韓國營養學會誌 33(3) : 271~278, 2000

1세 유아의 장내균총 조성과 수유방법에 따른 영향 고찰

진효상 · 이경자*§ · 문수재**

전주대학교 생명과학부, 전주기전여자대학 식품영양과,*
연세대학교 생활과학대학 식품영양학과**

Composition of the Intestinal Microflora in Korean 1-Year Infants and the Effect of Feeding Practices

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

School of Life Science, Jeonju University, Jeonju 560-759, Korea
Department of Food and Nutrition, Kijeon Women's Junior College, Jeonju 560-701, Korea*
*Department of Food and Nutrition,** Yonsei University, Seoul 120-749, Korea*

ABSTRACT

Fecal microflora of 12 breast-fed(BF) and 15 formula-fed(FF) infants were investigated at 1 year after birth and the results were compared to those that had previously been obtained from the same subjects at 1 week after birth, and before and after weaning. At 1 year the two lactation groups showed no significant differences both in frequencies and numbers of each major bacterial species, except eubacteria, which showed higher frequency in FF infants. Bifidobacteria appeared as dominant species in 50% BF infants, whereas bacteroides in 73.3% FF infants. Fecal pH was lower, though insignificant, in BF infants(6.5 ± 0.4) than in FF infants(6.8 ± 0.5). In BF infants, the number of bifidobacteria, clostridia, and *E. coli* decreased from birth up to 1 year, whereas the number of bacteroides increased up to 1 year after decreasing before weaning. In FF infants, changes in the number of major bacteria during 1 year showed similar trends to BF infants except that the number of bifidobacteria increased, but insignificantly. This research showed that the floral differences resulted not from the age, but from the types of feeding and that breast feeding could be better than formula feeding in that BF infants had more stable floral composition and bowels with lower pH, which can play a protection role against pathogen infection. (*Korean J Nutrition* 33(3) : 271~278, 2000)

KEY WORDS: intestinal microflora, bifidobacteria, breast-fed infants, formula-fed infants.

서 론

인체내의 장내균총은 장내 미생물의 총 집합체로서 생물학적으로 중요한 신체내 구성원이다. 이것은 수백종의 서로 다른 형태의 미생물로 이루어져 있는데, 장관 내에서 상호간에 그리고 숙주와 상호작용을 한다. 그 결과 식사로부터 온 물질과 내생적 물질이 대사되어 여러 종류의 물질을 생성하는데, 이 대사물은 숙주의 건강에 여러 가지로 영향을 미친다. 예를 들면, 단쇄지방산은 에너지 생산을 증가시키고 단백질 분해산물들은 독성물질을 생성한다. 즉, 장내세균 개개의 활동이 건강에 미치는 영향은 매우 다양하다고 볼 수 있다.[1]

장내균총은 어린 시절에 획득되는데 수유방식에 많이 좌우된다.[2] 인공영양아에서는 혐기성균 중 *Bacteroids*가 우세하고, *Enterobacteriaceae* 수가 많은데 비해, 모유영양아에서는 *Bifidobacterium*이 장내 우세균으로 자리잡는다. 모유는 *Bifidobacterium bifidum*을 증식시키고 인공영양은 *Clostridium perfringens*의 집락을 돕는 것으로 사료된다.[3] 고형식이 도입되면 장내환경은 크게 변동되는데, 모유영양아의 경우 *Enterobacteriaceae* 수는 크게 증가되고 *Bacteroides*가 집락을 보이며, *Clostridium*이 출현하지만, 인공영양아의 경우 이러한 변화가 보이지 않고 대신 *Bifidobacterium* 외의 혐기성균이 지속적으로 검출되면서 통성 혐기성균 수가 높게 유지된다. 고형식 도입 후에는 일반적으로 *Peptostreptococcus*와 *Peptococcus* 같은 혐기성 구균이 나타나고, *Veillonella*도 인공영양아의 고형식 도입 전후에서 검출된다. 이러한 방식으로 출생 후 1년이 되면 두 수유군의 영유아 분변 균총은 성인에 근접해진다. 성인의 장내세균총에 근접해질수록 통성 혐기성균 수는 감소된다. 고형식 도입 이전에

채택일 : 2000년 3월 27일
§To whom correspondence should be addressed.

© 2000 The Korean Nutrition Society

는 모유신생아의 혐기성균에 대한 호기성균의 비율이 인공영양아 보다 더 크지만, 고형식 도입 후에는 두 수유군은 비슷해진다.[4]

