

## 영유아의 영양소 요구량 산정

안 홍 석

성신여자대학교 가정대학 식품영양학과

### Nutritional Needs and Assessment of Normal Infants

Ahn, Hong-Seok

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

#### 머 리 말

영유아의 빠른 성장과 발달을 도모하기 위해서는 적절한 영양 공급이 무엇보다 중요하다. 영아는 생후 4~6개월경 출생시 체중의 2배가 된다. 이러한 성장 속도는 태아기를 제외하고 출생후 어느 시기 보다 높은 것이다. 빠른 성장이 이루어지는 시기에 영아는 보통 한 종류의 식품 즉 모유 또는 영아용 처방유의 섭취로 모든 영양소를 공급받게 된다. 그러므로 영아의 영양소 요구량을 어느 정도 결정하는 것은 필수적이다. 그렇지 않으면 아기에게 공급되는 유즙이 모든 영양소를 적당한 수준으로 제공해 주는지를 평가할 수 없으며, 유즙 이외의 다른 식품의 보충시기나 종류 등을 평가 할 수 없다.

여러나라에서 보고된 영유아를 비롯한 성장기 어린이에 대한 영양권장량 산정 기준에는 지난 10~20년 동안 상당한 변화가 있었다. 특히 평균 에너지 요구량의 산정값이 감소 경향을 보였다. 대부분의 영양소 요구량 결정은 단지 추정에 의한 것이었으며 현재의 요구량 산정 작업도 과거에 설정된 영양권장량을 근거로 변경이 불가피한 입장이고 앞으로의 영양권장량 책정 역시 변화 될것은 확실하다고 보여지며 가까운 미래에 영양요구량 산정에 기초가 되는 다양한 연구결과와 정보도 계속 축적되어질 것이다.

또한 각 나라마다 식문화배경과 섭취하는 식사의 질이 다르므로 이에 맞게 영양권장량 산정기준이 조정되고 있어서 여러 국가의 영양권장량간에 다소의 차이가 있다. 즉 식이 단백질의 요구량은 식품 단백

질의 아미노산 조성과 소화율에 의존하며 철분 섭취량은 아기가 섭취하는 식사에 함유된 철분의 생체이용율에 크게 의존한다.

한편, 대부분의 영양권장량이나 영양소 요구를 논할 때 누구에게나 관심이 높은 일부 영양소나 독특한 대사과 기능을 갖고 있는 특정영양소가 선별되어 집중적으로 설명되고 있지만 기타의 다른 영양소가 영유아 및 성장기 아동의 건강관리에 덜 중요하다는 것을 의미하는 것은 아니라고 본다.

본 논문에서는 40주 내외의 임신기간을 채우고 출생한 정상적인 영아의 영양소 요구량 산정 및 조제유의 영양소 요구량 그리고 우리나라 영유아 영양에 관하여 비교적 최근에 발표된 국내외 여러문헌의 내용들을 개관하기로 한다.

#### 영아의 영양소 요구량 산정을 위한 연구방법

##### 1. 영아의 영양소 요구량 산정

###### 1) 영아기 영양상태 판정

영아의 영양소 요구량의 결정은 아직 제한된 정보로 인해 어려운 실정이다. 원래 성장측정이 주된 평가 기준이지만 성장의 관찰은 장기간 성장속도의 변화를 측정해야하므로 세밀한 판정은 어렵다. 일반적으로 영아의 영양소 필요량을 평가할 때 이용되는 연구 방법은 크게 네가지로 구분할 수 있다(Tabel 1). 즉, 모유분비량 및 모유조성의 분석, 체조직 중대량 측정, 영양소 대사의 평형연구 그리고 생체시료의 영양소와

**Table 1.** Methodologic approaches for assessing nutritional requirements of infants

Compositional analyses of human milk
Bodily accretion studies
Nutrient balance studies
Metabolic indices of nutrient utilization

대사산물의 농도 측정 등으로 요약할 수 있다(Picciano 1987).

다른 자료가 제한될 경우, 건강 및 영양상태가 양호한 수유부가 분비한 모유의 성분조성과 건강하게 성장하는 모유영양아의 영양소 섭취수준이 영아의 영양소 요구량 결정에 기본이 된다. 모유 및 수유 영양 연구는 영유아기 영양의 이해에 매우 유용한 시발점이 되며, 영유아용 처방유 및 유아식품에도 모유에 함유된 영양소의 종류와 이와 비슷한 양이 포함되어야 한다.

그러나 모유와 인공처방유의 영양소에 있어서 특히 미량원소의 생체 이용율에 차이가 있음이 밝혀졌다. 따라서 영양적 적정성의 지표로써 모유의 화학적 분석에만 의존하는 것이 문제점으로 드러났다.

체조직 증대량 측정 연구에서는 체조직의 영양소 축적량을 측정하는 것으로 장시간에 걸쳐서 수행되어야 하며 이러한 축적량을 만족시키기 위해 요구되는 식사량을 계산하게 된다. 태아와 신생아의 경우 전체 신체조직의 직접적인 화학적 분석으로부터 얻어진 결과들이 여러 영양소의 요구량 산정에 이용되고 있다. 초기 연구자들은 radiosotopes를 사용하여 조직 증대 연구를 하였으나 현재 방사선의 위험이 없는 stable isotopes의 방법론이 발전되면서 체조직 증가량 측정은 영유아 영양 연구에 많이 적용될 것으로 보인다.

평형연구 즉 잘 조절된 상황에서 영양소 섭취와 배설량을 측정하는 평형실험은 성인에게 있어 매우 유용한 도구이다. 성인은 비교적 일관성 있는 상태를 유지할 수 있기 때문이다. 그러나, 영아의 영양소 요구량을 정의 하는데 있어서는 영아가 꾸준한 성장 때문에 확실성이 감소한다. 그러나 이 연구 방법은 영아의 서로 다른 섭취패턴(영양 공급법)간의 영양소 축적량을 평가할 경우 오늘날에도 좋은 장점을 지닌다.

마지막으로 영양생화학의 지식이 축적되면서 혈액 및 체액의 영양소 및 대사산물의 농도 측정은 영유아의 영양소 요구량을 평가하는 데 유용한 지침을 제공한다. 이 방법은 영양소의 이용정도를 측정하기 때문에 점차 이의 적용이 증가할 것으로 사료되지만 혈액내 미량 영양소의 농도는 최근의 섭취량에 영향을 받으며 여러 신체조직의 축적속도가 다르기 때문에 일부 영양소의 결핍 및 과잉의 적절한 판단이 어려울 때도 있다.

### 2) 영아기 영양소 요구량의 주요 결정 요인

영유아의 에너지 및 영양소 필요량 산정에는 일반적으로 1) 체조직의 유지에 필요한 양(신체크기), 2) 새로운 조직 형성에 요구되는 양(성장속도와 체중증가의 내용), 3) 요구량의 개인간변이, 4) 에너지의 경우 신체활동 등의 주요 요인들이 포함된다(Beaton 1985).

영아와 성인의 단위체중 당 신체유지에 소모되는 영양소의 요구량은 현저한 차이가 있다. 영아의 체내 대사기전이 어느 정도 성숙 되면 조직의 대사과정의 진행 즉, 물질의 이화작용을 보상하는 데 필요한 에너지 및 영양소요구량이 성인과 비슷해진다. 체격이 적은 아기는 영양소의 절대 필요량은 적지만 체질량과는 비례적인 함수관계를 갖는다.

또한 출생 후 1개월동안 신체는 매우 빠르게 성장한다. Fomon등(1978)은 8일과 28일 사이에 평균 성장속도 10gm/kg/d를 보여주는데 42~56일경에는 6.5gm/kg/d로 감소되고 84~112일경에는 3.5gm/kg/d, 만12개월에는 1gm/kg/d였음을 제시하였다. 따라서 생후 초기에는 성장이 에너지, 단백질 및 대부분의 영양소 요구량 산정에 주요한 인자가 된다. 평균 성장속도와 체조직의 구성성분에 관한 자료를 근거로 WHO(1985)에서는 단백질의 평균 요구량을 산정했는데, 전체 요구량에 성장속도가 크게 반영되었으며 생후 2개월 이전에는 성장에 필요한 단백질 요구량이 조직 유지에 필요한 단백질 요구량보다 2배 이상이나 높았고 4개월에는 조직유지와 성장에 필요한 양이 동일하다가 만 1세가 되면 성장 요구량은 체조직 유지를 위한 요구량의 절반 가량에 해당된다는 것이다(Table 2).

연령이 증가하면서 성장요구량은 점점 감소하고

## 영유아의 영양소 요구량

**Table 2.** Average protein and energy requirements by age

Age (month)	Theoretical average protein requirement (gm/kg/d)	Average energy requirement (kcal/kg/d)
0-1		124
1-2	2.25	116
2-3	1.82	109
3-4	1.47	103
4-5	1.34	99
5-6	1.30	96.5
6-7		95
7-8	1.25	94.5
8-9		95
9-10		99
10-11	1.15	100
11-12		104.5

Source : WHO(1985)

체조직 유지에 많은 양이 요구된다. 또한 평균에너지 요구량도 4~6개월 사이에 감소하는 데 이것 역시 성장속도의 둔화를 반영하는 것이다.

한편 연령과 성장속도, 체격 등이 비슷한 영유아 간에 영양소 요구량은 차이가 있다. 이러한 개인간 변이는 모든 체내 대사과정에서 나타나는 생물학적 특징일 수 있다. 그러나 개인차의 범위는 확실하지 않다. 대개 에너지와 기타 영양소 요구량의 개인간 변이는 평균값이 15% 표준편차로 계산하고 있다.

영아의 에너지 요구량 결정에는 성인에서와 같이 활동정도가 포함되어야 한다. 현재 아기의 신체활동에 관한 직접 조사된 자료는 찾아보기 힘들지만 Table 2의 에너지 요구량을 보면 6개월 이후 성장속도의 둔화에도 불구하고 에너지 요구량이 상승되는 것은 곧 아기의 신체활동의 증가를 반영한 것이다.

### 3) 영아의 생리적 특성

한국 신생아의 평균 출생시 체중은 남아 3.4kg, 여아 3.24kg이며 대개 10~90th percentiles에 속하는 출생시 체중을 정상으로 간주한다.

태아의 체구성은 임신기간에 따라 현저한 변화가 있다. 임신후반기 태아의 총 체액량은 체중의 85% 이상이나 분만시에는 75%로 감소하고 생후 첫주에는

65%정도가 되며 이러한 체액량의 손실은 주로 피부와 신장을 통한 세포외액량의 감소에 기인한다(Moya 1993).

신생아의 체단백질 함량은 체중의 11~12%이며 체지방함량은 이보다 약간 많다. 따라서 총 에너지 축적량은 약 6800kcal로 이 중 75%는 지방형태로 존재하고 1%는 글리코겐이 차지하고 있다(Uauy 1990).

신생아의 신장조직은 네프론이 충분하나, 기능면에서는 아직 성인보다 미숙하다. 신장의 혈류속도와 사구체여과율이 성인에 비해 저하되어 있고 세뇨관의 기능도 다소 미숙하여 나트륨배설이 많고 포도당이나 탄산염의 재흡수 능이 떨어진다. 노 회석 능은 성인과 비슷하나 긴시간에 걸쳐 배설이 진행된다. 노 농축 능은 제한되어 있어 수분손실이 있더라도 노의 삼투질 농도는 600~700mosmol/l를 유지한다(Lorenz and Kleinman, 1988). 영아의 신장생리 중 특이한 것은 영아의 수분과 신장용질 부담에 영향을 주는 영양소(단백질, 나트륨, 칼륨, 염소, 인) 섭취량에 영향을 줄 수 있다는 점이다.

신생아 및 영아의 위장기관은 sucking과 swallowing기전이 발달되어 있으나 생후 초기 위액분비량은 적고(10ml/kg) 위를 비우는 데 걸리는 시간(gastric emptying)이 지연된다. 영아의 혈액내 gastrin농도가 높은데도 위산분비는 성인에서 보다 적고 위 산도가 낮기 때문에 단백질과 당질의 소화가 영향을 받지만 홀몬, 효소, 면역글로블린과 같은 주요 단백질이 위산벽을 그대로 통과할 수 있게 된다(Euler et al 1997).

## 2. 영양소 요구량

### 1) 에너지

WHO(1985)는 에너지 요구량을 양호한 건강과 성장 및 적절한 신체활동을 유지하는데 필요한 영양으로 정의하고 있다. 영유아와 성장기 아동의 에너지 요구량은 성장속도와 체조직 구성 비율의 차이로 인해 개인별 변이가 대단히 크다. 원칙적으로는 직접 측정된 에너지 소모량으로 부터 영유아의 에너지 요구량을 결정하는 것이 바람직하지만 실제 이를 위한 접근이 매우 어렵다.

그러므로 대부분의 영양권장량 보고서에 제시된

**Table 3.** Estimates of average energy requirements of infants in the first year of life : past and present (kcal/kg/d)

Age (month)	WHO	FAO	USA		Canada		Korea	
	1985	1971	1989	1980	1983	1975	1994	1989
0-3	116	120	108	115	100-120	120	108	115
3-6	99	115			95-100	115		115
6-9	95	110	98	105	95-97	110	93	105
9-12	101	105			97-99	105		105
Average	103	112	103	110	100	112	101	110

Source : WHO(1985) FAO(1973) NRC(1980, 1989)

Dietary standard for Canada(1985, 1983) RDA for Korean(1989, 1994)

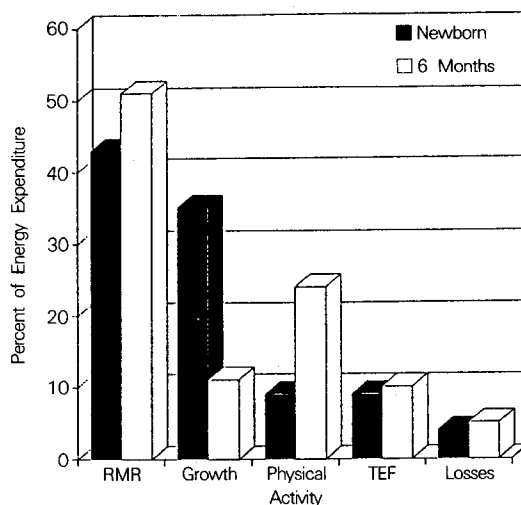
낮은 정상적인 성장속도로 건강하게 자라는 어린이를 대상으로 조사된 영양소 섭취량으로 부터 추정된 것이다(Table 3).

단위체중당 1일 에너지 섭취량은 출생부터 3개월까지 가장 높으며 3~9개월 사이 에너지 섭취량은 감소하다가 9개월 이후 다시 증가하고 있다. 출생 3~4개월 무렵이면 출생시 체중이 2배나 될 정도로 빠른 성장속도를 보이다가 그 이후 9개월 사이엔 이러한 빠른 성장속도가 다소 둔화되고 뚜렷한 신체활동이 시작되기 전이므로 에너지 요구량이 감소하는 것이며 그 이후 기어다니거나 걷기 등 아기의 활동이 증가하면서 에너지 섭취량이 증가한다. 한편 Table 3에서와 같이 최근의 에너지 요구량 산정치가 1970년에 제시된 것 보다 10~15%정도 감소된 것을 볼 수 있는데 이는 보다 정확해진 에너지 섭취량과 소모량의 산정방법에 기인된 것으로 보인다.

