

수유방법에 따른 한국 신생아의 장내균총 구성에 관한 연구

문수재 · 이경자* · 진효상**

연세대학교 식품영양학과, 기전여자전문대학 식품영양과,* 전주대학교 생명과학부**

Composition of the Gastrointestinal Microflora in Korean Breast-fed and Formula-fed Newborn Infants

Moon, Soo-Jae · Lee, Kyung-Ja* · Jin, Hyo-Sang**

Department of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul, Korea

Department of Food and Nutrition,* Kijeon Women's Junior College, Jeonju, Korea

School of Life Science,** Jeonju University, Jeonju, Korea

ABSTRACT

Intestinal microflora in 17 breast-fed(BF) and 14 formula-fed(FF) newborn infants at about 1 week after birth were investigated to determine the floral differences of the two lactation groups. The fecal conditions were significantly different between the two groups in that the number of subjects who showed watery feces, and the times of defecation per day, were higher in the BF group. In addition, the mean fecal pH of the BF group was lower than that of the FF group. The dominant species in the BF groups which showed the highest count among the species of microflora was bifidobacteria, while the dominant species in the FF group was streptococci. The frequency of staphylococci and the count of bifidobacteria were significantly higher in the BF group. However, the frequencies of streptococci and Peptococcaceae were higher in the FF group. Though the differences were not significant, the frequency of bifidobacteria and the count of staphylococci were higher in BF group, whereas the frequencies of bacteroides, clostridia, enterobacter and the count of clostridia were higher in FF group. (*Korean J Nutrition* 31(1) : 80~87, 1998)

KEY WORDS : gastrointestinal microflora · newborn infants · bifidobacteria · breast-fed infants · formula-fed infants.

서 론

장내세균은 소화기관을 따라서 착생하는 세균들을 말하며 주로 대장에 집중되어 있고 그 대부분은 혐기성 균이다. 이들은 숙주의 생리적 특성과 환경인자의 작용의 결과로 특이한 균총을 형성하며, 단기적인 자극으로는 변화되지 않는 안정된 것으로 인식되어져 왔다¹⁾. 신생아는 태어나기 전에는 무균 상태이나 출생 후 24시간 이내에 몸의 표면과 장의 내부에서 착생이 이루어져

채택일 : 1997년 10월 10일

생후 1일째의 분변에서 *E. coli*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Staphylococcus*가 검출된다. 생후 3, 4일경이 되면 bifidobacteria가 출현하기 시작하여 이전에 출현한 장내균들은 감소된다. 생후 5일경에는 bifidobacteria가 최우세하게 되고 *E. coli*나 *Streptococcus*는 bifidobacteria의 백분의 일 정도로 되어 장내세균의 균형은 거의 안정되어진다²⁾.

모유영양아는 인공영양아에 비해 소화불량이나 장질 환의 감염율이 낮으며, 사망율도 낮은 것으로 보고되어 왔는데^{3,6)}, 그 원인의 하나로서 장내균총의 차이를 들 수 있다²⁾. 영유아의 장내균총이 영유아식의 차이에 따

라 그 조성이 다르다는 것은 Tissier에 의해 최초로 보고되었다⁷⁾. 그에 의하면 모유영양아는 출생 후 수시간의 분변에는 균이 없다가 10~20시간이 경과되면 이종의 세균집단이 검출되고 3일 후면 그람 양성 균이 주류를 이루었다. Haenel⁸⁾은 이유 전 모유영양아는 bifidobacteria가 배양 가능한 균총의 약 99%(범위 85~99%)를 차지하고, 대개 *B. infantis*가 우세종으로 나타난다고 하였다. 나머지 1%(범위 1~15%)는 enterococci, coliforms와 lactobacilli 등으로 구성되었으며, 분변의 pH는 5.0~5.5였다. Moreau 등⁹⁾은 모유영양아에서는 5일째까지 *E. coli*와 *Streptococcus*가 처음 나타나고, 85% 경우에서 bifidobacteria는 늦게 나타난 반면, 인공영양아에서는 *E. coli*가 일찍 나타나지만, *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Plecriidium* 등의 혐기성 균들은 조사대상자들의 40%에서는 나타나지 않았으며, 나머지에서는 한 종이나 그 이상이 검출되었다고 하였다. Balmer와 Wharton¹⁰⁾은 일반적으로 모유영양아에서는 bifidobacteria와 *Staphylococcus*가 주류를 이루는 반면 인공영양아는 enterococci, coliforms, clostridia가 주였으며, 분변의 pH도 생후 14일째에서 모유영양아는 5.49인데 반하여 인공영양아는 6.91이었다고 보고하였다. Benno 등¹¹⁾은 양 집단 모두 *Bifidobacterium breve*가 주요 균주였으나 다른 균들에 있어서 인공영양아가 모유영양아에 비해 더 많았다고 하였다.