장내균총은 또한 지역간 차이를 보이는데 서구 유럽인에는 일본이나 인도인에 비해 bifidobacteria나 bacteroides 같은 혐기성 균이 많고, streptococci, lactobacilli, yeasts 같는 통성 혐기성균은 유의적으로 더 적다. 이러한 차이는 유럽인들이 육류와 지방 섭취가 더 많은 것에 기인하는 것으로 사료된다.[5] 또한 생활수준이 향상되고 분만과정이 무균과정으로 진행되며 영유아에게 항생제 사용이 증가되면서 정상적인 장내균총이 변동되고 있다.[6] 자연조건에서 영아는 정상 장내균총으로 완전한 장내미생물을 얻을 수 있지만, 무균 출생과정과 인공수유로 인해 어머니와의 접촉이 제한되어 미생물의 이전이 제한되고 있으며, 결과적으로 장내균총은 식이양상에 따라 서로 다른 형태의 균총이 발달하게 된다.[7] 영유아기의 장내균총 조성의 차이가 발달 후 면역계에 미치는 영향에 대해서는 아직 잘 알려져 있지 않지만, 어린이 알러지 발생율이 낮은 에스토니아와 알러지 발생율이 높은 스웨덴의 1세 유아를 대상으로 분변균총을 조사한 결과 스웨덴 유아에게서 clostridia 수가 많고 특히, *C. difficile*이 더 많았다.[8]

영유아의 장내균총에 관한 연구는 장내균총이 장내 병원균에 대항하고 면역기능을 증가시키며 소화 등 장내 대사활동에 지대한 영향을 미칠 수 있으므로 수유방법에 따른 영유아의 보건과 성장을 이해하는데 중요하고,[4] 또한 인공영양아를 위한 조제유의 개선 및 영유아의 장질환을 예방하고 치료하기 위한 유산균제의 개발[9]에 중요한 기초자료가 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 전보의 연구[10-12]에 이어 우리나라 1세 유아의 장내균총을 조사 분석하였고, 출생 후 1년간의 자료들을 비교하여 수유방법에 따른 영향을 고찰하였다.

연구방법

1. 대상자 선정과 분변시료의 수집 및 처리

1) 대상자 선정

대상자는 전주시에 소재하는 병원에서 출생한 신생아 중 산모가 협조하기로 동의하고, 만기 출산으로 건강상태 및 양육환경이 양호한 27명으로 이유보충식 도입 이전의 수유방법에 따라 모유영양아가 12명, 인공영양아가 15명이었다. 이들은 생후 1년간 장내균총의 변화를 같은 대상자를 상대로 종시적으로 비교 검토하기 위하여, 이미 보고된 생후 1주 시기[10]와 이유식 도입 전후인 생후 2~3개월 및 생후 6~7개월[11]의 장내세균 분석에 참여한 동일 대상자들로서 출생 후 12개월째에 분변을 수집하였다.

2) 분변시료의 수집

분변시료는 영아가 평소 양육되는 방식대로 자연스럽게 배변한 직후 즉시 연락하도록 양육자를 사전교육 하였고, 이러한 방식대로 연락된 영아의 분변시료는 거주지로 가서 기저귀에 쌓인 채로 실험실로 즉각 운반하였다. 분변의 상태나 장내세균의 분석에서 특이성을 나타내는 경우에는 반복하여 시행하였다. 수집 예정된 시기에 대상자가 설사를 하는 경우나 감기 등의 질환 중일 경우에는 증상의 소실 후 최소 1주 이상이 경과된 후 수집하였다.

3) 분변시료의 처리

분변시료의 처리는 Balmer와 Wharton의 방법[13]에 준하여 시행하였다. 실험실로 운반된 시료는 실험실에서 잘 혼합한 후 일부를 취하여 냉동저장용 배지에 넣고 칭량, 분쇄(homogenization), 분액하여 −60℃ 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 CO_2 가스 하에서 혐기적으로 수행하였고, 분액은 mineral oil 1ml가 담긴 작은 용기에 3ml씩 분주하고 탄산가스를 취입한 다음 고무마개 하였다.

4) 분변의 pH 측정

분변의 pH는 실험실로 운반한 후 냉동저장을 위하여 일부를 취하고 남은 시료를 이용하였고, pH 측정기의 탐침부를 분변에 직접 접촉하여 측정하였다.

2. 세균의 배양, 계수 및 동정

1) 세균의 배양 및 계수

냉동 저장된 분변액은 실온에서 서서히 융해하고, SEPA Tube에서 CO_2 가스 하에 희석액에 10배씩 희석하였다. 희석액은 혐기성균은 Mitsuoka의 조성[14]을 사용하고, 호기성균은 1/4 역가의 Ringer액을 사용하였다. 적당한 배율의 분변희석액을 15㎖씩 각 세균 종류별 선택배지에 가한 다음 콘라디 봉으로 도말하였다. Clostridia를 계수하기 위한 희석액은 80℃에서 10분간 처리한 다음 도말하였다. 분변희석액이 도말된 평판배지는 일반배양기 및 혐기배양기(anaerobic chamber)에서 37℃로 배양했는데, 호기성 균은 1일, 혐기성 균은 2~3일간 배양하였다. 혐기배양기의 공기조성은 N_2 80%, CO_2 10%, H_2 10%로 하고, 배양기 중에

남아있는 산소를 제거하기 위하여 Platinum 촉매를 사용하였다. 각 주요 세균별 사용한 선택배지와 배양조건은 전보[10][11]와 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 Mitsuoka[14]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* 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 package[17]를 사용해 세균수의 평균과 표준편차를 구하고, 장내세균의 수 및 검출율과 환경인자 간의 유의적 관계는 t-test, ANOVA, Duncan's multiple range test 및 chi-square test로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 1세 유아의 장내균총 조성