영유아기 총에너지 소모량도 열량원인 지질, 단백질, 당질의 이용에서 충당된다. 출생 후 1년동안 평균 최소 에너지 소모량(기초대사)은 1개월 전에는 40 kcal/kg/day이던 것이 그 후에는 60kcal/kg/day까지 증가하며 총에너지 요구량%의 45~50%가량이 된다(Zlotkin 1991). 이는 주로 체온, 호흡, 심박동유지에 쓰이고 특히 기초대사에너지 중 65%는 뇌를 비롯한 간, 심장, 신장 기능 유지에 이용되고 있다. 한편 성장에 필요한 에너지 요구량은 체조직의 단백질과 지질 함량의 축적으로 부터 추산한 결과 0~2개월까지 33 kcal/kg/day, 2~4개월에는 18kcal/kg/day, 5~12개월 사이에는 4kcal/kg/day로 제시된 바 있다(Barness 1985). 일반적으로 총에너지 요구량에 대한 성장에 소

모되는 에너지 비율은 신생아의 경우 40% 내외, 4개월까지는 27%내외, 6개월 정도에는 10%내외, 12개월경에는 5%를 차지하고 있다(Zlotkin 1991, Fomon and Bell 1993). 그 후 2세까지는 성장을 위해 총에너지 중 3%, 3세에는 2%정도로 이용하고 있어서 후반 영아기 이후 에너지 섭취의 대부분은 기초대사와 활동으로 쓰이고 있음을 알 수 있다.

그러나 6개월 이후부터 신체활동이 많아지면서 활동으로 인한 소모량은 에너지 요구량의 10~20%를 차지하는 것으로 나타났다. 즉, Fig. 1에서와 같이 생후 초반에는 기초대사와 성장을 위해 많은 양의 에너지가 쓰이고 6개월 이후에는 신체활동이 에너지 요구량의 산정에 점차 중요한 요소가 된다.



**Fig. 1.** Estimate components of energy expenditure in infants. Data are given as percent of energy expenditure(Source : Zlotkin, 1991).

## 영유아의 영양소 요구량

**Table 4.** Some recent recommended intakes for protein : Average requirement + 2SD(egg or milk protein, g/kg/d)

Age Group	WHO	FAO	USA		Canada		Korea	
	1985*	1993	1989	1980	1983	1975	1994	1989
0-3	—	2.4			2.4 <sup>+</sup>	2.2		3.0
3-6	1.85	1.9	2.2	2.2 <sup>+</sup>	2.0	2.0	2.5	2.7
6-9	1.65	1.6			2.0			2.6
9-12	1.50	1.4	1.6	2.0	1.9	1.4	2.2	2.6

\*Safe level of intake=average requirement+2SD +Including adjustment for dietary quality

Source : WHO(1985) FAO(1973) NRC(1980, 1989) Dietary standard for Canada(1985, 1983)

RDA for Korean(1989, 1994)

### 2) 수 분

이미 언급한 바와 같이 출생 후 1주일 이내에 세포외액량의 감소로 인한 총 체액량의 변화가 뚜렷하다. 체중에 대한 체액량의 비율과 세포내·외액량의 분포는 영아기 동안 계속 변경된다(Friis-Hansen 1961). 건강한 아기의 경우 수분 요구량은 불감손실량, 소변 및 대변으로서의 손실량, 성장으로 인한 수분 손실량을 보상하기 위해 적절하게 조절되고 있다. 적절한 수분섭취는 영양소와 무기질을 소화흡수되기 쉬운 농도로 공급해 주기 위해서도 중요하다. 갈증이 수분섭취의 주요 요인이지만 신생아의 갈증기전은 아직 미비하여 영아는 의지대로 수분섭취를 조절할 수 없다(Moya 1993).

불감손실량은 1.0ml/kg/hr 또는 20ml/kg/day로 추산된 바 있다(Nash 1987). 수분증발은 건강상태, 활동, 대기온도에 따라 변화되며 이 중 1/3가량은 호흡기를 통해 손실되고 그 나머지는 피부로 나간다. 대변으로서의 수분 손실량은 5~10ml/kg/day로 알려져 있고 소변으로서의 손실은 가장 크며 소변량은 질소 및 전해질 배설 정도에 따라 달라진다. 모유의 신장 용질부담은 8mosmol/100ml 또는 10mosmol/100ml 또는 15~22mosmol/100kcal가 된다. 이러한 수준에서는 신생아의 신장기관에 어떤 부담도 주지 않고 뇨의 희석 및 농축을 통해 소변이 배설된다(Moya 1993).

### 3) 단백질

출생 후 체중 1kg당 단백질의 변화 양상은 에너지에서와 유사하나 다소의 차이가 있다. 이러한 차이는 1) 체조직 유지에 필요한 요구량과 비교할 경우 성

장에 필요한 단백질 요구량이 에너지 요구량보다 더 높다는 점과 2) 활동정도가 에너지 요구량에는 영향을 주지만 단백질 요구량에는 별 영향을 주지 않는다는 점을 고려할 때 발생될 수 있다. 그러므로 단위체중당 단백질 요구량은 에너지 요구량보다 개월수에 따라 빠른 속도로 감소한다고 하겠다. 또는 생후 초기에는 단백질 요구량이 에너지 요구량보다 훨씬 높지만 갑자기 감소하는 현상을 보인다. 그러나 단백질의 요구량 결정에는 두가지 다른 요인, 필수 아미노산의 공급과 식이단백질의 소화율을 고려하여야 한다.

Table 4의 산정은 모유아미노산 조정과 소화율이 모유와 일치하는 표준단백질의 필요량이다. 그러므로 모유영양아나 모유화된 영아용 처방유를 섭취하는 일부 인공영양아에게 적용이 되는 수치이다. 이유키 시작되면 다른 고형식품이 소개되며 점차 전체적인 아미노산 조성과 단백질 소화율은 변화가 있을 것이며 이것이 이 시기 요구량 산정에 포함되어야 한다.

아기들이 많이 섭취하는 식품의 단백질 소화율을 정리하면 Table 5와 같다. 영유아의 단백질 요구량 산정은 직접적인 측정과 간접적인 접근방법으로 수

**Table 5.** Some examples of protein digestibility relative to that of egg or milk

Type of food	Relative digestibility(%)
Milk, egg, meat, fish	100
Rice, polished	93
Wheat, whole	90
refined	100
Oatmeal	90
Peas	93
Beans	82

**Table 6.** Average intake of protein by breast-fed infants aged 0-4 months

Age (month)	Breast milk consumed (ml/day)	Protein intake (g/day)	Weight (kg)	Average intakes per day (g/kg/day)
<b>Boys</b>				
0-1	719	9.35	3.8	2.46
1-2	795	9.15	4.75	1.93
2-3	848	9.75	5.6	1.74
3-4	822	9.45	6.35	1.49
<b>Girls</b>				
0-1	661	8.6	3.6	2.39
1-2	731	8.4	4.35	1.93
2-3	780	9.0	5.05	1.78
3-4	756	8.7	5.7	1.53

Source : WHO(1985)

행된 다양한 연구결과에 근거하고 있다. 직접적인 산정 방법에는 1) 모유의 단백질 함량 분석과 모유 섭취량 측정, 영양공급방법에 따른 단백질 섭취량과 단백질 영양상태 평가 2) 임상적 검사와 함께 성장 관찰 및 단백질 대사산물의 측정 등이 있으며, 간접적인 산정에는 WHO보고서(1985)에서 사용한 것과 같은 요인가산법이 있다. 요인가산법은 성장에 필요한 단백질 요구량에 불가피한 손실량을 합한 것이다.

위에 열거한 방법중 건강한 수유부로부터 모유수유를 받는 영유아의 단백질 섭취량을 적정요구량으로 산정하는 것이 일반적이다. 모유영양아는 단백질 영양불량이 없이 신체유지, 성장, 대사기능을 위한 단백질 요구량을 충족하고 있다.

WHO보고서(1985)에 제시된 평균 모유의 단백질 함량은 수유 1개월까지는 1.3g/100ml, 그 이후 성숙유는 1.15g/ml로 우리나라 모유의 단백질농도(송세화 등 1990, 임현숙 등 1993)도 이와 유사하다.

출생부터 4개월동안 건강한 모유영양아의 단백질 섭취량은 Table 6과 같이 개월수에 따라 단위체중당 섭취량은 2.5g/kg/day에서 1.5g/kg/day로 감소하고 있다. 일반적으로 4개월 이후 부터는 모유 이외의 이유보충식이 소개되므로 단백질 요구량의 충족은 이유보충식 섭취에 영향을 받는다. 수정된 요인가산법으로 추정된 단백질 요구량은 6~7개월 1.25g/kg/day, 9~12개월에 1.15g/kg/day로 보고되었다(WHO 1985). 모유섭취량으로부터 계산된 단백질 요구량과

요인가산법의 산정결과는 매우 유사하다고 알려져 있어 현재까지 생후 4개월까지는 정상분만아에게 있어 단백질 요구량을 결정하는데 모유가 표준이 되고 있다. 따라서 모유단백질의 필수아미노산조성이 영유아기 필수아미노산 요구량의 결정에도 모델이 된다 (Table 7).

영유아가 섭취하는 식품 단백질의 질적 문제를 언급할 때에 모유와 비교하게 되며 영아용 처방유를 섭취하는 인공영양아의 경우에도 최근에는 처방유의 아미노산 조성이 모유의 표준조성에 근접하므로 적정 아미노산 요구량 충족에 큰 어려움이 없다고 주장하고 있다. 그러나 조제분유의 단백질 함량이 모유에서

**Table 7.** Average essential amino acid composition of human milk protein compared to cow's milk protein(mg/g crude protein)

Amino acid	Human milk	Cow's milk
Hisidine	26	27
Isoleucine	46	47
Leucine	93	95
Lysine	66	78
Methionine + Cystine	42	33
Phenylalanine + Tyrosine	72	102
Threonine	43	44
Tryptophan	17	14
Valine	55	64
Total	460	504

Source : WHO(1985)

## 영유아의 영양소 요구량

보다 높기 때문에 신장의 용질 부담을 부가하고 혈액과 조직의 아미노산 축적을 초래할 위험성이 크다는 것이 지적되고 있다(Janas et al 1985).

모유와 처방유의 단백질 형태도 다르다. 즉 조제분유에는 유청단백질이 적고 소화율이 다소 떨어지는 카제인단백질이 많다. 또한 처방유에는 락토페린이나 면역글로불린 A 등이 함유되어 있지 않다. 모유에는 일종의 성장요소와 기타의 홀몬이 존재하므로 비록 단백질 함량은 낮아도 정상적인 성장을 도모하는 데 효율이 높아 영유아 발달에 유익하다는 것이 일반적인 인식이다.

### 4) 지 질

신생아와 영아의 위용량은 적기 때문에 영아는 열량밀도가 높은 식품을 섭취하는 것이 필요하다. 모유의 지질 함량은 보통 3~4g/100ml로서 영아가 요구하는 총에너지의 40~50%를 제공한다. 영양상태가 불량한 수유부가 분비한 모유의 지질함량이 1.5g/100ml 정도로 낮게 측정 보고된 바도 있다(Alfin-Slater and Aftergood 1980).

영아의 경우 총에너지 섭취량 중 적어도 30% 이상은 지질로부터 오는 것이 바람직하다고 알려져 있다. 즉, 이 정도의 지질섭취는 에너지 요구량을 충족하면서 필수지방산, 지용성비타민, 칼슘 및 기타 무기질의 흡수를 용이하게 해주며 단백질이 열량으로 이용되는 것을 제한하는 데에도 기여하고 있다. 또한 미국 소아과학회(1976)에선, 섭취한 총지방산 중 10%가량은 다불포화지방산(주로 linoleic acid)이어야 함을 제안한 바 있다.

우유에는 필수지방산의 함량이 낮지만 인공영양아에게서 결핍증이 보고된 바 없다. 간혹 지방이 배제된 정맥주입 영양법이 실시되는 경우와 탈지유를 섭취한 영아에게서 필수지방산 결핍 우려를 언급하고 있고(Caldwell et al 1972) 재태기간 32주 미만인 미숙아를 제외하고는(Holman et al 1982) 필수지방산 결핍증의 예는 드물다. 보통 필수지방산 결핍은 총열량 중 3% 이상되는 범위로 필수지방산 결핍증의 예는 드물다. 보통 필수지방산 결핍은 총열량 중 3% 이상되는 범위로 필수지방산이 섭취되면 방지될 수 있다고 한다(AAP 1985). 필수지방산은 성장 뿐만 아니라 생체막구조, lipotropic activity, 프로스타글란딘 합성 및

콜레스테롤 대사에도 이용된다. 다불포화 지방산의 섭취증가는 vit E의 요구량도 높여주고 영아의 처방유에는 0.71IU Vit E/g linoleic acid의 비율을 권장한다(Fomon 1974). 다른 유즙이나 조제유에서와는 달리 모유에는 탄소수 20개 이상인 고도불포화 지방산인 EPA(20:5, w3)와 DHA(22:6, w6)가 상당량 함유되어 있으며 이들 w3지방산은 세포막 지질의 유동성과 투과성을 좋게 해 주면서 프로스타글란딘 생합성의 전구체로써 생리적 기능을 담당하고 뇌 및 신경조직의 myelinization에 참여하여 두뇌발달을 도모해주고 있다(Simopoulos 1988). 두뇌의 성장발달에 요구되는 w3계지방산의 양 및 w6/w3계 비율은 4~10으로 하면서 w3/LnA의 비율은 1:1로 권장하고 있다(Simopoulos 1988). 반면 다른 PUFA를 공급하지 않고 LnA만을 공급할 경우 총지방산의 2%를 권장하고 있다(Innis et al 1990). w6와 w3계 지방산에 대한 상한선이 제시된 경우 LnA는 총지방산의 3%이하로 EPA와 DHA는 총지방산의 1%이하로 하면서 w3계 지방산의 열량구성비는 2% 이하로 제한 하였고 w6계 지방산은 총지방산의 20% 이하 혹은 열량의 12% 이하를 권장하였다(Carroll 1989).

Harmosh(1998)는 바람직한 영아의 지질섭취량은 3.5~6.0g/kg/day 또는 총섭취 에너지 30~50% 정도라고 제시하였다. w-6와 w-3계 지방산 섭취 권장량은 총에너지 4~12% 또는 w-6지방산(주로 linoleic acid)의 섭취는 0.5~0.7g/kg/day, w-3지방산(주로 linolenic acid) 섭취는 70~150mg/kg/day이 적당하다고 제시되어 있다(Hamosh 1988, Uauy 1990).

한편 탄소수가 많은 장사슬 지방산이 미토콘드리아 막을 통과하기 위해서 carnitine이 요구되며 이는 이들 지방산 산화에 필수 요소가 된다. 신생아는 체조직 내에서 carnitine 합성능력이 제한되어 있고 혈장이나 조직의 농도도 낮지만 모유와 우유에 60nmole/l의 농도로 함유되어 있어 이들 유즙이 가장 우수한 carnitine의 공급원이다. 체내 carnitine의 합성능력이 떨어져도 영아에게서 이의 결핍에 대해선 문제시 하지 않는 것으로 보인다(Broum 1983, Carroll et al 1987).

영아는 모유의 지질 중 85~90%를 흡수하며 장관내 lipase가 지방소화의 50~70%를 책임지고 그 나머지는 모유에 존재하는 bile salt-stimulated lipase가

모유지질 흡수에 기여하고 있다(Worthington-Roberts 1992).