모유영양아와 인공영양아 간의 장내균총의 차이는 조제유와는 다른 모유의 특성에서 비롯되는 것으로 여겨졌다. 모유영양아에서 bifidobacteria가 높게 나타나는 이유는 모유가 인공유에 비해 완충능력(buffering capacity)이 낮기 때문에 *E. coli*, *Streptococcus faecium* 등이 장의 pH와 Eh(산화-환원 전위)를 낮출 수 있게 되고, bifidobacteria와 *E. coli* 등이 대장에 acetate buffer를 형성할 수 있도록 하며, acetate buffer는 일부 그람 음성 간균들에게는 강한 정균 작용(bacteriostatic action)을 나타내는 반면, bifidobacteria와 *Streptococcus faecium*에는 거의 나타나지 않기 때문으로 생각된다¹²⁻¹⁴⁾.

종합하면 모유영양아는 bifidobacteria가 주류를 이루는 단순한 균총을 보이는데 반하여 인공영양아는 *E. coli* 등의 통성균들이 다양한 균총을 이루는 것으로 보인다. 최근의 연구 결과들과 비교해 볼 때, Tissier의 최초의 보고 중 모유영양아의 균총은 아직도 유효하지만 인공영양아의 균총은 변화가 있는 것을 볼 수 있는데, 그것은 오늘날에는 인공영양아에서도 bifidobacteria가 높게 나타난다는 점이며 이러한 변화는 조제유의 발전 때문으로 보인다¹⁵⁾.

이에 본 연구에서는 모유영양아와 인공영양아를 대상으로 생후 1주일째에 분변을 수집하여 장내세균을 분석하여 수유방법에 따른 우리나라 신생아의 장내균총의 조성의 차이를 살펴보고자 하였다.

연구방법

1. 대상자 선정과 분변시료의 수집 및 처리

1) 대상자 선정

전주시에 소재하는 병원에서 만기 출산된 신생아 중 산모가 협조하기로 동의한 모유영양아 17명과 인공영양아 14명을 무작위로 선정하였다. 장내세균의 분석은 배설 직후의 분변 중의 세균을 대상으로 분석하므로 분변 상에서 설사나 변비 등의 특이성을 지속적으로 나타내거나, 거주지가 너무 멀어 분변시료의 처리시간이 1시간이 넘게 될 경우에는 표본에서 제외하였다. 조사 기간은 1995년 8월부터 1995년 11월까지였다.

2) 분변시료의 수집

장내세균 분석을 위한 분변시료의 수집은 출생 후 1주째에 실시하였다.

분변시료는 신생아가 평소 양육되는 방식대로 자연스럽게 배변한 직후 즉시 연락하도록 양육자를 사전 교육하였고, 이러한 방식으로 연락된 신생아의 분변시료는 거주지로 가서 기저귀에 쌓인 채로 실험실로 즉각 운반하였다.

3) 분변시료의 처리

분변시료의 처리는 Balmer와 Wharton의 방법¹⁰⁾에 준하여 시행하였다. 실험실로 운반된 시료는 실험실에서 잘 혼합한 후 일부를 취하여 냉동저장용 배지에 넣고 칭량, 분쇄(homogenization), 분액하여 -60°C 냉동고에 즉시 저장하였다. 배변에서 냉동저장까지의 시간은 1시간이 넘지 않도록 하였다. 냉동용 배지(BHI 37g, glycerol 100ml, cysteine 0.5g, resazurin 0.1% sol. 1ml, pH 7.0)의 조제, 분변의 분쇄 및 분액은 CO₂ 가스 하에서 혐기적으로 수행하였고, 분액은 mineral oil 1ml가 담긴 작은 용기에 3ml씩 분주하고 탄산가스를 취입한 다음 고무마개 하였다.

2. 세균의 배양, 계수 및 동정

1) 세균의 배양 및 계수

냉동 저장된 분변액은 실온에서 서서히 용해하고, S-EPA Tube에서 CO₂ 가스 하에 희석액에 10배씩 희석하였다. 희석액은 혐기성균은 Mitsuoka의 조성²⁾을 사

용하고, 호기성균은 1/4 역가의 Ringer액을 사용하였다. 적당한 배율의 분변회석액을 15μ씩 각 세균 종류별 선택배지에 가한 다음 콘라디 봉으로 도말하였다. Clostridia를 계수하기 위한 회석액은 80℃에서 10분간 처리한 다음 도말하였다. 분변회석액이 도말된 평판배지는 일반배양기 및 혐기배양기(anaerobic chamber)에서 37℃로 배양했는데, 호기성 균은 1일, 혐기성 균은 2~3일간 배양하였다. 혐기배양기의 공기 조성은 N₂ 80%, CO₂ 10%, H₂ 10%로 하고, 배양기 중에 남아있는 산소를 제거하기 위하여 Platinum 촉매를 사용하였다. 각 주요 세균별 사용한 선택배지와 배양조건은 Table 1과 같다.