1) 검출된 장내세균의 종류

본 연구에서 검출된 장내 균종은 총 14종이었으며, 대부분 모유영양군과 인공영양군 모두에서 검출되어, 두 군간에 균종의 차이는 거의 없었다. 혐기성 배지에서는 *Bifidobacterium, Bacteroides, C. perfringens, Clostridium, Eubacterium, Peptococcaceae, Megasphera*와 *Veillonella* 등이 검출되었고, 호기성 및 혐기성 배지 모두에서 검출된 균은 *Lactobacillus, Streptococcus, Staphylococcus, E. coli, Klebsiella*와 *Enterobacter* 등이었다.

검출된 평균 균종 수는 모유영양군에서 6.9 ± 1.2종, 인공영양군에서 7.1 ± 1.5종으로 두 군간에 유의적 차이는 보이지 않았다.

2) 모유영양군과 인공영양군의 장내균종의 차이

이유식 도입이전의 수유방법에 따라 모유영양군과 인공영양군으로 나누어 장내세균의 균수와 검출율을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

Bifidobacteria는 모유영양군과 인공영양군 모두에서 검

Table 1. Composition of fecal flora in breast-fed and formula-fed infants at 1 year after birth[1]

Bacteria	Breast-fed(n=12)		Formula-fed(n=15)	
	Counts[2]	Frequency[3]	Counts	Frequency
Bifidobacteria	9.23 ± 0.90	12(100)	9.35 ± 0.51	15(100)
Lactobacilli	8.49 ± 0.68	11(91.7)	8.34 ± 0.78	14(93.3)
Streptococci	8.89 ± 0.87	12(100)	8.95 ± 0.54	15(100)
Bacteroides	9.77 ± 0.46	12(100)	9.76 ± 0.47	14(93.3)
Clostridia	4.91 ± 0.38	4(33.3)	5.30 ± 1.28	8(53.3)
C.perfringens	4.40 ± 0.59	2(16.7)	6.18	1(6.7)
Peptococcaceae	8.96 ± 0.29	3(25.0)	7.96 ± 0.71	3(20.0)
Eubacteria	6.75	1(8.3)	8.51 ± 0.87	7(46.7)*
Veillonella	8.92 ± 0.98	3(25.0)	8.87	1(6.7)
E.coli	8.72 ± 1.20	12(100)	7.99 ± 1.25	15(100)
Klebsiella	7.88 ± 1.74	8(66.7)	6.73 ± 1.35	7(46.7)
Enterobacter	6.99 ± 0.37	4(33.3)	6.79 ± 1.69	6(40.0)
Staphylococci	8.30	1(8.3)	8.09	1(6.7)
Megasphera	-	-	8.09	1(6.7)
Total anaerobes	10.48 ± 0.29	12(100)	10.54 ± 0.35	15(100)
Total aerobes	9.34 ± 0.89	12(100)	8.93 ± 0.50	15(100)

1) Data were analyzed statistically by t-test(bacterial counts) and chi-square test(frequencies). *$p < 0.05$
2) Bacterial counts expressed as mean ± SD of $\log_{10}$(CFU/gram of wet feces)
3) Frequencies of occurrence expressed as No. of subjects(%)

출되었고, 검출된 균수는 두 군간에 유의적 차이가 없었다. Lactobacilli는 각각 1명씩 검출되지 않아 검출율은 모유영양군에서 91.7%, 인공영양군에서 93.3%를 나타내었다. Streptococci 역시 조사 대상자 전원에서 검출되었고 두 군간에 균수의 유의적 차이는 없었다. Bacteroides는 모유영양군 전원에서 검출되었고, 인공영양군에서는 1명에서 검출되지 않아 검출율은 93.3%였다. Bacteroides는 유아시절을 통해 자리잡기 시작하여 일생을 통해 가장 우세한 균총이 된다. Clostridia의 검출율은 모유영양군에서 33.3%, 인공영양군에서 53.3%로 유의적 차이는 아니었지만 인공영양군에서의 검출율이 더 높았다. 검출된 균수도 인공영양군에서 약간 많았다. *C. perfringens*는 모유영양군에서 2명(16.7%), 인공영양군에서 1명이(6.7%) 검출되어 검출율이 매우 낮았으며, 검출된 균수도 많지 않았다. Peptococcaceae는 모유영양군에서 25.0%, 인공영양군에서 20.0% 검출되었다.