Watkin등의 연구(1974)에서 신생아는 식물성 기름이 함유된 처방유의 총지질 중 13.6%는 흡수되지 않은 채 대변으로 배설되었음을 보고 하였다. Foman (1974)은 버터지방이 첨가된 처방유를 섭취한 영아에게서 지방배설은 총지방섭취량 중 30%였음을 관찰하였다.

최근 1~3개월된 한국영아의 지질대사 연구에서(임현숙 1994) 모유영양아와 인공영양아의 1일 총지질 섭취량은 각각 20g과 29g이었으며 하루 콜레스테롤 섭취량은 모유영양아에서 121mg, 인공영양아에게서 79mg으로 나타났다. 또한 총지방과 콜레스테롤 배설량은 모유영양아에서 낮았으며 외견상 지방 흡수율은 양 그룹 모두에서 97~99%이었다. 모유영양아와 인공영양아의 지질 섭취량에 상당한 차이가 있었으나 혈장지질 농도는 모두 정상범위를 보여주고 있다.

최근 성인과 일부 성장기 아동의 경우에는 저지방, 저콜레스테롤 식사가 동맥경화증, 비만 및 암의 위험요인을 줄이고자 권장되고 있지만(Carleton et al 1991), 만2세 이전의 건강한 영아에게는 바람직하지 못하다는 주장이 지배적이다. 다만 유전적으로 고지혈증의 가족력이 있는 경우를 제외하고는 2세 이전 동맥경화의 증상은 보고된 바 없다(Stray 1989, Newman et al 1991). 또한 저지방 식이로 조기 단유한 쥐에게서 학습능력과 기억력의 저하와 고환의 퇴행성 장애가 보고된 바 있기도 하다(Hahn and Koldovsky 1969). 따라서 성인과 초기 성장기 영유아에 대한 지질요구량 결정과 권장량 설정은 분명한 구분이 있어야 할 것으로 보이며 영유아의 지질 섭취의 무조건적 제한을 막기 위해서 미국 FAD와 USDA는 2세 이하의 영아용 식품의 label에는 지방으로부터 에너지 함량, 포화지방, 콜레스테롤 함량을 표시하는 것을 금지시키고 있다는 것을 보고하고 있다(Lauer 1994).

## 5) 당질과 섬유질

### (1) 당 질

당질은 영유아기 에너지 연구량 중 25~50%를 제공한다. 모유의 에너지 중 40%가량은 당질에서

비롯된다. 모유 및 영아용 처방유의 주요 당질은 유당(lactose)으로 농도는 약 7%내외이다. 유당은 비교적 용해성이 적어 소장에서 서서히 흡수된다. 유당은 장관 내를 산성으로 만들어 줌으로써 영아의 위장에 있는 해로운 세균의 생장을 억제해 주고 칼슘, 인, 마그네슘 등 무기질의 흡수를 증진시켜준다.

모유에는 유당 이 외에 N-acetylneuraminic acid가 함유된 oligo당이 약 10%정도 함유되어 있으며 이는 비피더스의 증식을 도와주는 요소로 인식되어 있다(Harzer and Haschke 1989). 모유가 복합당질을 다량 함유하고 있지는 않으나 아밀라제가 모유에 들어 있고 이는 소장의 pH수준에서 매우 안정하다. 영아의 소장 내에는 췌장의 아밀라제가 소량 존재하므로 모유에 함유된 아밀라제가 포도당 복합체나 전분소화를 돕고 있다.

Lactase는 임신 말 태아기에 발달하지만 신생아의 장내에서 충분히 분비되지는 않는다. 그렇다고 모유영양아의 유당흡수가 곤란한 것은 아니며 신생아기에 모유영양아의 변이 묽은 현상은 당질 흡수의 저하에서 기인 될 수 있다. 유당불내성이 인종에 따라 생후 2~3세에 나타나는 경우가 있다. 제2차적인 유당불내성은 설사 후에 종종 초래되므로 이 경우 유당을 제거한 식사가 제공되어야 한다(Zlotkin 1991).

### (2) 섬유질

모유와 표준화된 영아용 처방유에는 식이 섬유소가 함유되어 있지 않다. 모유영양아가 하루 2~3회, 인공영양아의 경우 하루 1번정도 배변을 하게 되면 식이 섬유소는 요구되지 않는다(Ekval 1992).

생후 3~4개월이 지나면서 모유 이외의 다른 보충식이 소개되는데 이때 주로 식이섬유소가 낮거나 약간 함유된 식품, 예를 들면 쌀로 만든 씨리얼, 과일과 채소가 선택된다. 영아가 유즙 이외의 다른 식품으로부터 열량 중 1/3이상을 섭취하면 당질열량이 점차 증가한다. 만1세경이면 처방유 및 우유섭취가 감소하면서 과일, 채소, 곡류의 섭취가 많아진다. 영유아가 다양한 식품을 경험하면서 식이섬유소 섭취도 증가한다. Table 8에서와 같이 1세에서 3세 사이의 영유아가 과일, 채소 및 곡류 식품을 매일 적당량 섭취하면 건강한 유아의 식이 섬유소 권장량인 하루 8~10g의 섬유소를 섭취하게 된다. 미국 소아과학회는(1993)



## 영유아의 영양소 요구량

**Table 8.** Fiber intake from recommended daily meal pattern for children one to three years of age

Group	Serving size	Recommended servings	Fiber content (gm)
Fruit	1/2 - 1 small	2	2 - 4
Vegetable	1/4 cup	2	2
Grains	1 slice bread 1 cup dry cereal	2	4
		<b>Total</b>	<b>8 - 10</b>

Source : Baker(1994)

영유아의 섬유소 요구량을 0.5g/kg으로 권장 하였으며 사춘기까지 이 양은 점차 증가되어 성인기에는 1일 20~35g이 권장되고 있다. 어린 영유아에게 저지방, 고섬유소 식사는 성장이 빠른 시기에 에너지 섭취부족을 초래할 수 있고 섬유소의 체내 작용으로 인해 식사섭취량이 감소하여 필수영양소의 섭취 제한이 올 수 있다. 또한 과다한 섬유소의 섭취는 칼슘, 아연, 철분의 배설을 증가 시키므로 무기질 대사에 좋지 못한 영향을 줄 수 있다.

### 6) 나트륨

나트륨은 우선적으로 세포외액량을 일정하게 유지하는 기전에 참여하여 정상적인 체액조절과 혈압유지를 담당한다. 그외에도 소화관내에서 아미노산, %타이드, 단당의 흡수를 도와준다.

나트륨은 영아가 주로 섭취하는 다양한 식품에 널리 분포되어 있고 모유에는 수유기간에 따라 169~230 mg/l의 농도를 함유하고 있다(안홍석 등 1992).

Dahl등(1963)은 실험동물 모델로 부터 영유아기에 있어서 소금섭취의 증가가 심장순환계 질환의 위험요인이 될 수 있다는 가능성을 제시하였다. 소금에 민감한 반응을 보이는 쥐에게 상품화된 이유식을 공급했을 때 빠르게 고혈압이 유도되었고 저염식을 주었을 때에는 혈압 변화가 없었다. 이 연구결과는 영아식품의 소금함량의 검토를 자극하였고 또한 상품화된 영아용식품이 소금섭취량 증가에 주요 요인이라는 점을 주지시켰다.

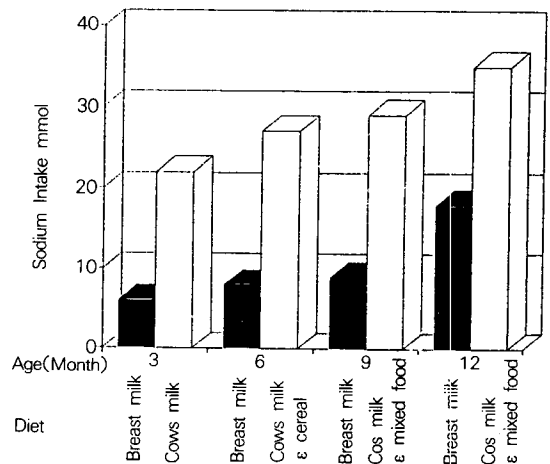
미국 NAS(1971)는 유아 식품 제조시 소금첨가량을 0.25%이하로 권장하였고 1977년이후에는 제조업자들은 소금첨가를 완전히 배제하였다(Johnson 1981).

MaCance와 Widdowson(1957)은 나트륨의 하루 최소 요구량은 성장에 필요한 30~41mg, 피부와 장

관으로의 배설량 23~46mg, 소변으로의 배설량 69~92mg으로 계산 한 바 있다.

1980년 미국 NRC는 영유아의 1일 적절한 나트륨 섭취량을 0~6개월에 115~350mg, 6~12개월에는 250~750mg로 책정하였다. 최근 Finberg와 Beauchamp(1994)는 영아기 나트륨섭취 권장량은 393 mg/day에서 1180mg/day로 월령에 맞추어 증가하도록 하였다. 이양은 소금으로 환산하면 1일 1~3g에 해당된다. 식사 내의 나트륨과 칼륨의 비율이 또한 중요한데 포유동물에 대한 적절한 Na/K비율은 0.25~0.5사이로 알려져 있으나 영유아식사의 Na/K비율은 보통 0.5보다는 크다.

아기 식사 내 나트륨함량은 아기가 주로 섭취하는 유즙의 형태와 이유기에 보충되는 고형식의 내용에 따라 많은 차이가 있다. 영유아가 이유를 하면 하루



**Fig. 2.** Dietary sodium intake calculated for babies at 3, 6, and 12 months according to type of milk. The food described refers to both milk groups. (Source : Boulton, 1987)

나트륨 섭취량은 계속 증가한다. Fig. 2는 생후 3개월, 6개월 그리고 12개월된 영아의 1일 나트륨 섭취량이다. 영아기동안 식사내 나트륨 밀도는 계속 증가하고 있다. 즉, 영유아기 초기 소금이 첨가되지 않은 아기 식품을 섭취할 때에는 51mg/100kcal이던 것에서 131mg/100kcal까지 증가하였다.

Droese등(1973)은 생후 8~10주된 영아와 20~22주된 영아에 대하여 나트륨배설과 축적 양상을 연구하였다. 8~10주된 영아는 1일 나트륨 섭취량이 평균 195mg이고 총 배설량은 152mg이었고 43mg은(섭취량의 22%정도) 축적 되었고, 반면 20~22주에는 섭취량이 222mg이고 이 중 175mg은 유즙으로 섭취된 양이며 배설량은 191mg으로 29mg, 즉 13%가 축적 되었음을 보고하였다.

Guthrie(1968)는 생후 3주 부터 이유보충식을 공급받았던 영아가 13주가 되었을 때 나트륨섭취량은 이유보충식을 5~7주에 시작했던 아기에게 보다 2배가량이나 높았다. 그리고 2개월에 시작한 아기보다는 3배나 더 높았음을 조사 보고하였다. 미국의 영아용 식품의 나트륨농도는 1970년 이후 계속 감소하였으며(Barnes 1981), 이는 곧 아기의 나트륨 섭취량의 감소를 유도한 셈이다.

스웨덴에서는 영아식품의 소금농도는 아기의 성장에 따라 점차 증가하도록 제조되고 있는데 그 예로 3개월에는 식품 100g당 20~50mg, 5~8개월에는 염분이 첨가된 푸레 100g당 130~180mg, 1세에는 100g당 250mg의 농도로 제시되었다(Boulton 1987). 보통 서양의 6개월된 영아가 먹는 식이 나트륨공급원은 Fig. 3과 같이 유즙이 나트륨의 38%를 차지하며 그

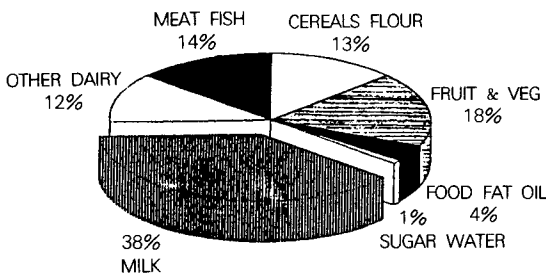


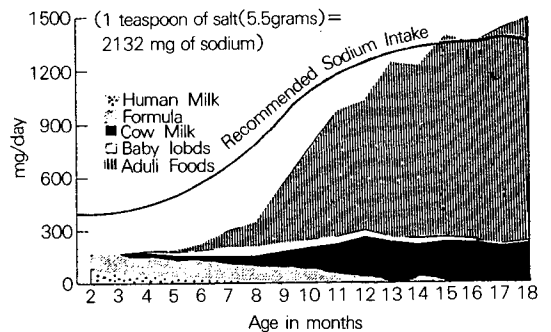
Fig. 3. Sources of sodium in a typical diet of a child aged 6months on a Western diet(Source : Shank etal., 1982).

나머지는 여러 식품으로 부터 비슷한 정도가 섭취되고 있다.

미국에서는 영아용 처방유의 나트륨 함량을 5.8~17.5mEq/100kcal(134~400mg/l)로 권장하고 있다 (FDA 1985). 1977년 영아용 식품제조업자들이 소금 첨가를 배제하면서 영아의 나트륨 섭취량은 25mg/100kcal로 감소하였다. 최근 생후 18개월동안의 미국 영아의 나트륨섭취는 Fig. 4에서와 같이 모유나 처방유로부터 하루 170mg을 공급받고 월령이 증가하면서 새로운 식품의 소개로 나트륨 섭취량이 증가하는 것을 볼 수 있다.

영아의 신장이 출생시부터 비교적 나트륨 처리 능력이 양호하다고 하나 과량의 소금섭취는 혈장과 세포외액의 증가와 혈압상승을 유도 할 수 있다. 영아기의 혈압상승이 성인기에 고혈압 유발에 영향을 주는지는 확실하지 않으나 인공영양아가 모유영양아의 혈압을 유지하려면 46~69mg/kcal의 나트륨 섭취가 바람직하다는 것이다(Finberg and Beauchamp 1994).

Boulton(1987)은 신생아에 대해 2년 동안 영아의 급식패턴과 영양소 섭취량을 조사하면서 1세, 2세, 4세의 혈압변화를 조사하였다. Table 9에서와 같이 모유영양을 보다 오래 계속한 영아가 1세와 2세 때의 혈압이 감소하는 경향을 보였다. 4세에 측정된 혈압은 급식패턴별 뚜렷한 차이가 없었고 또한 이유보충식의 소개 시기도 1세와 2세의 혈압에 차이를 주지 않았다. 영양소 섭취량중 유아의 단위체중당 열량섭취량이



Recommended intake progresses from approximately 400 mg to 1200 mg during the first year.

Fig. 4 Sodium intake of infants and young children two to 18 months of age by food group (Source : Finberg and Beauchamp, 1994).

영유아의 영양소 요구량

Table 9. Systolic blood pressure at 1 and 2 years for boys and girls

	Systolic blood pressure(mean±SD)			
	At 1 year		At 2 years	
	Boys	Girls	Boys	Girls
AF by 3 months	93.5±10 (72) <sup>b</sup>	89.7±12 (77)	84.7±19 (46)	86.0±12 (52)
BF at 3 months, AF by 6 months	90.9±11 (23)	91.0±11 (14)	91.0±12 (14)	90.1±10 <sup>a</sup> (7)
BF at 6 months, AF by 12 months	92.5±11 (36)	87.2±11 (11)	84.8±12 (30)	82.4±10 <sup>a</sup> (26)
BF at 1 year	90.0±4 (7)	84.3±7 (7)	81.8±10 (5)	75.5±6 <sup>a</sup> (4)

a) p<0.05 between the groups ; (BF)breast-fed ; (AF)artificially fed.

b) Numbers in parentheses indicate number of observations Source : Boulton(1987)

혈압과 역의 상관성을 즉, 열량섭취량이 적은 유아에게서 혈압이 다소 상승되었음을 보고하였다.