배양된 평판배지의 colony는 크기, 모양, 색 등을 바탕으로 종류별로 구별하고 colony counter 또는 BAC module(Cream image analysis)을 사용하여 계수하였다.

2) 세균의 동정

검출된 장내세균의 동정은 Mitsuoka²⁾의 방법에 준하였다. 세균의 속의 수준까지는 평판배지 상의 colony의 모양과 색, 그람염색 후의 현미경 관찰된 세포의 형태 및 군집의 모양, Catalase 시험, 호기 및 혐기 배양시험 등에 의하여 동정하였다. 위의 방법으로 동정이 애매한

혐기성균의 경우에는 발효산물의 형태를 HPLC(Shimadzu)로 확인하였다. *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Eubacterium*, *Fusobacterium* 등의 속과 종을 동정하기 위하여는 Rapid ID 32A(bioMeieux, France)를 이용하였고, *Bifidobacterium*의 속 및 종의 구별에는 API 50 CHL을 보조로 사용하였다. 호기성균의 속 및 종은 API 20 E를 사용하였고, 구균의 경우에는 VITEK(bioMerieux)를 이용하였다.

3. 통계처리

조사자료의 통계처리는 SAS package¹⁹⁾를 사용해 수유집단별로 세균수의 평균과 표준편차를 구하고, 집단간 차이는 t-test 및 chi square test로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 연구대상자의 일반사항

본 연구의 대상자는 전주시 소재 2개의 종합병원에서 만기 출산된 신생아로서, 모유영양아가 17명, 인공영양아가 14명으로 총 31명이었으며, 이 중 남자는 18명, 여자는 13명이었다. 이들에 관한 일반적 사항을 Table 2에 제시하였다.

신생아 어머니의 평균 연령은 모유영양군이 28.1±2.

Table 1. Culture media and conditions of incubation

Culture medium	Dilutions cultured (log ₁₀)	Incubation		Bacteria
		Time	Atmosphere	
Reinforced clostridial media with 0.5% glucose, 7.5% horse blood, 0.03% China blue ¹⁾ , Kanamycin +Vancomycin ²⁾	3-5	3 days	N ₂ +CO ₂ +H ₂	Corynebacteria Fusobacteria Veillonella Bacteroides
Tomato-juice agar with 0.5% cysteine, 0.2% Tween 80, Bromcresol green, Kanamycin ³⁾	4-6	3 days	N ₂ +CO ₂ +H ₂	Eubacteria Bifidobacteria
Sulfite-Polymixin-Milk agar ¹⁾	1-3	3 days	N ₂ +CO ₂ +H ₂	Clostridia
Brain heart infusion with 0.5% yeast extract, 7.5% horse blood, Haemin-menadione solution 1% ²⁾	4-6	3 days	N ₂ +CO ₂ +H ₂	Total anaerobes
MRS agar ²⁾ with Bromcresol green	3-5	3 days	CO ₂	Peptococci Lactobacilli
MacConkey agar ²⁾	2-4	1 day	air	Enterococci Enterobacteria
5% Blood agar ²⁾	3-5	1 day	air	Total aerobes

1) Mevissen-Verhage et al., 1987¹⁶⁾

2) Stark & Lee, 1982¹⁷⁾

3) Jin, 1994¹⁸⁾

6세, 인공영양군이 31.1±5.7세로 두 군간에 유의적 차이는 없었다. 어머니의 학력은 모유영양군은 중졸이 5.9%, 고졸이 76.5%, 대졸 이상이 17.6%인 반면, 인공영양군은 중졸이 없고, 고졸이 35.7%, 대졸이상이 64.3%로 인공영양군의 어머니의 학력이 모유영양군에 비해 유의적으로 더 높았다($p < 0.05$). 어머니의 직업유무는 모유영양군에서는 직업이 있는 경우가 11.8%, 직업이 없는 경우가 88.2%로 대부분 직업이 없었고, 인공영양군에서는 직업이 있는 경우가 42.9%, 없는 경우가 57.1%로 두 군간에 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 분만형태를 보면 모유영양군은 자연분만이 88.2%로 대부분을 차지하였으나, 인공영양군은 자연분만이 42.9%, 제왕절개 수술이 57.1%로 제왕절개 수술에 의한 분만이 더 많아 두 군간에 유의적 차이를 보였다($p < 0.01$). 신생아의 평균 출생시 체중은 모유영양군이 3.1±0.5kg, 인공영양군이 3.2±0.4kg으로 두 군간에 유의적 차이는 없었다.