Eubacteria는 모유영양군에서 8.3%, 인공영양군에서 46.7% 검출되어 인공영양군에서의 검출율이 유의적으로 높았다. Eubacteria는 유아기에는 검출율이 낮지만 일생을 통해 점점 많아진다. Veillonella는 모유영양군에서 25.0%, 인공영양군에서 6.7% 검출되어 모유영양군에서의 검출율이 높았으나 유의적 차이는 아니었다. 이 균은 고형식 섭취 전후에서 나타나기 시작하나 다른 혐기성균이 착생함에 따라 우세 균총으로 자리잡지는 못한다. *E. coli*는 모든 대상자에서 검출되었고, 검출된 세균의 수는 모유영양군에서 약간 많았다. *E. coli*는 유아시절 우세 균총 중의 하나이며 모든 사람에게서 검출된다. Klebsiella의 검출율은 모유영양군에서 66.7%, 인공영양군에서 46.7%로 모유영양군에서 높았고, 검출된 균수도 모유영양군에서 약간 높았으나 유의적 차이는 아니었다. Enterobacter의 검출율은 모유영양군에서 33.3%, 인공영양군에서 40.0%였다. Staphylococci는 모유영양군과 인공영양군에서 각각 1명씩(8.3%, 6.7%) 검출되었다. Megasphera는 인공영양군의 1명에서만(6.7%) 검출되었다. 총 혐기성균 수는 모유영양군과 인공영양군에서 서로 비슷하였고, 총 호기성균 수는 모유영양군에서 약간 많았다.

모유영양아와 인공영양아 각 7명을 대상으로 1년간 장내균총의 변화를 조사한 Stark 와 Lee[11][16]의 연구에서는 생후 12개월째에 bifidobacteria와 streptococci, bacteroides, clostridia 등이 100% 검출되었는데, 본 연구에서는 bifidobacteria와 streptococci는 100% 검출되었으나 bacteroides는 인공영양아의 1명에서 검출되지 않았고, clostridia는 30~50%로 검출율이 매우 낮았다. 그러나, 이들 장내세균의 검출된 균수는 비슷한 수준을 보였다. Ji의 연구[17][20]에서는 streptococci는 우리 나라 영유아 시기의 가장 우세한 균총 중의 하나로 검출율이 100%로 보고되었다. Megasphera는 생후 1개월 정도의 영아 70명을 대상으로 조사한 Benno 등[18]의 결과에서 모유영양아 3명에서 검출되었다.

본 연구결과를 요약하면 이유식 도입 이전의 수유방법에 따른 모유영양군과 인공영양군의 생후 1년째 장내세균의 수는 서로 유의적 차이를 보이지 않았고, 장내세균 검출율도 eubacteria를 제외하고는 유의적 차이를 보이지 않았다. 따라서 이유 전에 형성된 모유영양아와 인공영양아 간의 장내균총의 차이는 생후 1년이면 거의 소실되는 것으로 보인다.

2. 주요 장내세균 수의 생후 1년간의 변화

이유보충식 공급 이전의 수유방법에 따른 모유영양군과 인공영양군의 생후 1년째 주요 장내세균의 수를 전보[10][11]에 발표된 생후 1주, 이유 전인 생후 2~3개월과 이유보충식 공급 후인 생후 5~7개월의 장내세균 수와 비교하여 생후 1년간의 변화를 살펴보았다(Fig. 1).

Bifidobacteria의 경우 모유영양군에서는 생후 1주째에 가장 균수가 많았고, 이에 비해 생후 1년째에는 그 수가 유의적으로 감소되었다. 그러나 인공영양군에서는 유의적 차이 없이 생후 1년간 비슷한 수준을 유지하였다. 모유영양아와 인공영양아 각 7명을 대상으로 1년간 장내균총의 변화를 조사한 Stark & Lee[4]의 결과에서도 모유영양군에서 생후 1년째에 bifidobacteria의 수가 감소되었다. Lactobacilli는 모유영양군에서는 생후 1년간 유의적 차이가 없었고, 인공영양군에서는 이유 전의 균수가 유의적으로 적었다. Streptococci의 경우 모유영양군에서는 이유 전에 비해 이유 후의 균수가 유의적으로 증가되었고, 인공영양군에서는 이유 전의 균수에 비해 생후 1년째의 균수가 유의적으로 적었다. Bacteroides는 모유영양군과 인공영양군이 모두 이유 전의 균수에 비해 생후 1년째의 균수가 유의적으로 증가되었다.

Bacteroides는 출생 후에는 그 수가 적다가 이유 후부터 점차 증가되어 우세균으로 자리잡는다.[14] Clostridia는 모유영양군에서는 생후 1주째에 비해 1년째의 균수가 유의적으로 감소되었고, 인공영양군에서는 생후 1주에 비해 그 이후의 기간 모두 유의적으로 균수가 감소되었다. 그러나, Stark와 Lee의 연구[16]에서와 같이 생후 1년간 clostridia의 수는 10^4~10^6수준으로 검출되었다. *E. coli*는 모유영양군에서는 생후 1년간 균수의 유의적 변동이 없었고, 인공영양군에서