Whitten과 Stewart(1980)는 28명의 영유아에 대해 소금섭취가 혈압의 변화에 미치는 영향을 살펴보았다. 생후 3개월 부터 5개월간 저염식사시 평균 1일 나트륨량은 323mg/day, 고염식사시엔 나트륨 섭취량이 1570mg/day였지만 4개월, 8개월과 8세 때 측정된 혈압에는 그룹간 차이가 없었으나 고염식사 유아에게서는 세포외액량의 증가와 renin, aldosteron의 농도저하가 나타났음을 보고하였다. Schachter등(1979)도 출생 후 6개월 사이 혈압의 변화와 영아의 섭식 패턴, 에너지 및 소금섭취량과의 상관성을 조사한 바 있으나, 일반적으로 식이요인이 혈압의 변화에 뚜렷한 영향을 주지 않았음을 제시하였으나 백인 유아에게서는 소금섭취량의 증가가 혈압상승에 영향력이 있음을 시사하였다.

현재까지 연구결과들로부터 혈압의 변화는 체중을 포함한 body mass에 가장 영향을 받는 것으로 알려져 있고(Boulton 1987), 영양소 섭취가 혈압에 어떤 영향을 주는지 또는 성장 후 고혈압의 위험요인으로 간주해야 하는지는 아직 결론내릴 수 없다고 본다.

7) 칼슘

출생시 체중 3.5kg인 영아는 체내 30g의 칼슘을 축적하고 있다. 칼슘의 생리적 기능은 세포외액과 내액의 적은 농도로 유리된 칼슘이온에 의해 수행된다. 체내 칼슘중 99%는 뼈에 존재하고 있으며 적절한

뼈의 무기질화와 성장을 도모하기 위해 칼슘섭취는 중요하다.

모유는 11당 320mg의 칼슘을 함유하여 1일 750mg의 모유분비량에는 240mg의 칼슘이 들어있다. 그러므로 첫 6개월 동안 보통 영아는 모유영양을 통해 1일 240~300mg을 공급받지만(Allen 1982, NRC 1989) 인공영양아는 같이 기간에 1일 400mg이 요구된다. 왜냐하면 우유의 칼슘흡수율이 낮기 때문이다.

영아는 뇨로의 칼슘 배설이 극히 적기 때문에(10~40mg/day) 매우 낮은 칼슘섭취시에도 칼슘평형을 유지할 수 있지만 이는 이론적으로만 의미가 있을 뿐이다. 여분의 칼슘이 빠른 골격성장에 필요하며 정상조건에서 그리고 비타민 D의 공급이 적절할 때 영아들은 칼슘 섭취량의 44%까지 축적할 수 있다.

최근 주장은 영아의 칼슘요구는 '모유영양이나 인공영양에 의해 충분히 충족될 수 있다는 것이다. 그러나 Matkovic과 Heaney(1993)가 제시한 영아의 칼슘 최대 체내 축적은 1일 500mg이고 이때의 섭취 임계값이 1090mg/d인점을 감안한다면 여분의 칼슘 축적은 부분적으로는 실제 요구량을 의미할 것이며 이는 더 많은 양의 칼슘이 뼈의 질량 축적에 기여할 것이다.

Lonnerdal(1994)은 여러 영양소섭취 자료로부터 미국 영아의 83%는 칼슘권장량의 2/3이상을 공급받고 있지만 나머지 17%의 영아는 칼슘섭취에 문제가 있음을 제시하였다. 칼슘섭취 수준이 낮은 영아는

**Table 10.** Factors affecting trace element nutrition of infants

Length of gestation
Developmental maturity
Milk content and molecular form of trace elements
Introduction of solid food

유제품의 섭취가 적고 대신 주스와 기타 음료의 섭취가 많았기 때문에 빠른 성장기에 칼슘이 풍부한 식품 및 칼슘의 생체이용율이 다소 높은 유제품의 선택을 강조하였다.

**8) 미량원소**

영유아의 미량원소 영양상태를 평가할 때에는 여러가지 인자들을 고려해야 한다(Table 10).

즉, 재태기간과 관련된 출생시 체내 축적분, 성숙 발달 정도(나이), 유즙(모유 및 처방유)의 미량원소 함량과 생체이용율, 그리고 이유보충식의 소개 등이 영아의 미량원소 영양상태와 관련된다.

**\* 체내축적 :** 미량원소 요구량은 태아의 저장분에 의해 많은 영향을 받는다. 모유는 태아기에 충분한 양의 미량원소를 축적하고 태어난 영아에게 있어서는 필수 미량원소를 적절하게 공급할 수 있으나 태아기에 체내 저장이 부족했던 저출생 체중아와 미숙아에게는 적절한 수준으로의 공급은 어렵다. 주로 임신후반기에 간에 축적되는 구리, 철분, 아연의 저장상태는 출생후 영유아의 이들 미량원소 영양상태에 지대한 영향을 미치며 요구량 산정에 주요 요인이 된다. 태아 조직내 구리 함량 중 80%가량은 임신 후반기에 축적되고 있으며(Widdowson et al 1974), 모유는 하루 0.3mg 정도의 구리만을 제공한다고 보고 되었다. 아연과 철분도 태아의 간에 축적되는 시기와 속도가 이와 비슷하다.

그러나 사람의 태아 간조직은 망간을 축적하지 않으므로 영아의 망간섭취부족은 망간결핍을 초래할 수 있다(Widdowson et al 1972).

**\* 성숙정도(나이) :** 미량원소의 체내 이용정도를 반영하는 혈액의 미량원소 및 이와 관련된 대사물의 농도는 대부분 영아의 출생후 나이에 따라 정상범위가 변경된다. 월령별 혈중 농도의 정상범위를 이해한다면 성장기 미량원소의 영양상태를 판정하는 데 유의할

것이다. 출생 후 첫1개월 동안의 철분이용은 매우 독특하다. 태아기 태반을 통한 제대혈에 비해서 출생 후 폐순환을 하는 신생아 혈액에는 산소량이 증가되어 있어서 출생 초기엔 적혈구 생성이 감소하며 동시에 헤모글로빈 농도가 저하된다. 또한 영아의 적혈구 생성은 성인에서 보다 짧아 헤모글로빈의 이화작용이 빠르게 진행된다. 한편, 이때 철분이 혈액에서 저장 쪽으로 이동되는 소위 재배치가 있게된다. 혈청 내 철분은 대부분 transferrin과 결합되어 있다. 출생시 혈청철분 농도는 저하되어 있지만 2~3개월 동안 계속 증가하는 데 이는 간에서의 transferrin합성능력의 증가와 일치하는 것이다. 구리에서와 같이 식이 철분은 초기 영아기의 이러한 체내 철분 대사에 별 영향력을 주지 못한다고 설명되고 있다(Steckel 1982, Salmenpera et al 1986).

**\* 유즙농도와 생체 이용율 :** 그러나 영아 혈장의 아연 농도는 성인 수준으로 발전적 양상을 나타내지 않는다고 한다. 조제분유를 먹는 인공영양아에게서 혈장 아연 농도가 낮게 보고된 방 있는데 이는 우유 및 기타 처방유와 아연의 생체이용율이 모유의 아연 보다 낮다는 정보와 일치하는 것이다(Lönnnerdal et al 1981, Lönnneral 1985), 생후 첫 3개월동안 혈청 셀레늄농도의 저하 현상도 처방유의 낮은 셀레늄 함량과 관계된다고 알려져 있다. 모유의 셀레늄 농도는 우유의 2배이상으로 모유영양아의 경우에 혈청 셀레늄 농도는 감소되지 않았다는 보고가 있다(Picciano 1987). 미량원소의 생체이용율은 우유나 영아용 처방유보다 모유에서 훨씬 높다는 사실은 여러 연구에서 보고된 바 있다. 특히 모유의 철분과 아연의 생체이용율은 매우 우수하다고 인정되고 있으나 그 외의 미량원소에 대한 모유의 생체이용율에 관한 연구결과는 미비하다.

**\* 이유보충식 :** 이유보충식은 모유로 부터의 철분 흡수를 방해한다는 보고가 있다. 한편 모유의 철분은 같은 양의 우유철분 보다 5배 이상이나 효율적으로 흡수된다. 이러한 연구결과들은 6개월 이후에도 모유에만 전적으로 의존하는 모유영양아에 있어서 철분영양이 만족했다는 연구결과와 이와 상반되는 것으로 모유영양아에게서 6~9개월 사이에 혈청철분, 헤모글로빈 농도의 저하가 관찰된 연구결과를 해석

## 영유아의 영양소 요구량

하는데 모두 인용되고 있다는 것이다. 그러나 건강한 모유영양아에게는 6개월 이전에 철분결핍이 나타나지 않는다는 것이 일반적인 인식이다. Casey등(1981)은 모유와 함께 25mg의 아연을 공급한 결과 우유나 영아용 처방유와 함께 공급하였을 때보다 혈장 아연농도가 크게 증가함을 관찰하였다. 이러한 연구결과는 모유가 이유보충식으로 부터의 아연의 이용성을 증가시키는 것으로 사료되며 이는 철분과는 대조적인 것으로 보인다.

### (1) 철 분

영유아기 철분 영양의 특성 중 하나는 성인과 비교할 때 활발한 적혈구 생성이 식이 철분 공급에 크게 의존한다는 것이다. Dallman등(1980)은 만 1세된 체중 10kg인 영아에 있어서, 식이철분은 헤모글로빈 교체에 필요한 철분 요구량 중 30% 정도를 만족시켜야 하고 반면 성인 남자의 경우 식사로부터의 철분 공급량은 헤모글로빈 교체량의 5%에 지나지 않는다고 계산한 바 있다(Table 11).

또한 영아기 철분영양은 다음과 같은 사항들을 고려하여야 한다. 즉 (a) 영유아는 일반적으로 철분 함량이 낮거나 철분 이용율이 떨어지는 식사를 섭취하며 (b) 미숙아와 조산아의 체조직내 철분 저장량이 감소되어 있고 (c) 빠른 성장에 따른 철분요구량이 크며 (d) 철분 배설이 많다는 점을 감안하여야 한다. 이러한 요인들로 인해 철분 결핍증은 이 시기의 흔한 영양 문제가 되고 있다.

사람의 태아는 철분영양의 관점에서 볼 때에는 모체의 단순한 parasite로써 묘사될 수 있다. 정상적인 임신기간을 채우고 출생한 만기아는 모체의 철분영

양상태가 비록 좋지 않았어도 체내 철분저장상태는 양호한 편이다. 영아의 철분저장량은 체중과 양의 상관성이 있어서 신체가 큰 아기는 태아기에 더 많은 양의 철분을 축적한다(Fig. 5). 출생시 체중이 3.5kg인 영아의 체내 총철분 함량은 268mg으로 체중 1kg당 약 75mg을 함유하고 75%는 헤모글로빈에 분포되어 있다. 미숙아의 철분저장량은 이보다 적기 때문에 보다 일찍이 철분보충이 필요하게 된다(Fomon 1993). 일반적으로 정상적인 영아는 생후 4개월까지는 체내 총 철분함량이 일정하게 유지되므로 식이 철분 공급의 필요성은 적다. 그 후 축적된 철분은 헤모글로빈, 미오글로빈, 효소 철분의 합성에 이용되므로 점차 철분 저장량이 줄어든다. 또한 빠른 성장과 혈액량 증대로 인해 철분 요구량은 커진다(Fig. 6).

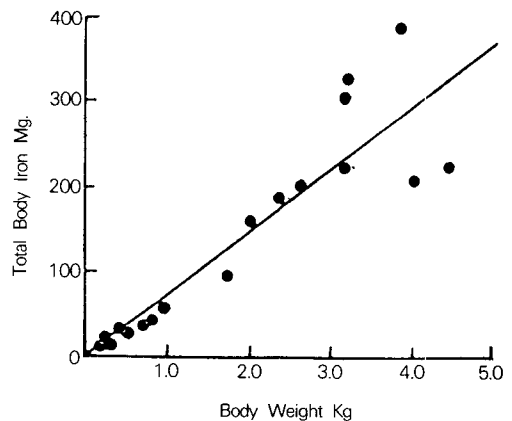
성장에 필요한 철분 요구량의 계산은 정상적인 영아와 어린이의 총 체내 철분 함량의 추산에 근거한다. 철분 저장량은 만기아의 경우 생후 4개월경부터 방출되기 시작하며 미숙아에서는 3~3개월부터 방출된다. 이때 영아가 적절한 철분영양 상태를 유지하는 것은 외부로부터의 식이 철분공급량에 의존하게 된다. Fig. 7에 월령별 헤모글로빈과 적혈구 생성 양상을 나타내었다.

성장을 위해 흡수된 철분의 평균 요구량은 0~12개월에 0.4mg/day, 6~12개월동안 0.53mg/day, 1~2세 때 0.29mg/day, 그 이후는 0.23mg/day(2~8세)로

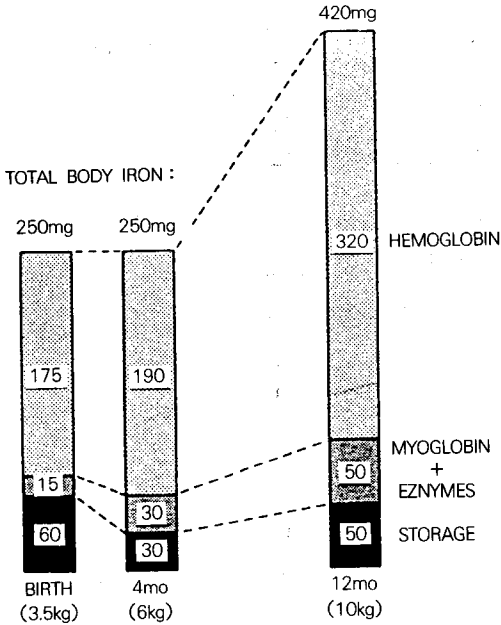
**Table 11.** Greater dependence on dietary iron in the infant compared to the adult male

	1-year-old infant (Wt: 10kg)	Adult male (Wt: 70kg)
Hemoglobin iron(mg)		
in circulation	270.0	2.200
turnover/day	2.3	18
Dietary iron		
assimilated/day(mg)	0.7	0.9
Hgb iron turnover(%)	30	5

Source : Dallman et al.(1993)



**Fig. 5.** Total body iron and body weight in the fetus and the newborn(Source : Widdowson and Spray, 1951).

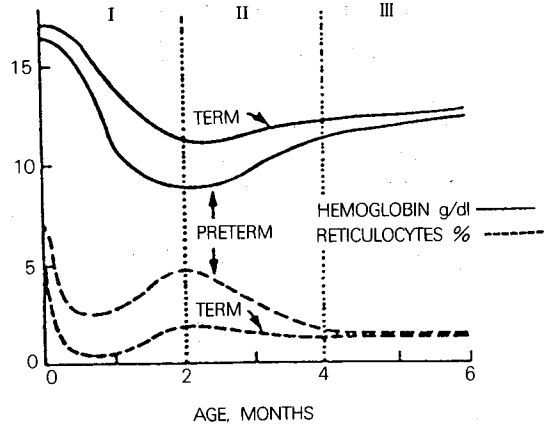


**Fig. 6.** Changes in body iron during infancy. From birth to 4 months, total body iron remains stable and little exogenous iron is needed. Subsequently, large amounts of iron are assimilated to meet the needs of rapid growth and an expanding blood volume Source : Moya(1993).