2. 배변횟수, 분변의 pH, 분변의 상태

모유영양아와 인공영양아의 하루 배변횟수, 분변의 pH와 분변의 상태를 조사한 결과를 Table 3에 제시하였다.

하루 배변횟수는 모유영양군은 5.4±3.1회, 인공영양

군은 2.5±1.5회로 모유영양군이 인공영양군에 비해 유의적으로 배변횟수가 많았다($p < 0.01$). 이는 우리 나라 1~3개월의 모유영양아와 인공영양아를 대상으로 조사한 임현숙과 이정아²⁰⁾의 연구결과와 같다.

분변의 pH는 모유영양군이 5.54±0.93, 인공영양군이 5.92±0.48로 모유영양군이 인공영양군에 비해 더 낮았지만, 유의적 차이는 아니었다. 이는 Balmer와 Wharton¹⁰⁾의 모유영양군, 인공영양군 각각 4일째의 pH 5.6, 5.9와 유사하였다. 또한 우리 나라 영유아를 대상으로 조사한 김상희와 강국희²¹⁾의 연구에서는 생후 3개월째 모유영양군의 분변의 pH는 4.8~5.0, 인공영양군은 6.4~6.8로 모유영양군의 pH가 인공영양군에 비해 훨씬 낮았다. 모유영양군의 낮은 분변의 pH는 모유의 특성에 따른 장내균총의 차이 때문으로 알려져 있다. 모유는 조제유에 비해 수분과 젓당함량이 높고, 인산과 caseinogen이 적어 위에서 쉽게 응고되지 않기 때문에 소장을 빨리 통과하게 되어 대장에 도달하게 되는 수분과 젓당이 상대적으로 더 많은 것으로 생각되고 있다⁶⁾. 대장에 도달된 젓당 등은 일차적으로 *E. coli*, streptococci 같은 통성균들의 생육을 촉진하게 되는데, 이들은 젓당을 발효하여 대장의 pH를 떨어뜨리고, 발효 및 호흡 중에 미량산소 또는 NO₃ 등의 산화물들을 전자수용체로 이용하여 환원시킴으로서 대장의 Eh(산화-환

Table 2. Characteristics of breast-fed and formula-fed newborn infants and their mothers

Items	BF	FF	Statistics	
Mother's Age(years)	28.1±2.6 ¹⁾	31.1±5.7	t = -1.85, p=0.082	
Infant's birth weight(kg)	3.1±0.5	3.2±0.4	t = -0.64, p=0.529	
Mother's education level (No.,%)	Middle school	1(5.9)	0(0.0)	$\chi^2=7.33$ df=2 p=0.026
	High school	13(76.5)	5(35.7)	
	College	3(17.6)	9(64.3)	
	Total	17(100.0)	14(100.0)	
Mother's occupation (No., %)	Unoccupied	15(88.2)	8(57.1)	$\chi^2=3.88$ df=1 p=0.049
	Occupied	2(11.8)	6(42.9)	
	Total	17(100.0)	14(100.0)	
Parturition (No., %)	Natural	15(88.2)	6(42.9)	$\chi^2=7.24$ df=1 p=0.007
	Caesarian	2(11.8)	8(57.1)	
	Total	17(100.0)	14(100.0)	

BF : breast - fed infants, FF : formula - fed infants

1) mean±SD

Table 3. Frequencies of defecation, pH of feces, and fecal condition of breast-fed and formula-fed newborn infants

Item	Breast-fed	Formula-fed	Statistics	
Frequencies of defecation(N/day)	5.4±3.1	2.5±1.5	t=3.439 p=0.002	
pH of feces	5.54±0.93	5.92±0.48	t = -1.435 p=0.164	
Fecal condition (No., %)	Normal	5(29.4)	10(71.5)	$\chi^2=7.895$ df=4 p=0.096
	Watery	8(47.0)	1(7.1)	
	Diarreheal	2(11.8)	2(14.3)	
	Constipated	1(5.9)	1(7.1)	
	Greenish	1(5.9)	0(0.0)	
	17(100)	14(100)		

원 전위)를 떨어뜨리게 된다. 대장의 낮은 pH와 Eh는 이차적으로 bifidobacteria 등의 혐기성 균들의 번식을 가능하게 한다. Bifidobacteria 등의 혐기성 균들 중에는 acetate, propionate 등의 SCFA를 발효하는 것이 많아 대장의 산 농도는 더욱 높아지게 되는데, 모유는 조제유에 비해 완충능력이 낮기 때문에 모유영양아의 분변은 인공영양아에 비해 pH가 더 낮아지게 된다¹²⁻¹⁴. 한편 대장의 낮은 pH는 장내에서 부패균의 번식을 막는 역할²³을 하므로 모유영양은 인공영양에 비해 우수하다고 평가되고 있다.