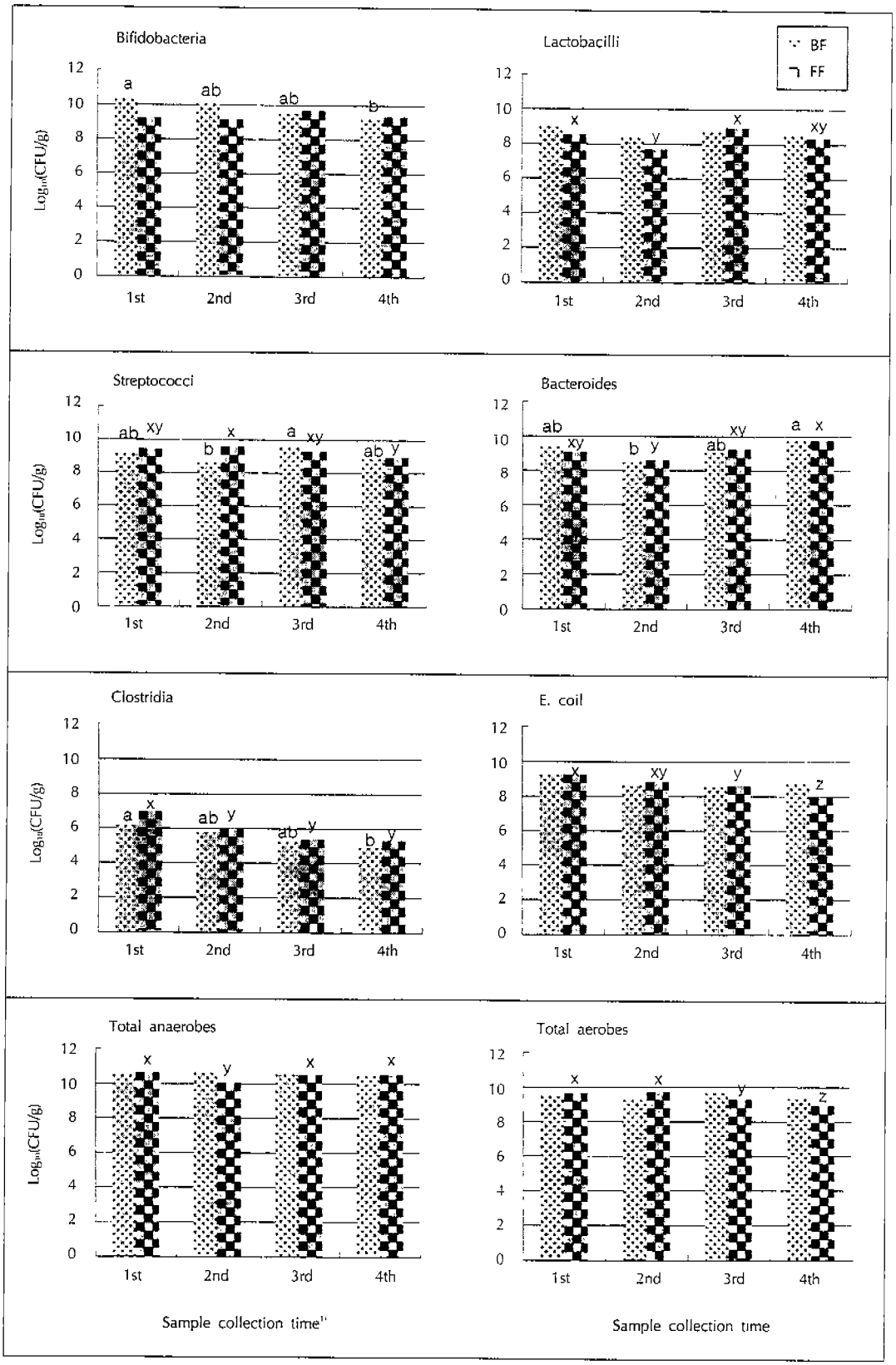

Fig. 1. Changes in counts of major fecal bacteria of breast-fed(BF) and formula-fed(FF) infants during 1 year after birth. ab, xyz : Each bar with different letters are significantly different at $p < 0.05$ as determained by Duncan's multiple-range test. 1) 1st: about 1 week after birth[10], 2nd: before weaning(2 – 3months after birth)[11], 3rd: after weaning(5 – 7months after birht)[11], 4th: 1 year after birth