계산되었으며 청소년기는 혈액량의 빠른 증대와 소년의 경우 Hb농도의 상승이 있어 평균 철분 요구량은 1mg/day로 제시하였다(Dallmon 1980).

사람의 생리적 철분 손실량은 적다. 성인 남자의 연구에서 하루 평균 손실량은 0.9mg이었다(Green et al 1968). 철분배설을 조절하는 기전은 매우 제한되어 있어서 심한 정도의 철분 결핍이나 철분과잉일지라도 배설량은 2~3배 이상 차이가 나지 않는다. 대부분의 철분은 생리적인 출혈이나 세포 이탈의 결과로써 장관을 통해 나가며 영유아의 철분배설량의 정보는 미흡하다. Garbe등(1964)은 3명의 영아에게서 radioisotopic method를 사용해 대변으로 배설된 iron을 측정하여 0.03mg/kg임을 얻었다.

Elian등(1966)은 25명의 2~17개월된 정상아 영유아의 대변에서 <sup>51</sup>Cr-labeled red cells를 이용 blood loss를 측정하였다. 이때 손실량은 0.64ml/day(0.17~2.5ml)로 철분으로 환산하면 0.25mg에 해당된다. Smith와 Rios(1974)는 생후 2년동안 총 철분 배설량을



**Fig. 7.** Three postnatal stages of Iron balance and erythropoiesis. Mean values for concentration of hemoglobin and reticulocyte count are shown for term infants. The duration of the stages is shown for term infants. I : Immediately after birth, the rate of erythropoiesis(reticulocyte count) and the concentration of hemoglobin decrease in response to increased availability of oxygen. Storage iron is augmented. II : At about 2months of age, the concentration of hemoglobin has fallen to its lowest point and the rate of erythropoiesis is increased. Storage iron gradually decreases. III : iron stores become depleted by about 3months of age in preterm infants and by 4months in term infants unless replenished by an adequate exogenous supply of iron(Source : Dallaman et al., 1980).

0.04mg/kg으로 계산하였다. 영아기 생리적 철분 배설량이 철분요구량 계산에서 중요하지 않은 인자로써 취급되지만 사실상 생후 2년동안 철분요구량의 40~50%가 된다는 것이다. 어떤 경우 배설은 정상아의 장관내로의 출혈의 범위에 따라 훨씬 클 수도 있다. 또한 철분 배설량은 생유유를 섭취하는 경우나 설사를 할 때 증가한다.

Steckel(1982)이 흡수 철분의 요구량은 성장에 요구되는 양과 철분배설을 대체하는데 필요한 양으로 산정했을 때 Table 13에서와 같이 0~6개월 0.5mg/day, 6~12개월 0.9mg/day, 1~8세 0.7~0.8mg/day 이었다.

Schulman(1961)은 체내 저장분이 고갈된 후 생후 1년간 흡수된 철분의 요구량을 0.8mg/day로 계산하

영유아의 영양소 요구량

**Table 12.** Estimated requirements of absorbed iron for boys(mg/day)

Age	0-6months	6-12months	1-2years	2-8years
Requirements for growth <sup>a</sup>	0.25	0.53	0.29	0.23
Iron losses <sup>b</sup>	0.24	0.37	0.46	0.56
Total requirements	0.49	0.90	0.75	0.79

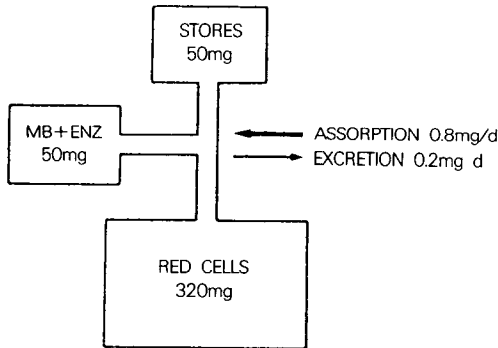
a) Calculated from data by Smith and Rios(1974)

b) Estimated at 0.04mg/kg from 0-2 years and 0.03mg/kg from 2-8years Source : Stekel(1982)

**Table 13.** Potential renal solute load(PRSL) of various milk and formulas

	Nutrients					PRSL	
	Protein	Na	Cl	K	P	mosmol/l	mosmol/100kcal
	g/l			mmol/l			
Human milk	10.0	7	11	13	5	93	14
Milk-based formular	15.0	8	12	18	11	135	20
Soy-based formular	20.0	10	16	21	16	177	26
FDA upper limits	30.0	17	28	34	27	277	41
Whole cow's milk	32.9	21	30	39	30	308	46
Skim milk	34.1	23	33	43	33	326	93

Source : Ziegler and Fomon(1989)



**Fig. 8.** Iron balance at 12 months of age. In contrast to adults, in whom iron absorption balances iron losses, in growing infants, iron absorption is about four times greater than iron losses.

였고 Fomon(1974)은 영아기에 0.7mg/day로, 1~3세 경우 0.8mg/day로 계산하였으며 FAO/WHO의 권장량(1970)은 개인간 변이를 고려한 결과 1mg/day로 이들 계산치보다 높았다. Dallman(1993)은 생후 4~12개월 사이에 성장에 요구되는 양 0.6mg/day와 배설을 보상하기 위한 0.2mg/day를 얻기 위해서 0.8mg/day의 철분이 흡수되어야 함을 강조하였다(Fig. 8).

섭취 권장량은 흡수되는 철분의 요구량을 충족하여야 한다. 이 양은 섭취하는 철분의 생체이용율에

따라 다를 것이다. 영아와 어린이의 식품내 철분 흡수율은 낮은 경우 1~2% 높은 것은 50%에 해당된다. 현재 보고된 권장량은 식품의 철분 흡수율을 10%로 간주한 값이다. FAO/WHO(1988)는 동물성 식품의 중요성을 지적하였다. 여기에서는 총 섭취 열량의 10%이하로 동물성 식품을 섭취할 경우 철분 흡수율을 10%로 계산하였고 만약 동물성 식품이 차지하는 비율이 25%이상일 경우 흡수율을 20%로 계산하였다. 미국 소아과학회(1976)에서는 정상 분만아에 대해 1mg/day의 권장량을 설정하였고 저체중출생아에 대해선 최대 15mg/day(2mg/kg/day)로 권장하였다.

(2) 아 연

출생시 체중이 3.5kg인 신생아의 체내 아연 함량은 53mg으로 추산되면 이 중 90%는 근육, 골격, 간에 존재한다(Fomon 1993). 아연의 분포는 나이에 따라 변경되며 간에 저장된 아연은 신생아의 경우 체내 총 아연 중 25%를 차지하나 성인의 경우는 약 6%정도이다(McCance and Widdowson 1961). 아연은 DNA와 RNA 합성조절 등 대사적으로 중요한 대사 과정에 참여하므로 성장이 빠른 영유아기, 청소년기, 임신기에는 아연 섭취가 충분하여야 한다.

영아 초기의 주요 아연 공급원은 역시 모유로서 11의

모유에 1~2mg의 아연이 함유되어 있고 수유기간이 연장되면서 감소하고 있다(최미경 등 1991). 모유의 아연은 다른 유즙이나 처방유의 아연보다 생체 이용률이 매우 좋으므로 모유영양아는 대체적으로 아연 영양상태가 양호하다고 인식되어 있다. 그러나 두유로 만든 처방유를 섭취하는 인공영양아는 아연의 충분한 섭취가 어렵다. 왜냐하면 두유에는 피틴산이 상당량 함유되어 있어 이것이 아연과 결합함으로써 아연 흡수를 방해한다(Krieger et al 1986).

보통 생후 4개월이 지나면서 모유의 아연 함량이 감소되기 때문에 아연결핍의 우려가 있게 된다. 최근 6~12개월 된 미국 영유아의 아연 섭취량 조사에서 75% 정도의 영유아만이 RDA수준의 2/3이상을 섭취하고 있다(Lonnerdal 1994). 따라서 외형적으로 건강한 아기에게서도 경증의 아연 결핍이 있음을 시사하는 것이다. 아연결핍의 민율만한 판정 방법이 확립되어 있지 못하나, 체내 아연 저장고 고갈되면 식이 아연부하 반응이 빠르게 나타났다. 경증의 아연 결핍 증상으로는 면역기능의 저하, 식욕저하, 성장부진, 미각의 예민도 둔화, 모발의 아연 함량 감소 등으로 보고되었고 심한 증상으로는 피부염, 탈모, 만성설사, 흡수장애 등이 있다(Lonnerdal 1994). 생후 4~9개월에 모유영양아에게 하루 5mg의 아연을 보충하였을 때 성장속도의 둔화 없이 체중과 신장의 증가가 뚜렷하였다는 보고(Walraven 1992)가 있어서 이는 생후 4개월 무렵 모유영양아의 성장속도 둔화가 모유내 아연 농도의 감소로 인한 아연 섭취 부족에 기인한 것일 수도 있음을 시사한다.

### 9) 비타민

비타민 D를 제외하고는 영아의 기타 비타민 요구량은 모유섭취만으로도 만족된다고 알려져 있어서 모유조성에 근거하여 비타민 권장량이 제시되는 것 같다. 모유의 비타민 D 농도는 인종, 자외선 노출, 수유기간에 따라 변화되며 수유부의 비타민 D 불량 상태는 모유의 비타민 농도 감소를 초래한다. 그러나 수유부 식사에 비타민 D 보충이 모유의 농도를 증가시킬 수 있으나 모유영양아의 요구량은 충족시키기에 미흡하다는 보고가 있다(Hollis 1983). 일반적으로는 햇빛 노출이 적은 영아는 1일 400IU의 비타민 D가 권장되며 표준화된 조제유(400IU/l)를 섭취하는

영아는 비교적 비타민 D 영양상태가 양호하다(Specker 1989). 특히 비타민의 요구량은 체내 특수기능에 의존하게 되므로 이들 요구량의 표시에 차이가 있다. 예를 들면 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>12</sub>, 나이아신은 에너지 섭취와 관련지어 표시하며 비타민 B<sub>6</sub>는 단백질 섭취량과 비교하여 표시한다. 그러나 에너지 및 단백질 요구량이 성장속도와 관련되었으므로 이들 비타민의 요구량은 간접적으로는 성장속도와 연관되어 있다고 하였다.

## 영아용 조제유의 영양소 함량

모유영양이 어려운 상황에서 표준화된 영아용 조제유는 인공영양아에게 필요한 모든 영양소를 제공한다. 조제유는 영양소 조성 뿐 만 아니라 영양소의 질적 문제, 체내 이용정도 및 미생물학적 안정시험을 거친 후 시판된다. 또한 영아의 영양소 요구량에 관한 최신의 과학적 지식을 적용하여 모유와 가장 가까운 조제유를 개발하는 데 많은 노력을 기울이고 있다.

이미 오래전부터 조제유의 영양소 함량에 대한 최대허용범위(upper limits)의 설정이 요구되어 왔다. 과다섭취에 따라 직접적인 독성효과를 유발하거나 또는 체조직의 안정성을 감소시키는 일부 영양소의 최대허용치가 제시되었으며 조제유 제조과정에 첨가되는 기타 영양소의 상한선에 관해서는 아직도 많은 논란이 제기되고 있다.

### 1. 조제유의 영양소 함량의 상한성 결정

연구자마다 서로 다른 접근 방법을 통해 조제유의 영양소 함량 상한선이 결정되고 있는데 이때 모유와 우유의 영양소 조성 결과를 적용한 경우보다는 임상 독성 실험이나 생화학적 분석방법이 가장 많이 이용되는 것 같다.

Wharton(1989)은 조제유의 영양소 함량의 최대한도를 결정할 때에 다음과 같은 네가지 사항을 고려하도록 제안하였다.

첫째, 가능하면 기존의 임상학적 독성효과 및 안전성 감소에 관한 연구결과를 이용한다.

둘째, 인공영양아의 체액과 조직의 성분조성이 모유영양아와 현저한 차이를 보여줄 경우 그러한 조제유의 높은 영양소 함량을 경계하여야 한다.

셋째, 조제유 개발시 과다 섭취의 유해가 규명된



## 영유아의 영양소 요구량

바 없는 영양소 일지라도 최종농도의 상한선이 제시되어야 한다.

네째, 특정 영양소 특소성분을 보충할 때 조제유의 최종함량이 모유 또는 우유의 함량을 초과하지 않도록 한다. 등 네가지 원칙을 강조하였다.

### 2. 조제유의 Potential renal solute load(PRSL : 신장용질 부담)

영아가 섭취하는 식사의 신장용질부담은 식이 내 질소, 나트륨, 칼륨, 염소와 인 농도의 합이며 결국 뇨의 삼투질 농도를 결정한다. Table 13에는 유즙 및 처방유로부터 계산된 PRSL을 나타내었다. 수분섭취가 부족하거나 수분배설이 증가하면 뇨농축능은 대단히 커지고 수분대사의 불균형 즉 탈수가 유발된다. 이러한 상황에서 PRSL이 높은 식사는 탈수를 빠르게 한다. Ziegler와 Fomon(1989)은 임상 및 역학적 연구 결과로부터 영아용 처방유의 PRLS이 135~177mOsmol/l 또는 20~26mOsmol/100kcal정도일 때 안정하다고 결론 내린 바 있다. 또한 그들은 조제유의 단백질, 인 함량의 상한선을 각각 3.2g/100kcal과 93mg/100kcal로 제안하였고 이때 최대 PRSL은 221mOsmol/l (33mOsmol/100kcal)을 초과하지 않아야 함을 강조하였다.

### 3. 조제유의 영양소함량의 최대허용범위

#### 1) 단백질

성장 패턴과 혈장 유리아미노산 농도를 근거로 Young과 Pelletier(1989)는 조제유의 단백질 상한선을 3.5g/100kcal이 적정하다고 제안하였다. 특히 Janas등(1984)은 단백질함량이 1.8g/100kcal인 조제유를 섭취하였을 때 모유영양아에서와 유사한 혈장유리아미노산 조성과 성장속도를 관찰한 바 있어서 가능하면 현재 FDA의 기준치(4.5g/100kcal)를 낮추어야 한다는 의견이 지배적이다.