분변의 상태를 보면 모유영양균은 묽은변이 47%로 가장 많았으나, 인공영양균은 정상변이 71.5%로 가장 많았다. Bullen과 Tearle¹⁴의 연구에서도 모유영양아의 변은 묽은데 반해 인공영양아의 변은 보다 굳은 상태였다고 보고하였다. 모유는 수분과 젓당이 많고 인산과 caseinigen이 적어 쉽게 응고되지 않아 소장을 빨리 통과하게 되어 젓당과 수분이 대장에 많이 전달되기 때문이다⁶.

3. 장내균총의 조성

1) 검출된 장내세균의 종류

본 연구에서 검출된 장내 균총은 총 13종이었으며, 대부분 모유영양균과 인공영양균 모두에서 검출되어, 두 군간에 균총의 차이는 거의 없었다. 혐기성 배지에서는 *Bifidobacterium*, *Bacteroides*, *C. perfringens*, *Clostridium*, *Eubacterium*, *Peptococcaceae*와 *Veillonella* 등이 검출

되었고, 호기성 및 혐기성 배지 모두에서 검출된 균은 *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *E. coli*, *Klebsiella*와 *Enterobacter* 등이었다.

그러나, 검출된 평균 균총의 수는 두 군간에 약간의 차이가 있어 모유영양균에서 5.4 ± 1.1 종, 인공영양균에서 6.5 ± 1.7 종이 검출되어 모유영양균이 인공영양균에 비해 검출된 평균 균총 수가 유의적으로 적어 보다 더 단순한 균총을 형성하고 있었다($t = -2.139$, $p = 0.041$). 이는 우리나라 영유아 대상의 김상희와 강국희의 연구²¹ 및 외국의 Stark와 Lee의 연구¹⁷와도 일치하는 결과이다.

2) 모유영양아와 인공영양아의 장내균총의 차이

신생아는 출생 직후에는 무균 상태이나 하루가 지나면서 균의 착생이 시작되며, 장의 생리나 구조적 특징 등의 자생적 요인(autogenic factor)과 식품 등의 타생적 요인(allogenic factor)의 작용에 의해 장의 환경에 적합한 균종들이 선택되어 착생하는 것으로 알려져있다¹⁵. 따라서 생후 1주일 경에는 이러한 요인들의 작용 아래에서 착생하고 있는 기존의 장내미생물과 새로이 도입되어 착생하고자 하는 미생물간의 상호작용으로 균총의 선택과 대체가 지속적으로 이루어지는 시기이기 때문에 장내균총은 속, 종뿐만 아니라 같은 종 내에서도 strain의 변화가 나타나 개인간의 균총의 차이가 다소 크게 관찰될 수도 있는 시기라고 볼 수 있다.

모유영양아와 인공영양아의 생후 1주경에 조사된 각

Table 4. Comparison of fecal flora between breast-fed and formula-fed newborn infants at about 1 week after birth¹⁾

Bacteria	Breast-fed(n=17)		Formula-fed(n=14)	
	Counts ²⁾	Frequency ³⁾	Counts	Frequency
Bifidobacteria	10.30±0.80	11(64.7)	9.23±0.57*	6(42.9)
Lactobacilli	9.03±0.77	11(64.7)	8.54±1.12	11(78.6)
Streptococci	9.44±0.98	9(52.9)	9.44±0.67	14(100)**
Bacteroides	9.09±1.06	6(35.3)	9.06±0.97	9(64.3)
Clostridia	6.28±0.88	5(29.4)	6.98±0.99	9(64.3)
<i>C. perfringens</i>	5.45	1(5.9)	6.11	1(7.1)
Peptococcaceae	8.81±1.02	2(11.8)	8.94±0.62	7(50.0)*
Eubacteria	9.56	1(5.9)	8.60±0.10	2(14.3)
Veillonella	7.63±0.27	2(11.8)	6.37±0.51	2(14.3)
<i>E. coli</i>	9.08±0.83	17(100)	9.27±0.63	14(100)
Klebsiella	8.45±0.77	10(58.8)	8.32±0.83	9(64.3)
Enterobacter	8.21	1(5.9)	8.34±0.93	4(29.6)
Staphylococci	8.99±0.54	13(76.5)	7.83±1.19	5(35.7)*
Yeast	-	-	-	-
Proteus	-	-	-	-
Total anaerobes	10.68±0.62	17(100)	10.64±0.51	14(100)
Total aerobes	9.56±0.61	17(100)	9.65±0.36	14(100)

1) Data were analyzed statistically by t-test(bacterial counts) and chi-square test(frequencies). *p<0.05, **p<0.01

2) Bacterial counts expressed as mean±SD of log₁₀(CFU/gram of wet feces)

3) Frequencies of occurrence expressed as No. of subjects(%)

장내세균의 균수와 검출율을 Table 4에 제시하였다.