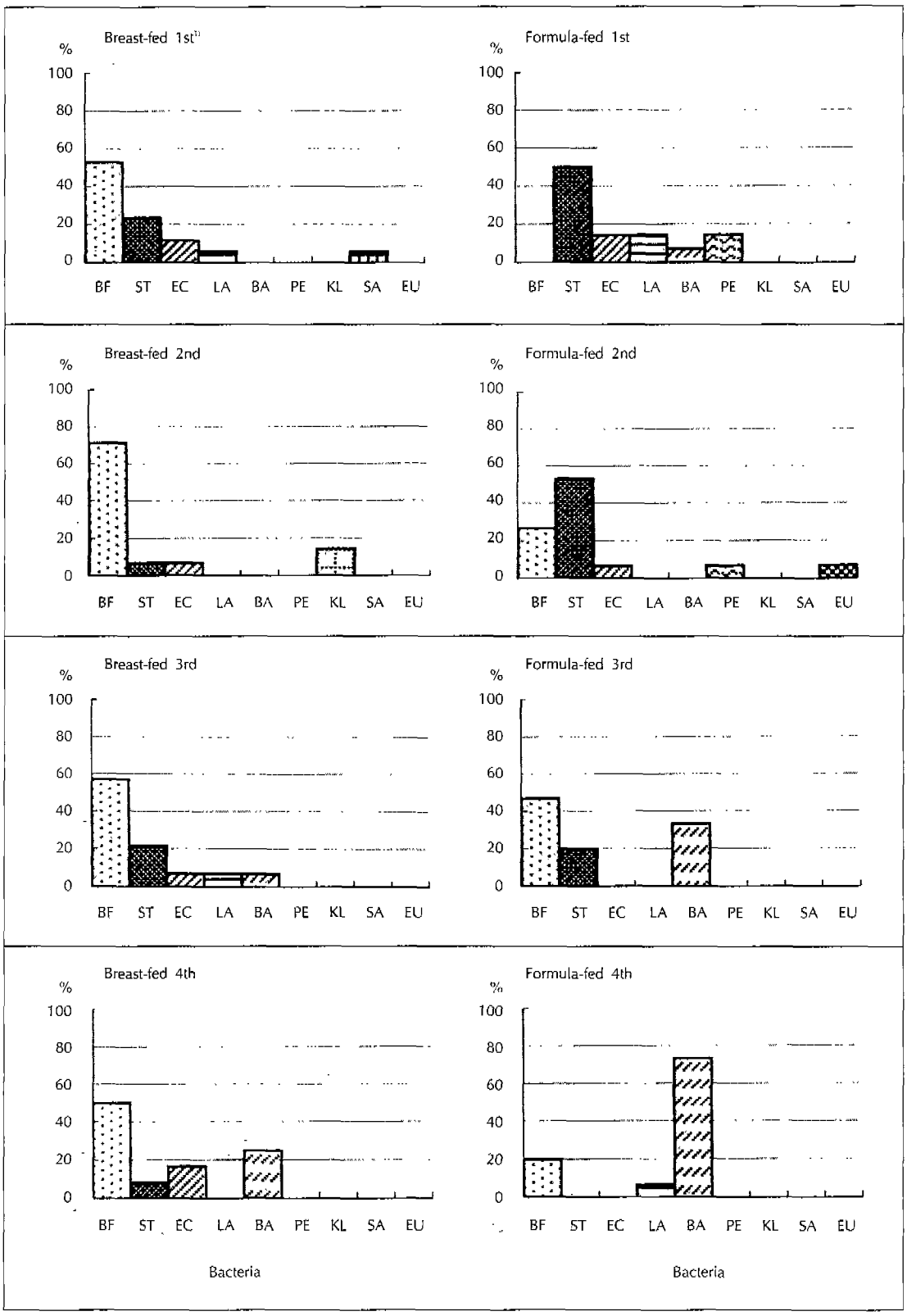

Fig. 2. Percentage of infants in whose fecal bacteria were dominant during 1 year after birth. BF: bifidobacteria, ST: streptococci, EC: E. coli, LA: lactobacilli, BA: bacteroides, PE: Peptococcaceae, KL: klebsiella, SA: staphylococci, EU: eubacteria
1) 1st: about 1 week after birth[10], 2nd: before weaning(2 – 3months after birth)[11], 3rd: after weaning(5 – 7months after birth)[11], 4th: 1 year after birht

는 생후 1주째에 가장 균수가 많았고 점차 감소되어 이유 후부터 유의적으로 균수가 감소되었다. 총 혐기성균수는 모유영양군에서는 1년간 유의적 차이가 없었으나 인공영양군에서는 이유 전 시기만 유의적으로 균수가 적었다. 총 호기성균수 역시 모유영양군에서는 유의적 변동이 없었고 인공영양군에서는 이유 후부터 유의적인 감소가 있었다.

생후 1년간 장내세균 수의 변화를 요약하면 모유영양군에서는 bifidobacteria와 clostridia가 점차 감소되고, bacteroides는 점차 증가되는 경향을 보였다. 인공영양군에서는 streptococci, clostridia, *E. coli*, 총 호기성균이 점차 감소되는 경향을 보였고, bacteroides는 증가되는 경향을 보였다(Fig. 1).

3. 1세 유아의 장내 우세균과 생후 1년간의 변화

1) 1세 유아의 장내 우세균의 종류

각 조사대상자의 장내균총 중 가장 높은 균수를 나타내는 우세균을 조사 비교한 결과는 Fig. 2(4th)와 같다.

모유영양군에서는 bifidobacteria가 우세균인 경우가 6명으로(50.0%) 가장 많았고, 다음으로는 bacteroides가 우세균인 경우가 3명이었으며(25.0%), *E. coli*가 우세균인 경우는 2명(16.7%), streptococci가 우세균인 경우는 1명이었다(8.3%). 이에 반하여 인공영양군에서는 bacteroides가 우세균인 경우가 가장 많아 11명이었고(73.3%), bifidobacteria가 우세균인 경우는 3명(20.0%), lactobacilli가 우세균인 경우는 1명이었다(6.7%).