#### 2) 총지방함량 및 다불포화지방산

미국 AAP가 권장하고 있는 영아용 처방유 내 총지방함량은 100kcal당 최저 3.3g, 최대 6.0g이다. 지방함량 6.0g/100kcal는 모유의 지방농도와 비슷하고 흡수도 비교적 잘 되기 때문에 최대 지방허용농도로써 무리가 없다는 지적이다(Widdowson 1989). 조제분유

내 불포화지방산의 상한선의 경우 w-6지방산은 총지방산의 20%, 또는 총에너지의 10%를 초과하지 않도록 권장하고 있고 EAP 그리고 DHA는 총지방산 중 1%를 초과하지 않도록 하며, 총 w-3지방산의 합이 총에너지의 2%를 넘지 않도록 권장하고 있다(Widdowson 1989). w-6지방산은 생물학적으로 활성이 있는 eicosanoids의 전구체이며 식이 w-6지방산 섭취가 많으면 eicosanoids의 합성에 영향을 줌으로써 바람직하지 못한 결과를 초래할 수도 있다. 또한 식이 w-6지방산은 w-3지방산과 경쟁을 함으로써 두뇌 및 신경 발달에 중요한 DHA와 같은 w-3지방산 합성을 방해할 수 있다. 한편, 다불포화지방산의 섭취는 비타민 E의 요구량에 영향을 준다는 점도 감안하여야 한다. w-3지방산과 w-6지방산에서 유도되는 각각의 eicosanoids의 생물학적 특성이 다르므로 식사 내 이 두 지방산의 비율이 적절해야 된다는 것은 잘 알려진 사실이다. 그러나 적절한 비율을 제시하는데 기초가 되는 연구결과는 미흡하다. 신생아의 경우 linolenic acid의 체내이용(DHA로의 전환)이 떨어진다고 해도 아직은 이 지방산이 처방유 내 w-3지방산의 주요 공급원이다.

#### 3) 수용성 비타민

수용성 비타민의 권장량과 독성효과를 유발할 정도의 과다섭취량 사이에는 엄청난 차이가 있기 때문에, McCormick(1989)은 조제유 내 수용성비타민의 상한선의 RDA의 5배 정도가 적당하다고 제안하였다.

#### 4) 지용성비타민

조제유의 최소 비타민 A의 함량이 250IU/100kcal, 최대함량 750IU/100kcal로 권장되고 있다. 200IU/100kcal의 섭취량 시 영아에게서 비타민 A의 독성이 보고된 바 있으므로 건강한 영양에 대한 비타민 A의 상한선을 750~1000IU/100kcal로 제시하기도 한다.

비타민 D의 과량 섭취는 고칼슘혈증을 초래한다고 하나, 1일 400IU(10g)의 섭취는 안전하였다는 보고가 있고 1일 100IU(2.5g)섭취로도 구루병을 예방할 수 있기 때문에 비타민 D의 최대허용량을 결정하기가 어렵다는 것이다. Chesey(1989)도 비타민 D 상한선은 AAP의 기준인 100IU(2.5g)/100kcal의 농도가 현재로서는 적당하다고 보고한 바 있다.

영아에 대한 비타민 E의 독성연구는 거의 수행되어 있지 않으나 비타민 E 25mg/day농도로 장관 및 정맥주입을 하면 혈장 비타민 E 농도가 3.5mg/dl을 초과하며 패혈증의 위험도를 증가시킨다는 보고가 있다 (Phelps et al 1987). 따라서 비타민 E의 섭취 임계수준이하(25mg/kg/day)일 때 안전 수준은 임계수준의 1/2에 해당하는 10mg/100kcal 조제유의 비타민 E 농도는 열량섭취가 125kcal/kg/day를 넘지 않을 경우 200mg/100kcal(30IU/100kcal) 또는 15IU/100kcal가 바람직하다는 제안이 있으며(Bell 1989) 이 농도는

**Table 14.** Guideline on nutrient levels of infant formulas(per 100kcal)

Nutrient	Minimum	Maximum	
Protein	g	1.8	4.0
Fat	g	3.3	6.0
Vitamin A	IU	250.0	500.0
Vitamin D	IU	40.0	80.0
Vitamin E	IU	0.7	—
Vitamin K	µg	4.0	—
Vitamin B <sub>1</sub>	mg	0.04	—
Vitamin B <sub>2</sub>	mg	0.06	—
Vitamin B <sub>6</sub>	mg	0.04	—
Vitamin B <sub>12</sub>	µg	0.15	—
Vitamin C	mg	8.0	—
Nicotinamide	mg	0.25	—
Folic acid	µg	4.0	—
Panthenic acid	mg	0.3	—
Biotin	µg	1.5	—
Sodium	mg	20.0	60.0
Potassium	mg	80.0	200.0
Chloride	mg	55.0	150.0
Calcium	mg	50.0	—
Phosphorous	mg	25.0	—
Magnesium	mg	6.0	—
Iron	mg	0.15	—
Zinc	mg	0.5	—
Copper	mg	0.06	—
Iodine	µg	5.0	—
Manganese	µg	5.0	—
Linoleic acid	mg	300.0	—
Choline	mg	7.0	—
Ca/P		1.2/1	2.0/1

Source : Codex standards of FAO/WHO(1976)

곧 모유(초유)에서 분석된 비타민 E 농도의 최저수준인 60mg/dl에 상당하는 값이다(Ostrea et al 1986). 이와 같이 제안되고 있는 10mg/100kcal란 비타민 E의 상한선은 미국 RDA의 최소기준인 0.5mg/100kcal의 20배인 셈이다.

5) 무기질

무기질 영양을 논할 때 무기질간의 상호작용은 중요한 부분이 된다. 특히 나트륨과 칼륨, 칼륨과 마그네슘, 칼슘과 인 그리고 마그네슘 사이의 길항작용은 이들 영양소의 요구량 결정에 있어서 주의를 필요로 하는 것이다. 미량원소 사이에도 이러한 상호작용이 존재한다. 즉, 아연은 생리적인 정상 농도범위에서도 구리의 이용율을 감소시키며 과량의 칼슘은 아연의 흡수와 이용을 저해한다.

Greer(1989)는 조제유의 무기질 상한선을 칼슘 45~50mg/dl(65~75mg/100kcal), 인 30~40mg/dl(48~58mg/100kcal), 마그네슘 12mg/dl(18mg/100kcal)이 타당하다고 제시했다. 철분의 경우 Lonnerdal(1989)는 현재 3.0mg/100kcal를 2.1mg/100kcal로 낮출 것을 제안하였으며 Hambidge와 Krebs(1989)가 제시한 아연 구리 및 망간의 상한선은 100kcal당 각각 1.5mg, 200µg 그리고 50µg이었다.

다음 Table 14에는 FAO/WHO(1976)에서 권장하는 조제분유의 영양소의 최소와 최대함량 수준을 제시하였고 아울러 Table 15에는 우리나라에서 시판되는 조제분유의 영양소 조성을 열량 100kcal를 기준한 영양소 밀도로 나타내었다.

한국 영유아에 대한 영양연구의 현황

1. 모유 분비량

모유 분비량 측정은 test-weighing방법을 사용하였으며 대부분의 연구에서 영아의 모유섭취량과 모유분비용량을 동일하게 취급하였으나 최근 이(1994) 및 금(1994)의 연구에서는 아기의 모유 섭취량에서 모유성분 분석용 시료, 수유도중 흘린 양, 수유 후에 짜버린 유방에 남아있는 유즙양을 합하여 모유 분비량을 산정하였다(Table 16).

이때 모유 분비량은 수유기간이 연장되면서 증가하였고, 수유 초기 모유 섭취량은 총 분비량의 80%

영유아의 영양소 요구량

**Table 15.** Contents of nutrients of human milk and formulas in Korea(per 100kcal)

Nutrient		Human milk	Namyang	Maeil	Pasteur
Protein	g	2.1	3.5	3.2	3.3
Fat	g	4.9	4.7	5.0	4.7
Carbohydrate	g	—	9.8	10.6	11.2
Vitamin A	IU	—	277.8	358.6	302.4
Vitamin D	IU	—	74.1	69.7	80.6
Vitamin E	IU	—	1.2	1.0	—
Vitamin B <sub>1</sub>	mg	—	0.07	0.08	0.10
Vitamin B <sub>2</sub>	mg	—	0.11	0.14	0.18
Vitamin B <sub>6</sub>	mg	—	0.06	0.06	0.06
Vitamin B <sub>12</sub>	µg	—	0.37	0.40	0.24
Vitamin C	mg	—	9.26	9.96	12.1
Nicotinamide	mg	—	0.93	1.0	—
Linolenic acid	mg	—	—	2.8	2.42
Calcium	mg	47.9	92.6	111.6	121.0
Phosphorous	mg	20.8	55.6	59.8	70.6
Iron	mg	0.04	1.57	1.39	1.40
Zinc	mg	0.39	0.48	0.54	0.63
Coper	mg	0.43	0.63	0.64	0.60

**Table 16.** Milk yield(g/24hr) in Korean lactating mothers

Stage of Lactation(month)	Lee & Kim <sup>a)</sup> (1991)	Choi & Kim <sup>a)</sup> (1991)	Sull et al <sup>b)</sup> (1992)	Lee <sup>b)</sup> (1994)	Keum <sup>b)</sup> (1994)
0.5	528	502	634	639	608
1	652	692	810	789	724
2	704	697	847	871	841
3	746	684	840	843	798
4	707	757	844	848	—
5	662	703	810	851	—
6	—	—	732	—	—

a) : milk intake b) : milk yield

내외이고 1개월 이후 모유 섭취량은 분비량의 85% 이상이었음을 보고하였다. 이(1994)와 금(1994)은 수유부 및 영아의 일반사항이 모유 분비량과 무관하였음을 보여 주었으나 수유부의 에너지 섭취는 모유 분비량과 양의 상관성이 있음을 제시하였다.

2. 모유의 영양소 함량

최근들어 우리나라에서도 모유의 성분조성에 관한 연구가 활발히 수행되어지고 있다. 1980년대부터 현재까지 정상적인 임신기간을 채우고 정상 체중아를 분만한 건강상태가 양호한 어머니의 유즙에서 분석한

영양소 함량을 초유(분만후 1~5일), 이행유(분만후 7~10일)와 성숙유(분만후 15일 이후)로 구분하여 Table 17에 정리하였다. 또한 Table 18에서는 한국인의 모유와 외국에서 보고된 모유의 영양소 조성을 비교하였다.

1) 에너지

모유의 에너지 함량은 주로 지질농도에 의존하며 초유에서보다 열량가가 높다. 모유의 에너지 함량은 semimicro calorimeter를 이용하여 직접 측정하거나 유즙의 지질, 당질 및 단백질 농도에 conversion fac-

**Table 17.** Nutrient content of human milk in Korean lactating women\*

Constituent (per 100ml)		Colostrum < 5 days	Transitional 7-10 days	Mature 15 days <	Source
Energy	kcal	51.9	55.9	62.9	10, 11
Lactose	g	6.2	6.9	7.0	10, 11
Total nitrogen	mg	397.0	317.0	244.0	11, 14
Protein N	mg	348.0	272.0	202.0	14
NPN	mg	53.0	50.0	40.0	14
Protein	g	2.3	1.9	1.3	9, 10, 11, 14
Total lipid	g	1.9	2.5	3.1	3, 10, 11, 13
Total cholesterol	mg	16.2	16.0	16.6	3, 11, 13
Vitamin E	µg	838.0	661.0	402.0	16, 13
<b>Minerals</b>					
Calcium	mg	34.7	33.1	30.1	1, 2, 7, 12, 16
Phosphorus	mg	9.3	14.0	13.1	1, 2, 7, 12, 16
Magnesium	mg	4.8	3.9	3.6	1, 2, 7, 12, 16
Sodium	mg	34.2	30.2	21.4	1, 8, 12
Potassium	mg	46.8	50.7	38.9	1, 8, 12
<b>Trace elements</b>					
Iron	µg	33.0	31.0	25.0	2, 4
Zinc	µg	415.0	390.0	248.0	2, 4, 5
Copper	µg	21.0	34.0	27.0	2, 4
Manganese	µg	2.4	2.4	1.5	2, 4
Molybdenum	µg	3.5	4.4	3.3	2, 4
Selenium	µg	—	1.2	1.1	5
Nickel	µg	6.2	2.2	1.7	2

\*Mean of mean values in the literatures

Source : 1. Ahn et al(1992), 2. Ahn and Choi(1993), 3. Choi et al(1991)

4. Choi et al(1991), 5. Keum(1994), 6. Lee(1994), 7. Lee et al(1982)

8. Lee et al(1982), 9. Lee and Kim(1988), 10. Lim et al(1993)

11. Moon et al(1992), 12. Moon et al(1993), 13. Moon et al(1993)

14. Song et al(1990), 15. Sull et al(1990), 16. Yoon et al(1991)

tor를 곱하여 간접적으로 평가한다. 후자의 방법은 계산에 근거하므로 유즙의 macronutrients 분석이 정확해야 하며, 당질 중 젓당농도만을 포함시킬 때 에너지 함량이 과소 평가될 수 있다는 점을 감안하여야 한다. 모유의 에너지 함량에 대한 data를 서로 비교할 때 연구자마다 conversion factor가 약간씩 차이가 있다는 것도 고려하여야 한다. 한국인 모유의 성숙유내 에너지 함량은 외국 수유부의 에너지 함량보다 낮으며 이는 모유의 지질 함량의 차이에서 비롯된 것으로 사료된다. 모유의 에너지 함량에 대한 data를 서로 비교할 때 연구자마다 conversion factor가 약간씩

차이가 있다는 것도 고려하여야 한다. 한국인 모유의 초유와 성숙유내 에너지 함량은 외국 수유부의 모유내 함량보다 낮았으며 이는 모유의 지질 함량의 차이에서 비롯된 것으로 사료된다. 모유 에너지 섭취량은 450 kcal로 권장량의 70% 수준이었으나 이때의 체중은 한국 소아 발육 표준치에서 벗어나지 않았다. 따라서 모유가 영양의 성장과 발달을 도모하기 위해 체내에서 효율적으로 이용되었던 것을 짐작할 수 있다.

## 2) 총 질소 및 단백질 함량

모유 분석의 초기 연구에서는 단백질 함량을 Kjeldahl법으로 분석한 총 질소 농도로 부터 단백질계수 6.25

영유아의 영양소 요구량

**Table 18.** The composition of 100ml mature human milk

Constituent (per 100ml)		Ahn (1994)	Macy & Kelly (1961)	Fomon (1974)	DHSS (1977)	Casey & Hambidge (1983)
Energy	kcal	62.9	71	75	70	70
Lactose	g	7.0	7.0	6.8	7.4	7.3
Total nitrogen	mg	244	—	—	210	171
Protein N	mg	202	—	—	—	129
NPN	mg	40	39	32	46	42
Protein	g	1.3	1.2	1.1	1.1	0.9
Total lipid	g	3.1	3.8	4.5	4.2	4.2
Total Cholesterol	mg	16.6	—	—	16.0	16.0
Vitamin E	µg	402	—	—	350	315
Minerals						
Calcium	mg	30.1	33	34	35	28
Phosphorus	mg	13.1	15	14	15	15
Magnesium	mg	3.6	4	4	2.8	3.0
Sodium	mg	21.4	15	16	15	15
Potassium	mg	38.9	5	51	60	58
Trace elements						
Iron	µg	25	150	50	76	40
Zinc	µg	248	530	300-500	295	166
Copper	µg	27	40	40	39	35
Manganese	µg	1.5	—	—	—	0.4-1.5
Selenium	µg	1.1	—	—	1.4	2.0
Nickel	µg	1.7	—	—	—	2.0

또는 6.38을 곱하여 산출하였으나 Hambræus 등 (1978)은 모유의 총 질소 중 단백질은 75% 정도였음을 보고하였고 Lönnerdal 등(1976)은 아미노산 분석법을 이용하여 스웨덴 수유부의 모유시료에서 0.8~0.9g/dl를 얻었다. 제시한 한국인 모유의 단백질 함량은 송 등의 보고를 제외하고는 NPN을 고려하지 않고 총 질소 함량으로 부터 단백질 농도를 계산한 값들의 평균이었기 때문에 다소 높은 것으로 보인다.