Bifidobacteria는 모유영양군의 64.7%, 인공영양군의 42.9%에서 검출되어, 유의적 차이는 아니지만 모유영양군에서의 검출율이 더 높았다. 검출된 집단의 평균 bifidobacteria의 수는 모유영양군에서 유의적으로 더 많았다($p < 0.05$). Lactobacilli의 검출율은 모유영양군에서 64.7%, 인공영양군에서 78.6%로 인공영양군에서 검출율이 높았으나 유의적 차이는 아니었다. 검출된 lactobacilli의 수는 두 군간에 유의적 차이는 아니었지만 모유영양군에서 더 높았다. Streptococci의 검출율은 모유영양군에서 52.9%, 인공영양군에서는 모두 검출되어 인공영양군에서 유의적으로 많이 검출되었다($p < 0.01$). 검출된 streptococci의 수는 모유영양군과 인공영양군이 거의 같았다. Bacteroides의 검출율은 모유영양군에서 35.3%, 인공영양군에서 64.3%로 유의적이지는 않지만 인공영양군에서 높았고, 검출된 세균의 수는 두 군이 서로 비슷하였다. Clostridia의 검출율은 모유영양군에서 29.4%, 인공영양군에서 64.3%로 유의적 차이는 아니지만 인공영양군에서 검출율이 더 높았다. 검출된 세균의 수는 인공영양군에서 약간 많았다. *C. perfringens*는 두 군에서 각각 1명씩(5.9%, 7.1%) 검출되어 검출율이 매우 낮았으며, 검출된 세균의 수도 낮았다. Peptococcaceae는 검출율이 모유영양군에서 11.8%, 인공영양군에서 50.0%로 인공영양군에서 유의적으로 검출율이 높았다($p < 0.05$). Eubacteria는 모유영양군 1명(5.9%), 인공영양군에서 2명(14.3%)에서 검출되어 검출율이 낮았다. Veillonella도 검출율이 낮아 모유영양군에서 11.8%, 인공영양군에서 14.3%였다. *E. coli*는 모든 대상자에서 검출되었고, 검출된 세균의 수는 인공영양군에서 약간 많았다. Klebsiella의 검출율은 모유영양군에서 58.8%, 인공영양군에서 64.3%로 두 군간에 유의적 차이가 없었고, 검출된 세균의 수는 서로 비슷하였다. Enterobacter는 모유영양군의 1명(5.9%)에서 검출되었고, 인공영양군의 4명(29.6%)에서 검출되어 유의적인 차이는 아니지만 모유영양군

보다 인공영양군에서 검출율이 더 높았다. Staphylococci는 모유영양군에서 76.5%, 인공영양군에서 35.7% 검출되어 모유영양군의 검출율이 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 검출된 세균의 수는 모유영양군에서 더 많이 검출되었으나 유의적인 차이는 아니었다. 총 혐기성균 수는 모유영양군에서 10.68 ± 0.62 , 인공영양군에서 10.64 ± 0.51 로 두 군이 서로 비슷하였고 총 호기성균 수도 모유영양군에서 9.56 ± 0.61 , 인공영양군에서 9.65 ± 0.36 로 비슷하였다.

요약하면 모유영양군은 bifidobacteria와 staphylococci가, 인공영양군은 clostridia와 enterobacteria가 검출율과 균 수 모두에서 더 높게 나타났다. 이러한 결과는 모유영양이는 bifidobacteria와 staphylococci가 우세하나 인공영양이는 enterococci, coliforms, clostridia가 우세하였다는 Balmer와 Wharton¹⁰⁾의 결과와 유사하였다. 또한 각각 7명씩의 모유영양아와 인공영양아들을 대상으로 장내세균의 검출율의 변화를 1년 동안 종시적으로 추적한 Stark와 Lee¹⁷⁾의 결과와 비교해 보면 bifidobacteria의 경우는 일치하였으나, clostridia와 bacteroides의 경우 모유영양아에서 더 높았다는 결과와는 상이하였다. Bifidobacteria는 그람 양성 혐기성균으로서 영유아나 성인의 장에서 주요 균종이며, SCFA를 발효하여 장을 산성화하여 부패를 막는 등 여러 가지 유익한 역할을 하는 균으로 알려져 있다²³⁾. Clostridia는 포자를 형성하는 혐기성균으로, 여러 형태의 대장염과 Crohn's disease 등의 질환을 유발하는 *C. difficile*, *C. perfringens*와 같은 병원성균 등이 포함되어 있기 때문에 유해한 균으로 알려져 있다²⁴⁾. 따라서 모유영양군은 유익균이 인공영양이는 유해성 균이 높게 나타나 생후 1주경에는 모유영양이 더 바람직한 균총을 형성한다고 보여진다.