생후 3개월 이내 영아의 장내균총을 조사한 Kim과 Kang[19]의 결과에서는 모유영양아와 인공영양아 모두 bifidobacteria가 우세균으로 나타났고, Ji[20]는 우리 나라 유아는 만 2세까지 streptococci가 우세균인 것으로 발표하였다.

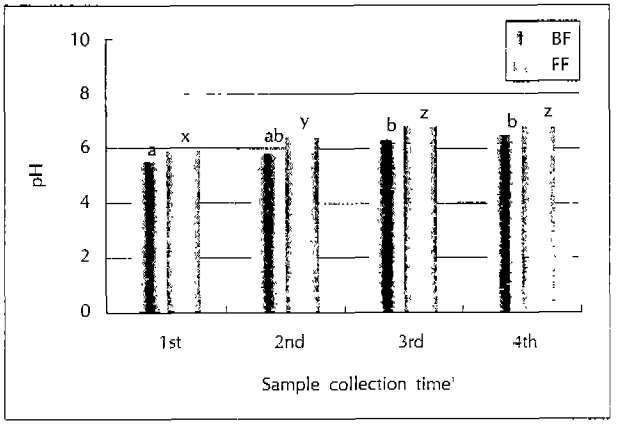

Fig. 3. Changes in the fecal pH of breast-fed(BF) and formula-fed (FF) infants during 1 year after birth. ab, xyz: Each bar with different letters are significantly different at $p < 0.05$ as determined by Duncan's multiple-range test. 1) 1st: about 1 week after birth[10], 2nd : before weaning(2 – 3months after birth)[12], 3rd: after weaning(5 – 7months after birth)[12], 4th: 1 year after birht

본 연구 결과에서는 생후 1년의 모유영양군의 장내균총에서는 bifidobacteria가 우세균인 경우가 가장 많은 반면, 인공영양군에서는 bacteroides가 우세균인 경우가 가장 많았다.

2) 생후 1년간 장내 우세균의 변화

모유영양군과 인공영양군의 생후 1년간 장내 우세균의 변화를 생후 1주째[10]와 이유 시작 전인 생후 2~3개월[11] 및 이유보충식 도입 이후인 생후 5~7개월,[11] 그리고 생후 1년째의 장내균총 조사결과로 살펴보았다(Fig. 2). 모유영양군에서는 생후 1년간 bifidobacteria가 우세균인 경우가 가장 많았다. 생후 1주째에는 조사 대상자의 52.9%, 이유시작 전에는 71.4%, 이유보충식 도입 후에는 57.1%, 생후 1년째에는 50.0%로 조사되었다. 한편 인공영양군에서는 생후 1주째와 이유시작 전에는 streptococci가 우세균인 경우가 가장 많아 각각 50.0%와 53.3%였고, 이유보충식 도입 후에는 bifidobacteria가 우세균인 경우가 46.7%로 가장 많았으며, 생후 1년째에는 bacteroides가 우세균인 경우가 가장 많았다.

요약하면 모유영양군에서는 생후 1년간 지속적으로 bifidobacteria가 우세균으로 자리잡고, 인공영양군에서는 우세균이 streptococci에서 bifidobacteria를 거쳐 bacteroides로 자리 바꿈이 일어나고 있다. 이러한 결과는 수유기의 모유영양은 장내균총의 구성을 안정화시켜 장의 건강에 더 유익한 것으로 사료된다.

4. 1세 유아의 분변 pH와 생후 1년간의 변화

1세 유아의 분변 pH를 조사한 결과 모유영양군은 6.5 ± 0.4, 인공영양군은 6.8 ± 0.5로 유의적 차이는 아니었지만 모유영양군의 분변 pH가 약간 낮았다. 장내 환경의 낮은 pH는 bifidobacteria 등에 의해 초산(acetic acid) 및 유산(lactic acid) 등이 생성되기 때문이며, 이는 병원성 미생물의 번식을 막아주는 역할을 하므로 영유아의 장의 건강에 중요하다.[21] 1세 유아의 분변 pH를 생후 1주째[10]와 이유 전후기의 pH[12]와 비교하여 Fig. 3에 나타내었다. 모유영양군과 인공영양군 모두 생후 1주째의 분변 pH가 가장 낮았다. 모유영양군에서는 생후 1년째의 분변 pH가 생후 1주째에 비해 유의적으로 높았고, 인공영양군에서는 생후 1년째의 분변 pH가 생후 1주째 및 이유시작 전에 비해 유의적으로 높았다.

요약 및 결론

우리 나라 1세 유아의 장내균총을 조사하고 이유보충식

공급 이전의 수유방법에 따른 영향을 알아보기 위해 보충식 공급 이전의 수유방법에 따른 모유영양아 12명과 인공영양아 15명을 대상으로, 생후 1년째의 분변을 수집하여 장내균총을 조사하고, 전보[10-12]에 발표된 자료들을 참고하여 출생 후 1년간의 장내균총을 비교해 본 결과 다음과 같았다.

1) 인공영양군의 eubacteria 검출율이 모유영양군에 비해 유의적으로 높은 점을 제외하고는 모유영양군과 인공영양군의 생후 1년째 장내세균의 수와 검출율은 서로 유의적인 차이를 보이지 않았다.