모유의 단백질소에 대한 Whey단백질소와 casein질소의 비율이 60:40으로 제시되고 있으나 송등은 한국인 모유 중 초유에서는 55:45, 성숙유에서는 34:66으로 보고하였다. 초유, 이행유 및 성숙유의 평균 비단백 질소 함량은 각각 53mg/dl, 50mg/dl, 36mg/dl로 총질소 중 13-18%를 차지하였다.

3) 총지질, 지질성분, 총 콜레스테롤과 지방산, Vit.E  
모유의 지질함량은 다른 성분보다 변화가 심하다.

그러므로 모유의 채유방법이나 시료의 저장 조건 및 지질의 추출방법의 표준화가 시급하다. 가장 만족스러운 모유의 지질 성분 분석은 24시간 동안 분비된 모유시료에서 이루어져야 하나 실제 우리나라 수유부를 대상으로 이러한 모유시료의 채유는 매우 어려운 상황이다.

외국에서 보고한 모유의 평균 총 지질 함량은 2.6~4.3g/dl이며 4.0g/dl가 일반적으로 인용되는 모유의 총 지질 농도이다.

Table 18에서 보는 바와같이 한국인 모유의 총 지질 농도는 외국의 data와 비교해서 낮은 수준이었는데 분만후 수유기간이 지나면서 지질농도가 대부분의 연구에서 모유시료의 채유가 오전에 실시되었고 최 등과 문 등의 연구를 제외하고 지질농도가 낮게 분석되는 수유하기 직전의 formilk를 시료로 한 것이 그 원인 중 하나일 수 있다.

최 등(1991)이 분석한 초유와 성숙유의 지방산

조성을 보면 수유기간동안 포화지방산은 초유보다 성숙유에서 높았으나 일부 다불포화 지방산은 초유에서 더 높았다. w3계인 EPA와 DHA도 상당량 발견되었고, P/S ratio인 0.36과 비슷하였다. w6/w3비율은 평균 10.6으로 나타났다. 모유의 DHA 함량은 평균 0.55%로 미국 및 서독에서 보고한 0.1~0.2% 높았는데 식생활과 관련지어 볼 때 우리나라 사람들은 DHA 함량이 높은 등푸른 생선을 비교적 많이 섭취하는 것과 유관하다고 사료된다.

모유의 총 콜레스테롤 함량에 대하여 최 등(1991)은 초유와 성숙유의 평균농도를 11.6~16.0mg/dl 범위로 보고하였고, 문 등(1993)은 17~21mg/dl로 제시하였다. 외국 문헌에서 성숙유의 콜레스테롤 농도는 10~22mg/dl로 한국인 모유내 콜레스테롤 농도와 유사한 수준이었다.

최근 문 등(1993)이 보고한 모유의 비타민 E 농도는 수유기간에 따라 감소하였으며 초유, 이행유, 성숙유에서 각각 838 $\mu$ g/dl, 648 $\mu$ g/dl를 제시하였다. Table 19에서 정리한 한국인 성숙유내 비타민 E 함량은 미국, 스웨덴, 독일인 유즙에서 분석한 250~470 $\mu$ g/dl의 범위에 포함되나 이들의 평균 농도보다는 높았다. 이와같이 우리나라 모유의 비타민 E 함량이 외국 유즙에서 보다 높은 것은 이들 유즙내에서 보다 더 높았던 P/S와도 일치하며 성숙유보다 초유의 높은 비타민 E 농도 역시 초유의 다불포화지방산의 조성 비율이 높았던 것과 상관성이 있다고 간주된다.

#### 4) 젖 당

젖당은 모유의 주요 당질이다. 문등은 초유, 이행유와 성숙유의 평균 젖당 함량이 각각 6.51g/dl, 6.90g/dl와 7.14~7.50g/dl로 수유기간이 경과하면서 증가하였음을 관찰하였다. Ferris등(1988)도 모유중의 젖당 함량은 6.25~7.01g/dl로 보고 하였다. Lönnerdal등(1976)은 모유에서 분만후 첫 1개월동안 5.93g/dl에서 7.02g/dl의 젖당농도를 제시하였다. 그외의 다른 연구자들도 성숙유의 젖당함량은 평균 7g/dl로 보고하였다.

#### 5) 무기질 및 미량원소

- 주요무기질 : Ca, P, Mg, Na, K

모유의 무기질 및 미량원소 농도는 개인차가 비교적

크게 나타나고 있으나 여러 연구자들이 보고한 평균 함량은 유사하다. Table 19에서 보는 바와 같이 대부분의 무기질들의 함량은 수유기간이 경과하면서 감소경향을 보여준다. 한국인 모유의 초유, 이행유 및 성숙유의 칼슘 함량은 347, 331과 301mg/l로 나타났다. Iyengar(1985)가 여러 문헌의 결과를 평균한 칼슘 농도는 초유에서 306mg/l, 이행유의 경우 370mg/l와 성숙유에서는 268mg/l이었다.

인의 평균농도는 80~140mg/l였으며, 외국의 결과에서는 평균 인의 농도를 140~150mg/l로 제시하였다. 모유 중 마그네슘의 평균 농도는 초유에서 4.8mg/dl, 이행유에서 3.9mg/dl 그리고 성숙유에서 3.6mg/dl였고, 흔히 인용되고 있는 마그네슘 농도는 4.0mg/dl이다. 모유의 나트륨 함량은 분만 후 초기에 분비된 유즙에서 높았으며 우리나라에서 보고된 모유의 나트륨 함량은 미국인 수유부의 모유에서 분석한 10~50mg/dl보다 높았다. 칼슘의 농도는 수유기간에 따라 일관성 있게 변화되지는 않았으며, 초유의 평균 칼슘 농도는 46.8mg/dl 성숙유에서는 38.9mg/dl였다. 성숙유의 칼슘 농도는 외국의 결과보다는 낮은 경향을 보여주었다.

#### • 미량원소 :

한국인 모유 시료에서의 미량원소 분석 결과는 아직 미흡하다. 모유의 철분 함량은 초유에서 33 $\mu$ g/dl, 이행유에서 31 $\mu$ g/dl, 그리고 성숙유의 경우 21~28 $\mu$ g/dl로 수유기간이 연장되면서 감소하였다. 미국 및 스웨덴 수유부의 초유와 이행유의 철분함량은 50~97 $\mu$ g/dl로 보고되어 있으며, Macy와 Kelly가 1961년에 보고한 성숙유의 철분 농도는 150 $\mu$ g/dl로 일부 우리나라 모유 시료내 철분 농도는 이들 결과보다 낮았다. 아연함량은 초유에서 415 $\mu$ g/dl였고, 이행유와 성숙유에서는 390 $\mu$ g/dl와 248 $\mu$ g/dl였으며, 여러지역에서 보고한 연구결과들 사이에도 많은 차이가 있었다. 모유중 평균 구리 농도는 21~34 $\mu$ g/dl로 다른 보고치 보다 낮은 경향이였다. 기타 망간, 몰리브덴과 니켈의 모유내 농도는 변화가 컸다.

#### 맺 음 말

영양 및 건강상태가 양호한 수유부로부터 분비된

## 영유아의 영양소 요구량

모유가 정상적인 재태기간을 채우고 출생한 건강한 영아의 모든 영양적 요구를 만족 시킨다는 것은 이미 오래전부터 인식되어 왔으며 영아용 처방유의 조제도 모유의 성분에 근거하였으므로 건강한 인공영양아의 영양적 요구를 어느정도 충족할 것으로 보이지만, 영양소 요구량을 산정하고 이를 적용하는 데에는 많은 주의가 요구된다.

영아기의 영양소 요구량의 범위는 비교적 넓기 때문에 영양권장량은 개인에 대한 개략적인 영양관리 지침으로써 적용될 수밖에 없다. 아기의 건강과 복지, 활동 및 학습능력의 유지를 위해 적절한 영양관리가 필요하다고 볼 때 영유아의 섭식에 대한 적절성 평가는 특수한 관찰이 요구되며 영양 이외의 요인들도 함께 검토되어야 한다. 즉, 성장속도, 유전적, 대사적, 환경적 요인 및 아기의 신체활동 양상 등이 영양소 요구량에 영향을 준다는 점과 아기쪽 요인과는 별도로 모유분비량, 모유의 영양소 함량 및 기타 요인도 소화흡수에 영향을 줌으로써 모유 이외의 다른 유즙 섭취시의 영양소 요구량 결정에 변수가 될 수 있음을 감안하여야 할 것이다.

본문에서 논의한 바와 같이 영아의 적절한 영양을 보장하기 위한 영양권장량을 설정하는 데 있어서 기초적인 연구결과 또는 정보가 너무나 부족한 상태이므로 이러한 Workshop이 접근하기가 비교적 어려운 영유아를 대상으로 한 영양연구 활성화에 좋은 계기가 되기를 바라마지 않는다.

### Literature cited

- 1) 금혜경. 수유기간별 모유 분비량과 모유중 selenium 및 zinc 함량 변화에 관한 연구. 단국대학교. 1994
- 2) 문수재 · 강정선 · 이민준 · 이종호 · 안홍석. 수유기간에 따른 모유의 다량무기질 농도변화에 관한 연구. *한국영양학회지* 26 : 1098-1109, 1993
- 3) 문수재 · 안홍석 · 이민준 · 김정현 · 김철재 · 김상용. 수유기간에 따른 모유의 총지질, 총콜레스테롤 및 비타민 E 함량과 총지방산 조성의 변화에 관한 연구. *한국영양학회지* 26 : 758-771, 1993
- 4) 문수재 · 안홍석 · 이민준 · 강정선 · 송세화 · 최문희. 수유기간에 따른 모유의 총질소, 총지질 및 젖당함량 변화와 모유영양아의 에너지 섭취에 관한 연구. *한국영양학회지* 25 : 223-247, 1992
- 5) 설민영 · 이종숙 · 김을상. 서울지역 수유부의 모유의 수유기간별 칼슘, 인, 마그네슘 함량에 관한 연구. *한국영양학회지* 23 : 115-129, 1990
- 6) 설민영. 수유기간별 모유분비량과 모유중 비타민 A 함량변화에 관한 연구. 단국대학교 박사학위논문. 1992
- 7) 송세화 · 문수재 · 안홍석. 수유기간에 따른 모유의 성분함량 변화와 수유부의 섭식태도 및 영아의 성장발육에 관한 생태학적 연구. *한국영양학회지* 23 : 179-186, 1990
- 8) 안홍석 · 최미경 · 표영희. 수유기간별 모유의 주요 무기질 및 미량원소 함량변화. *한국영양학회지* 25 : 123-131, 1992
- 9) 안홍석 · 홍희정. Preterm milk의 총지질, 총콜레스테롤 함량 및 지방산 조성변화에 관한 연구. *한국영양학회지* 27 : 215-227, 1994
- 10) 이연주 · 김을상 · 최경순. 채식수유부와 모유중 수유기간별 칼슘, 인, 마그네슘 함량에 관한 연구. *한국영양학회지* 26 : 974-981, 1993
- 11) 이정실. 수유기간별 모유분비량과 모유중  $\alpha$ -Tocopherol 함량 변화. 단국대학교 1994
- 12) 이종숙. 한국인 모유 수유기간별 비중, 총고형분 및 단백질 함량의 변화. *한국영양학회지* 21 : 129-133, 1988
- 13) 이종숙 · 김을상. 수유기간별 모유분비량과 수유양식에 관한 연구. *한국영양학회지* 21 : 129-133, 1988
- 14) 임현숙 · 이정아 · 허영란 · 이종임. 모유영양아와 인공영양아의 에너지, 단백질, 지방 및 유당섭취. *한국영양학회지* 26 : 325-337, 1993
- 15) 임현숙 · 허영란. 모유영양아와 인공영양아의 지질 대사. *한국영양학회지* 27 : 429-441, 1994
- 16) 최경순, 김을상. 수유기간별 모유분비량과 수유양식에 관한 연구. *한국영양학회지* 24 : 48-57, 1991
- 17) 최문희 · 문수재 · 안홍석. 수유기간에 따른 모유의 성분 함량변화와 수유부의 섭식태도 및 영아의 성장발육에 관한 연구 II 모유의 지질 함량에 관한 연구. *한국영양학회지* 24 : 77-86, 1991
- 18) 최미경 · 안홍석 · 문수재 · 이민준. 모유의 철분, 아연 및 구리함량과 모유영양아의 모유와 미량원소 섭취량에 관한 연구. *한국영양학회지* 24 : 442-229, 1991
- 19) 한국인 영양권장량. 5차개정. 고문사. 1989
- 20) 한국인 영양권장량. 6차개정. 고문사. 1994
- 21) Alfin-Slater RB, Aftergood L. Fats and other lipids. In : Codhart RS, Shills ME, eds. Lipis. In modern

- nutrition in health and disease. 5th ed. Philadelphia : Lea & Febiger, pp134-136, 1980
- 22) Allen LH. Calcium bioavailability and absorption : A review. *Am J Clin Nutr* 35 : 783-808, 1982
  - 23) American Academy of Pediatrics, Committee on Nutrition. Commentary on breast feeding and infant formulas. *Pediatrics* 57 : 277-285, 1976
  - 24) American Academy of Pediatrics, Committee on nutrition. Carbohydrate and dietary fiber. In : Pediatric nutrition hand book, 3rd. ed. Barress LA.ed. Barnes LA, pp100-106, 1993
  - 25) American Academy of Pediatrics, Committee on Nutrition. Nutritional needs of low-birth-weight infants. *Pediatrics* 75 : 976-, 1985
  - 26) Baker SS. Introduce fruits, vegetables and grains, but don't overdo high-fiber foods. *Pediatric Basics* (Gerber) 69 : 16-18, 1994
  - 27) Barnes LA. Committee on Nutrition. American Academy of Pediatrics. Sodium intake of infants in United States. *Pediatrics* 68 : 444-445, 1981
  - 28) Barness LA. Nutrition for healthy neonates. In : Gracy M and Falkner F. ed. Nutritional needs and assessment of normal growth. Nestle Nutrition. pp23-43, Vevey/Raven Press, New York. 1985
  - 29) Beaton GH. Nutritional needs during the first year of life. Some concepts and perspectives. *Pediatric Clinics of North America* 32 : 275-288, 1985
  - 30) Bell EF. Upper limit of vitamin E in infant formulas. *J Nutr* 119 : 1829-1831, 1989
  - 31) Borum P. *Ann Rev Nutr* 3 : 223, 1983
  - 32) Boulton J. Hypertension as a consequence of early weaning. In : Weaning : why, what and when ? edited by Ballabriga A, Ray J. ed. Nestle' Nutrition pp 115-128, Vevey/Raven press, 1987
  - 33) Caldwell MD, Jonsson HT, Olmerson HB. *J Pediatr* 81 : 894-, 1972
  - 34) Carleton RA, Dwyer J, Finberg L. Report of expert panel on population strategies for blood cholesterol reduction. *Circulation* 83 : 2154-2232, 1991
  - 35) Carroll JE, Carter AL, Perlman S : Carnitine deficiency revisited. *J Nutr* 117 : 1501, 1987
  - 36) Carrol KK. Upper limits of nutrients in infant formulas : polyunsaturated fatty acids in infant formulas. *J Nutr* 119 : 1810-1813, 1988
  - 37) Carrol KK. Upper limits of nutrients in infant formulas : Polynsaturated fatty acids and trans fatty acids. *J Nutr* 119 : 1810-1813, 1989
  - 38) Carroll JE : carnitine deficiency revisited. *J Nutr* 117 : 1501-, 1987
  - 39) Casey CE, Walravens PA, Hambridge M. Availability of zine : loading test with human milk, cow's milk and infant formula. *Pediatrics* 69 : 394-396, 1981
  - 40) Casey CE, Hambidge KM. Nutrition aspects of human lactation. In : Neville MS, Neifert MR, ed. Lactation, pp203-204. Plenum Press New York. 1983
  - 41) Chesney RW. Vitamin D : Can an upper limit be defined ? *J Nutr* 119 : 1825-1828, 1989
  - 42) Commitee on Dietary Allowances, Food and Nutrition Board : Recommended dietary allowances 9th, 10th ed. Washington, National Academy of Science, 1980, 1989
  - 43) Dahl LK, Heine M, Tassinari L. High salt content of western infant's diet : a possible relationship to hypertension in the adult. *Nature* 198 : 1204-1205, 1963
  - 44) Dallman PR, Siimes MA, Stekel A. Iron deficiency in infant and childhood. *Am J Clin Nutr* 33 : 86-118, 1980
  - 45) Dahlman PR. Nutritional anemias in childhood iron, folate and vitamin B<sub>12</sub>. In : Textbook of pediatric nutrition, edited by Suskind RM and Lewinter-Suskind L. Raven Press, New York, 1993
  - 46) Department of Health and Social Security, Committee on Medical Aspects of Food Police, 1972, The composition of mature human milk, Her Majority's Stationary office, London
  - 47) Dietary Standard for Canada, Recommended nutrient intakes for Canadians. Ottawa, Health and Welfare Canada, 1975, 1983
  - 48) Droese W, Stolley H, Schlage C, Wortberg B. Significance of the salt level in food for infants and children. *Bibl Nutr Dieta* 18 : 215-223, 1973
  - 49) Ekvall SW. Constipation and fiber. In : Pediatric nutrition in chronic diseases and developmental disorders. Ekvall SW. eds. Oxford University Press. New York. pp301-3-9, 1992
  - 50) Elian E, Bar-Shani S, Liberman A, Matoth Y. Intestinal blood loss : a factor in calculations of boby iron in late infacny. *J Pediatr* 69 : 215-219, 1966
  - 51) Euler AR, Byrne WJ, Cousins LM, et al. Increased