4) 장내 우세균의 종류

각 조사대상자의 장내균총 중 가장 높은 균 수를 나타내는 우세균을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다.

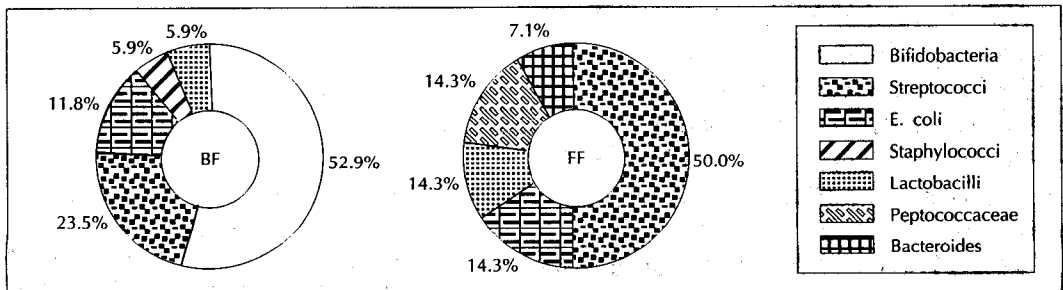


Fig. 1. Percentage of Dominant fecal bacteria in Breast-fed and Formula-fed infants at about 1 week after birth. BF ; Breast-fed infants, FF ; Formula-fed infants.

모유영양군에서는 bifidobacteria가 우세균인 경우가 9명(52.9%)으로 가장 많았고, streptococci가 우세균인 경우는 4명(23.5%)이었으며, *E. coli*가 우세균인 경우는 2명(11.8%)이었고, staphylococci와 lactobacilli가 우세균인 경우가 각각 1명(5.9%)씩이었다. 이에 반하여 인공영양군에서는 streptococci가 우세균인 경우가 가장 많아 7명(50.0%)이었고, lactobacilli, Peptococcaceae와 *E. coli*가 우세균인 경우가 각각 2명(14.3%), 그리고 bacteoides는 1명(7.1%)이었으며, bifidobacteria가 우세균인 경우는 한 명도 없었다.

즉, 모유영양아의 장내균총에는 bifidobacteria가 우세하나, 인공영양아는 streptococci가 우세하여, 생후 1주째의 신생아에서 모유영양아와 인공영양아의 장내균총의 차이를 분명하게 보여주고 있다. 이러한 결과는 우리나라의 인공영양아용 조제유가 모유영양에 비해 차이가 있음을 보여주며, 따라서 우리나라의 조제유는 장내세균이 모유영양아에 근접하도록 더욱 개선되어야 할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

수유방법에 따른 우리나라 신생아의 장내균총 조성의 차이를 알아보고자 생후 1주경의 모유영양아 17명, 인공영양아 14명을 대상으로 분변을 수집하여 장내균총을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 모유영양아의 분변은 인공영양아에 비해 더 묽고, 하루 배변횟수가 유의적으로 더 많았으며($p < 0.01$), 분변의 pH는 더 낮았다.

2) 모유영양군은 bifidobacteria를 우세균으로 하는 보다 단순한 균총을 형성하는데 비해, 인공영양군은 streptococci를 우세균으로 하는 보다 다양한 균총을 형성하고 있었다.

3) 모유영양군은 인공영양군에 비해 staphylococci의 검출율이 유의적으로 더 높았고($p < 0.05$), bifidobacteria 균수가 유의적으로 더 많았다($p < 0.05$). 인공영양군은 모유영양군에 비해 streptococci($p < 0.01$)와 Peptococcaceae($p < 0.05$)의 검출율이 유의적으로 더 높았다. 유의적인 차이는 아니었지만 모유영양군의 bifidobacteria 검출율이 더 높았고, staphylococci 균수가 더 많았으며, 인공영양군의 bacteroides, clostridia와 enterobacter의 검출율과 clostridia의 균수가 더 많았다.