2) 1세 유아의 장내세균 수를 생후 1주 및 이유식 도입 전후기의 것과 비교해 본 결과 모유영양군에서는 생후 1년째의 bifidobacteria와 clostridia 수가 생후 1주의 것에 비해 유의적으로 감소되었고, bacteroides 수는 이유 전에 비해 유의적으로 증가되었다. 인공영양군에서는 생후 1년째의 streptococci 수가 이유 전에 비해 유의적으로 감소되었고, clostridia는 생후 1주에 비해, *E. coli*는 생후 1주 및 보충식 도입 이후에 비해 유의적으로 그 수가 감소되었다. 생후 1년째 총 호기성균 수도 생후 1주 및 이유 전후기에 비해 유의적으로 감소되었다. 한편 bacteroides는 이유 전에 비해 유의적으로 그 수가 증가되었다.

3) 장내균총 중 가장 높은 균수를 나타내는 우세균을 조사한 결과 생후 1년째 모유영양군에서는 bifidobacteria가 우세균인 경우가 가장 많은 반면(50%), 인공영양군에서는 bacteroides가 우세균인 경우가 가장 많았다(73.3%).

4) 1세 유아의 분변 pH를 조사한 결과 모유영양군은 6.5 ± 0.4, 인공영양군은 6.8 ± 0.5로 모유영양군이 약간 낮았으나 유의적 차이는 아니었다. 생후 1년째의 분변 pH는 모유영양군에서는 생후 1주째에 비해 유의적으로 높았고, 인공영양군에서는 생후 1주째 및 이유시작 전에 비해 유의적으로 높았다.

이유식 도입전의 수유방식의 차이로 생성된 모유영양아와 인공영양아 간의 장내균총의 차이는 생후 1년이 되면서 거의 소실되지만, 장내 우세균의 안정과 분변의 낮은 pH를 고려할 때 모유영양은 인공영양에 비해 영유아의 장의 건강 유지에 유익할 것으로 사료된다.

Literature cited

1) Cummings JH, Macfarlane GT. A review: the control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *J Appl Bacteriol* 70: 443-459, 1991
2) Roberfroid MB, Bornet F, Bouley C, Cummings JH. Colonic microflora: Nutrition and health. *Nut Rev* 53(5): 127-130, 1995
3) Bezirtzoglou E. The intestinal microflora during the first weeks of life. *Anaerobe* 3: 173-177, 1997
4) 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
5) Finegold SM, Attebery HR, Sutter VL. Effect of diet on human fecal flora: comparison of Japanese and American diets. *Am J Clin Nutr* 27: 456-469, 1974
6) Simhon A, Douglas JR, Drasar BS, Soothill JF. Effect of feeding on infants fecal flora. *Arch Dis Child* 7: 51-58, 1982
7) Fuller R, Gibson GR. Modification of the intestinal microflora using probiotics and prebiotics. *Scand J Gastroenterol* 32(S222): 28-31, 1997
8) Sepp E, Julge K, Vasar M, Naaber P, Bjorksten B, Mikelsaar M. Intestinal microflora of Estonian and Swedish infants. *Acta Pediatr* 86: 956-61, 1997
9) Baek YJ. Status and future of research development in fermented milk industry. *Bioindustry* 8(2): 26-37, 1995
10) Moon SJ, Lee KJ, Jin HS. Composition of the gastrointestinal microflora in Korean breast-fed and formula-fed newborn infants. *Korean J Nutr* 31(1): 80-87, 1998
11) Lee KJ, Jin HS, Moon SJ. Composition and changes of gastrointestinal microflora in breast-fed and formula-fed infants before and after weaning. *Korean J Nutr* 31(3): 305-314, 1998
12) Jin HS, Lee KJ, Moon SJ. Relations between the microfloral composition and the environmental factors affecting Korean infants during lactation. *Korean J Nutr* 32(1): 64-74, 1999
13) Balmer SE, Wharton BA. Diet and faecal flora in the newborn. Breast milk and infant formula. *Arch Dis Child* 64: 1672-1677, 1989
14) Mitsuoka T. A Color Atlas of Anaerobic Bacteria. Sobunsha. Tokyo. Japan, 1984
15) SAS/STAT. Guide for personal computer, version 6.03, 1987
16) Stark PL, Lee A. Clostridia isolated from the feces of infants during the first year of life. *J Pediatr* 100(3): 362-365, 1982
17) Ji GE. Composition and distribution of intestinal microbial flora in Korean. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 22(5): 453-458, 1994
18) 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
19) Kim SH, Kang KH. Distribution of *bifidobacterium* in feces of Korean infants. *Kor J Dairy Sci* 6(2): 126-134, 1984
20) Ji GE. Distribution of gut microflora in Korean infants. *Bulletin for Spring Symposium of Kor Soc Appl Microbiol*, pp.101-114, 1992
21) Savage DC. Microbial ecology of the gastrointestinal tract. Ann Rev Microbiol 31: 107-133, 1977