin, M. and Gibson, R. A. 1993. Erythrocyte docosahexaenoic acid correlates with the visual response of healthy, term infants. *Paediatric Research*. 33(4 Pt 1):425-427.
 26. Monzavi, R. and Cohen, P. 2002. IGFs and IGFs: role in health and disease. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*. 16(3):433-437.
 27. Raiha, N. C., Heinonen, K., Rassin, D. K. and Gaull, G. E. 1976. Milk protein quantity and quality in low-birthweight infants: I. Metabolic responses and effects on growth. *Paediatrics*. 57(5):659-684.
 28. Renner, E. 1983. *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*. W-GmbH. 90-129.
 29. Reginald, C. Tsang and Nichols, Buford Lee. 1988. *Nutrition during Infancy*.
 30. CODEX STANDARD FOR INFANT FORMULA(CODEX

- STAN 72-1981, Revision 2007).
31. Thompson, D. K. and Kharb, S. 2007. Aspects of infant food formulation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 6:79-102.
32. Ursula Wachtel. 1990. Ernährung von gesunden Säuglingen und Kleinkindern.
33. Ziegler, R. G. 1989. A review of epidemiologic evidence that carotenoids reduce the risk of cancer. *J. Nutr.* 119(1): 116-122.
34. 이상일, 최혜미. 2003. 영유아영양. 교문사.
-
- (2008년 9월 20일 접수; 2008년 10월 31일 채택)