수유방법에 따라 우리나라 신생아의 장내균총 조성이 서로 다르게 나타났는데, 모유영양아는 대개 bifidobacteria가 우세균인 것으로 나타나 질병에 대한 저항

력 면에서 모유영양아의 균총이 인공영양아의 장내균총에 비해 바람직한 것으로 생각된다. 향후 우리나라의 인공영양아용 조제유는 모유영양아와 같은 장내세균의 형성을 유발하도록 개선되어야 하겠다.

Literature cited

- 1) Savage DC. Gastrointestinal microflora in mammalian nutrition. *Ann Rev Nutr* 6 : 155-78, 1986
- 2) Mitsuoka T. A Color Atlas of Anaerobic Bacteria. Sobunsha. Tokyo, Japan, 1980
- 3) Cunningham AS. Morbidity in breast-fed and artificially fed infants. *J Pediatr* 90(5) : 726-729, 1977
- 4) Cunningham AS. Morbidity in breast-fed and artificially fed infants II. *J Pediatr* 95(5) : 685-689, 1980
- 5) Arnon SS, Damus K, Thompson B, Midura TF, Chin J. Protective role of human milk against sudden death from infant botulism. *J Pediatr* 100(4) : 568-573, 1982
- 6) Bullen CL, Willis AT. Resistance of the breast-fed infant to gastroenteritis. *Br Med J* 3 : 338-343, 1971
- 7) Tissier H. Repartition des microbes dans l'intestin du nourrisson. *Ann Inst Pasteur* 19 : 109-123, 1905. In : Rasic JL, Kurmann JA, Bifidobacteria and Their role. Birkhauser Verlag, Basel Boston Stuttgart, 1983
- 8) Haenel H. Human normal and abnormal gastrointestinal flora. *Am J Clin Nutr* 23(11) : 1433-1439, 1970
- 9) Moreau MC, Thomasson M, Ducluzeau R, Raibaud P. Kinetics of establishment of digestive microflora in the human newborn infant as a function of the kind of milk (French). *Reprod Nutr Develop* 26 : 745-753, 1986
- 10) Balmer SE, Wharton BA. Diet and faecal flora in the newborn : Breast milk and infant formula. *Archiv Dis Child* 64 : 1672-1677, 1989
- 11) Benno Y, Sawada K, Mitsuoka T. The intestinal microflora of infants : Composition of fecal flora in breast-fed and bottle-fed infants. *Microbiol Immunol* 28(9) : 975-986, 1984
- 12) Bullen CL, Tearle PV, Stewart MG. The effect of "humanised" milks and supplemented breast feeding on the fecal flora of infants. *J Med Microbiol* 10 : 403-413, 1977
- 13) Bullen CL, Tearle PV, Willis AT. Bifidobacteria in the intestinal tract of infants : an in-vivo study. *J Med Microbiol* 9 : 325-333, 1976
- 14) Bullen CL, Tearle PV. Bifidobacteria in the intestinal tract of infants : an in-vitro study. *J Med Microbiol* 9 : 335-344, 1976
- 15) Tannock GW. The acquisition of the normal microflora of the gastrointestinal tract. In : Gibson SAW(eds) Human Health : the contribution of microorganisms. Singer Ver-

- lag, London, New York, Hong Kong pp.1-16, 1994
- 16) Mevissen-Verhage E AE, Marcelis JH, Machiel N. de VO-S, Wilhelmina CM. Harmsen-van Amerongen, and Jan Verhoef. Bifidobacterium, Bacteroides, and Clostridium spp. in fecal samples from breast-fed and bottle-fed infants with and without iron supplement. *J Clin Microbiol* 25 (2) : 285-289, 1987
 - 17) Stark PL, Lee A. The microbial ecology of the large bowel of breast-fed and formula-fed infants during the first year of life. *J Med Microbiol* 15 : 189-203, 1982
 - 18) Jin HS. A modified commercial medium for the enumeration of bifidobacteria in feces. *J Jeonju Univ* 23 : 395-403, 1994
 - 19) SAS/STAT. Guide for personal computer, version 6.03, 1987
 - 20) 임현숙 · 이정아. 모유영양과 인공영양의 수유양식 및 배변상황. *한국영양학회지* 26(4) : 423-432, 1993
 - 21) 김상희 · 강국희. 한국유아의 분변중 *Bifidobacterium*의 분포. *한국낙농학회지* 6(2) : 126-134, 1984
 - 22) Savage DC. Microbial ecology of the gastrointestinal tract. *Ann Rev Microbiol* 31 : 107-133, 1977
 - 23) Rasic JL, Kurmnn JA. Bifidobacteria and their role. Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart, 1983
 - 24) Macfarlane GT, Gibson GR. Metabolic activities of the normal colonic flora. In : Gibson SAW(eds) Human Health : the contribution of microorganisms. Springer-Verlag, London, New York, Hong Kong, pp.17-52, 1994