영유아의 영양소 요구량

- serum gastrin concentrations and gastric acid hyper-tension in the immediate newborn period. *Gastroenterology* 72 : 1271-1272, 1977
- 52) FAO. WHO Technical report series, No 522, Geneva, 1973
  - 53) Ferris Am, Dotts MA, Clark RM, Ezrin M, Jensen RG. Macronutrients in human milk at 2, 12 and 16 weeks postpartum. *J Am Diet Assoc* 88 : 694-697, 1988
  - 54) Filer LJ. Sub-committee on safety and suitability of MSG and other substances in baby food. *Nutr Rev* 29 : 27-30, 1971
  - 55) Finberg L, Beauchamp GK. Babies need sodium in moderation. *Pediatric Basics* 69 : 22-24, 1994
  - 56) Fomon SJ, Bell EF. Energy. In : Nutrition of normal infant. Fomon SJ ed. Mosby, St. Louis, MO, 1993
  - 57) Fomon SJ, Ziegler EE, Filer LJ. Growth and serum chemical value of normal breastfed infants. *Acta Paediatr. Scand. suppl.* 273 : 1-29, 1978
  - 58) Fomon SJ. Infant nutrition, 2nd ed. Philadelphia WB, Saunder. pp168, 1974
  - 59) Farris-Hansen B. Body water compartments in children : change during growth and related change in body composition. *Pediatrics* 28 : 169-181, 1961
  - 60) Garby L, Sjolín S, Vuille JC. Studies on erythrokinetics in infancy. IV. The long-term behavior of radioiron in circulating foetal and adult hemoglobin and its faecal excretion. *Acta Paediatr* 53 : 33-41, 1964
  - 61) Green R, Charlton R, Seftel H, Bothwell T, Mayer F, Adams B, Finch C, Layrisse M. Body iron excretion in man : A collaborative study. *Am J Med* 45 : 336-353, 1968
  - 62) Green FR. Calcium, phosphorus, and magnesium : How much is too much for infant formulas ? . *J Nutr* 119 : 1846-1851, 1989
  - 63) Gibson RA, Kneebone GM. A lack of correlation between linoleate and arachidonate in human milk. *Lipids* 19 : 1865-1882, 1984
  - 64) Guthrie HA. Infant feeding practices. A predisposing factor to hypertension. *Am J Clin Nutr* 21 : 863-867, 1968
  - 65) Hahn P, Koldovsky O. Development of metabolic processes and their adaptation during postnatal life. In : Physiology and pathology of adaptation mechanisms. Bajusz E eds. pp48-74, Oxford Pergamon, 1969
  - 66) Hambidge KM, Krebs NF. Upper limits of zinc, copper and manganese in infant formulas. *J Nutr* 119 : 1861-1864, 1989
  - 67) Hambraeus L, Lonnerdal B, Forsum E, Gebre-Medhin M. Nitrogen and protein composition of human milk. *Acta Paediatr Scand* 67 : 561-565, 1978
  - 68) Hamosh M. Fat needs for term and preterm infants. In : Nutrition during infancy by edited Tsang & nichols, Philadelphia, pp135-159, 1990
  - 69) Harzer G, Haschke F. Micronutrients in human milk. In : Micronutrients in milk and milk-based food products. Renner E. ed. PV Elsevier Sci. 1989
  - 70) Harzer G, Dieterich I, Hang M. Effects of human milk. *Ann Nutr Metab* 28 : 1861-1885, 1984
  - 71) Harzer G, Haug M, Dieterich Im Gentner PR. Changing patterns of human milk lipids in the course of the lactation and during the day. *Am J Clin Nutr* 37 : 612-621, 1983
  - 72) Hollis BW. Individual quantitation of vitamin D-2, vitamin D-3, 25-hydroxyvitamin D-2 and 25-hydroxyvitamin D-3 in human milk. *Anal Biochemistry* 131 : 211-219, 1983
  - 73) Holman RT, Johnson RT, Hatch TF. A case of human linolenic acid deficiency involving neurological abnormality. *Am J Clin Nutr* 35 : 617-, 1982
  - 74) Innis SM, Mackinnon MJ, King DJ. Plasma and red blood cell fatty acids of low birth-weight infants fed their mothers expressed breast milk or preterm-infant formulas. *Am J Clin Nutr* 51 : 994-1000, 1990
  - 75) Iyengar GV, Parr RM. Trace element concentrations in human milk from several global regions. In : composition and physiological properties of human milk, ed. by Schanb J. pp17-32, 1985
  - 76) Janas LM, Picciano MF, Hatch TF. Indices of protein metabolism in term infants fed either human milk or formulas with reduced protein concentration and various whey/casein rates. *J Pediatr* 110 : 838-848
  - 77) Janas LM, Picciano MF, Hatch TF. Indices of protein metabolism in term infants fed human milk, whey-predominant formula, or cow's milk formula. *Pediatrics* 75 : 775-784, 1985
  - 78) Jensen RG. Lipids in human milk-composition and fat-soluble vitamin. In : Lebenthal E, ed. Textbook of gastroenterology and nutrition during infancy. New York : Raven Press, pp157-208, 1989

- 79) Johnson GH, Pruvitt GA, Wallace RD. What nutrients do our infants really get? *Nutr Today* 16 : 4-5, 1981
- 80) Krieger I, Alpern BE, Cunnane SC. Transient neonatal zinc deficiency. *Am J Clin Nutr* 43 : 955-958, 1986
- 81) Lauer RM. Babies need fat. *Pediatric Basics(Gerber)* 69 : 14-15, 1984
- 82) Lönnnerdal B, Forsum E, Gebre-Medhin M, Hambraeus L. Breast milk composition in Ethiopian and Swedish mothers. II Lactose, nitrogen and protein contents. *Am J Clin Nutr* 29 : 1134-1141, 1976
- 83) Lönnnerdal B. Dietary factors affecting trace element bioavailability from human milk, cow's milk infant formulas. *Prog Food Nutr Sci* 9 : 35, 1985
- 84) Lönnnerdal B, Keen CL, Hurley LS. Iron, copper, zinc and manganese in milk. *Ann Rev Nutr* 1 : 149-174, 1981
- 85) Lönnnerdal B. Choose foods with iron, zinc and calcium. *Pediatrics Basics* 69 : 25-29, 1994
- 86) Lönnnerdal B. Trace element absorption in infants as a foundation to setting upper limits for trace elements in infant formulas. *J Nutr* 119 : 1839-1845, 1989
- 87) Lorenz JM, Kleinman LI. Ontogeny of the kidney. In : Tsang R, Nichols, eds. Nutrition during infancy. Philadelphia : Hanley & Belfus, pp58-85, 1988
- 88) MacCance RA, Widdowson EM. Physiology of the newborn animal. *Lancet* 2 : 585-588, 1957
- 89) Macy IG, Kelly HJ. Human milk and cow's milk in infant nutrition. The mammary gland and its secretion. Academic Press London 2 : 265-304, 1961
- 90) Matkovic V, Heaney RP. Calcium balance during human growth : evidence for threshold behavior. *Am J Clin Nutr* 55 : 992-996, 1992
- 91) McCance RA, Widdowson EM. Mineral metabolism of the foetus and new-born. *Brit Med Bull* 17 : 132-136, 1961
- 92) McCormick DB. Water-soluble vitamins : bases for suggested upper limits for infant formulas. *J Nutr* 119 : 1818-1819, 1989
- 93) Moya FR. Nutritional requirements of the term newborn. Textbook of pediatric nutrition, edited by Suskind and Lewinter-suskin L. Raven Press, New York. 1993
- 94) Nash MA. Provision of water and electrolytes. In : Fanaroff AA, Martin RJ, eds. Neonatal-perinatal medicine. St Louis : CV Mosby, pp460-466, 1987
- 95) National Research Council, Recommended dietary allowances, National Academy Press, 1980, 1989
- 96) Newman WP, Wattigney W, Berenson GS. Autopsy studies in United States children and adolescents. *Ann NY Acad of Sci* 623 : 16-25, 1991
- 97) Ostrea EM, Balun JR, Winkler R, Porter T. Influence of breast-feeding on the restoration of low serum concentration of vitamin E and  $\beta$ -carotene in the newborn infant. *Am J Obstet Gynecol* 154 : 1014-1017
- 98) Phelps DL, Rosenbau AL, Isenberg SJ, Leake RD, Dorey FJ. Tocopherol efficacy and safety for preventing retinopathy of prematurity : A randomized, controlled, double-masked trial. *Pediatrics* 79 : 489-500
- 99) Piciano MF. Nutrient need of infants. *Nutr Today* 22 : 8-13, 1987
- 100) Rattigan S, Ghisalberti AV, Hartmann PE. Breast-milk production in Australian women. *Br J Nutr* 45 : 243-249, 1981
- 101) Salmenpera L, Perheentupa J, Pakarinen P, Siimes M. Copper nutrition in infants during prolonged exclusive breast-feeding : Row intake but rising serum concentration of Cu and ceruloplasmin. *Am J Clin Nutr* 43 : 251-257, 1986
- 102) Schachter J, Kuller LH, Perkins JM, Radin ME. Infant blood pressure and heart rate in relation to ethnic group, nutrition, and electrolyte intake. *Am J Epidemiol* 110 : 205-218, 1979
- 103) Schulman I. Iron requirements in infancy. *JAMA* 175 : 118-123, 1961
- 104) Shank FR, Park YK, Harland BF, Vanderveen JE, Forbes AL, Prosky L. Perspective of food and during administration on dietary sodium. *J Am Diet Assoc* 80 : 29-35, 1982
- 105) Simopoulos AP.  $\omega$ -3 fatty acids in growth and development and in health and disease, *Nutrition Today* 23 : 10-, 1988
- 106) Smith NJ, Rios E. Iron metabolism and iron development in infancy and childhood. In : Advances in pediatrics. edited by Schulman I. vol 21 Chicago : Year book medical publisher. 1974
- 107) Specker BL, Greer F, Tsang RC. Vitamin D. In : Tsang R, Nichols B, eds. Nutrition during infancy. Philadelphia : Heaney & Belfus, pp264-276, 1988
- 108) Stary HC. Evolution and progression of atherosclerosis.

영유아의 영양소 요구량

- rotic lesions in coronary arteries of character and young adults. *Atherosclerosis* 9(supp 1) : 19-32, 1989
- 109) Steckel A. Iron requirements in infancy and childhood. In : Iron nutrition in infancy and childhood. Stikel A. ed. Nestle' Nutrition pp1-10, Raven Press, 1989
- 110) Uauy R, Mayfield SR, Warshaw JB. Growth and metabolic adaptation of the fetus and newborn. In : Oski F, Deangelis C, Feigin R, Washaw J, eds. Principles and practice of pediatrics. Philadelphia : JB Lippincott, pp261-268, 1990
- 111) WHO. Energy and protein requirements, report of joint FAO/WHO/UNU expert consultation, Technical Series Report 724, 1985
- 112) Walravens PA, Chakar A, Mokni R, Denise J, Lemo-nnier D. Zinc supplements in breastfed infants. *Lancet* 340 : 683-685, 1992
- 113) Watkin JB, Bliss CM, Donaldson RM, Lester R. Characterization of newborn fecal lipid. *Pediatrics* 53 : 511-515, 1974
- 114) Wharton BA. An approach to setting maxima in infant formulas. *J Nutr* 119 : 1768-1772, 1989
- 115) Whitten CF, Stewart RA. The effect of dietary sodium in infancy on blood pressure and related factors. *Acta Paediatr Scand(suppl)* 279 : 3-7, 1980
- 116) WHO. Energy and protein requirements, report of joint FAO/WHO/UNU expert consultation, Technical Series Report 724, 1985
- 117) Widdowson EM, Chan H, Harrison GE, Milner RBG. Accumulation of copper, zinc, manganese, chromium and cobalt in the human liver before birth. *Biol Neonate* 20 : 360-, 1972
- 118) Widdowson EM, Dauncey J, Show JCL. Trace elements in fetal and early postnatal development. *Proc Nutr Soc* 33 : 275-, 1974
- 119) Widdowson EM, Spray CM. Chemical development in utero. *Arch Dis Child* 26 : 205-214, 1951
- 120) Widdowson EM. Upper limits of intakes of total fat and polyunsaturated fatty acid in infant formulas. *J Nutr* 119 : 1814-1817, 1989
- 121) Worthington-Roberts BS. Lactation and human milk. In : Nutrition throughout the life cycle. 2nd. Williams SR, Worthington-Roberts B, eds. Mosby year book pp148-213, 1992
- 122) Young VR, Pelletier VA. Adaptation to high protein intakes, with particular reference to formula feeding and the healthy, term infant. *J Nutr* 119 : 1799-1809, 1989
- 123) Ziegler EE, Fomon SJ. Potential renal solute load of infant formulas. *J Nutr* 119 : 1785-1788, 1989
- 124) Zlotkin SH. Neonatal Nutrition. In : Linder MC. ed. Nutritional biochemistry and metabolism with clinical application. pp349-371, Elsevier, New York, 1991.