



우유 단백질과 알레르기

남 명 수

충남대학교 농업생명과학대학 동물바이오시스템학과

Milk Proteins and Allergy

Myoung Soo Nam

*Dept. of Animal Bio-System Science, College of Agriculture and Life Sciences,
 Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea*

ABSTRACT

Food allergy is defined as adverse reactions toward food mediated by aberrant immune mechanisms. Therefore, an allergic response to a food antigen can be thought of as an aberrant mucosal immune response. Food allergy most often begins in the first 1~2 years of life with the process of sensitization by which the immune system responds to specific food proteins, most often with the development of allergen-specific immunoglobulin E (IgE). Over time, most food allergies are lost, although allergy to some foods is often long lived. The most important allergen sources involved in early food allergy are milk, eggs, peanut, soybean, meat, fish and cereals. Milk allergy seem to be associated with casein and whey protein. Important features of proteins as allergenicity are size, abundance and stability. Strategies for the prevention of milk allergy is breast-feeding, partially hydrolysed infant formula, using of probiotics, immune components in milk, preparation of low allergenicity milk protein and allergy therapy (immune therapy).

Keywords : food allergy, mucosal immune response, casein, whey protein, allergen-specific immunoglobulin E

서 론

요즘 들어 특히 음식 섭취와 관련하여 과거에는 큰 문제가 되지 않았던 알레르기 환자가 점점 증가하는 추세이다. 알레르기의 원인은 가족력, 환경공해, 스트레스, 식품 등에 따라 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Bjorksten and Kjellmann, 1990). 식품 알레르기는 영아와 어린이에서 주된 증상을 나타내는 것으로 영유아 및 소아들의 다양한 식품 섭취로 인하여 야기되며, 이러한 증상은 점점 증가하는 추세이다. 식품 알레르기는 우리가 섭취한 식품 성분이 장관을 통과하여 혈액 또는 림프액으로 이동되는데, 이 과정에서 면역 관련

세포와 만나 반응을 하는데, 이때 알레르기와 관련된 비만 세포와 반응하면서 이 비만세포가 분비하는 유해한 물질에 의해서 알레르기 현상이 일어나는 것이다. 특히 영·유아 시기에는 섭취한 음식을 소화시키는 소화관, 즉 장관의 미성숙으로 인하여 알레르기를 일으키는 물질의 침입을 막기가 어려워 음식 알레르기가 많이 일어나며, 3세 이후에는 장관면역계가 성숙되어 식품 알레르기가 많이 줄어든다.

그 동안 많은 식품 알레르기 학자들은 계란, 우유, 콩, 해산물, 밀, 땅콩, 육류, 메밀 등을 알레르기를 일으키기 쉬운 식품으로 분류하였고, 심지어 쌀도 빈도는 낮지만 알레르기를 일으키기 쉬운 식품이라고 보고하였다. Moon 등(2007)이 보고한 내용을 보면 소아, 어린이, 청소년을 대상으로 한 식품 알레르기 연구에서도 콩, 우유, 치즈, 난백, 계, 새우, 참치, 대구, 연어, 돼지고기, 쇠고기, 레몬, 라임, 오렌지, 복숭아, 밀가루, 쌀, 땅콩이 알레르기와 관련이 있는 것으로 나

* Corresponding author: Myoung Soo Nam, Dept. of Animal Bio-System Science, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea. Tel: +82-42-821-5782, Fax: +82-42-823-2766, E-mail: namsoo@cnu.ac.kr

타났다. 알레르기 증상은 빈도의 차이는 있지만 위에서 언급한 바와 같이 우리가 즐겨 먹는 여러 가지 식품들에서 소아, 어린이, 청소년들에게 어느 정도 나타나는 일반적인 증상이라 할 수 있다.

식품 알레르기에 관한 연구 내용들이 강조하는 점은 첫째, 적어도 모든 부모의 1/4 정도가 한 가지 또는 그 이상의 식품에 대해서 비정상적인 식품반응이 유아기 때 공히 나타난다고 언급했다는 것이다. 둘째, 비정상적인 식품반응은 1세 부근에서 가장 많이 나타나며, 유아의 5~10% 정도로 확인되었고, 셋째, 대부분의 식품 알레르기는 시간이 지남에 따라 없어진다는 사실이다(Metcalf *et al.*, 2003). 식품 알레르기를 피하기 위해서 알레르기를 일으키는 식품의 섭취를 금하면 알레르기에 대한 문제는 없겠지만, 건강한 삶을 위해서는 식품 섭취가 꼭 필요하므로 식품 섭취에 대한 현명한 지혜가 필요하다. 본고에서는 알레르기란 무엇이며, 우유 단백질과 알레르기와의 관계 및 우유 알레르기에 대한 방어 전략을 중심으로 기술하고자 한다.

1. 알레르기(Allergy)란 무엇인가

알레르기(allergy)라는 말은 그리스어로 allos(altered: 다르다)와 ergon(action: 반응)을 조합하여 만들어진 것이다. 즉, 사람이 살아가면서 일어나는 여러 가지 일반적인 생체 반응이 있는데, 그것과 다른 반응이란 의미이다. 어떤 사람은 계

란, 우유, 콩, 해산물, 밀, 땅콩, 육류, 메밀 등을 섭취하여도 아무런 증상이 없지만, 어떤 사람은 여러 가지 증상이 나타나는데, 이러한 현상을 알레르기라고 한다. 그러나 우리 인체의 입장에서 보면 알레르기는 지극히 정상적인 면역반응의 현상으로 일어나는 증상이다. 여기서 “면역”이란 외부로부터 우리 몸으로 들어온 병원균과 바이러스 등을 공격하여 제거함으로써 자기 자신의 몸을 지키기 위한 자기 방어 기구이다. 즉 자기(self)와 비자기(non-self)를 구별하여 비자기를 공격하여 자신의 개체를 방어하는 체계를 말한다. 알레르기 반응은 우리 몸이 외부로부터 들어온 이물질(식품)을 비자기로 우리 몸은 인식하여 자기 자신을 방어하는 과정에서 분비되는 화학물질들(히스타민, 헤파린)이 다시 자기 자신을 공격하여 생기는 증상이라 말할 수 있다.

2. 면역 반응은 같지만 식품 알레르기의 항체 기능은 다르다

식품 알레르기는 면역반응을 일으킨다. 그러나 면역반응이 외부 침입자로부터 자기 자신의 몸을 방어하는데 비해 식품 알레르기는 우리 몸을 공격하여 해친다. 항체가 만들어지는 방법은 바이러스 등과 같은 외부 침입자의 경우와 똑 같지만 항체의 종류가 다르고, 알레르기를 일으키는 세포를 깨워내는 점이 일반 면역과 다르다.

알레르기 현상에 대해서 Gell과 Coombs라는 학자는 인체

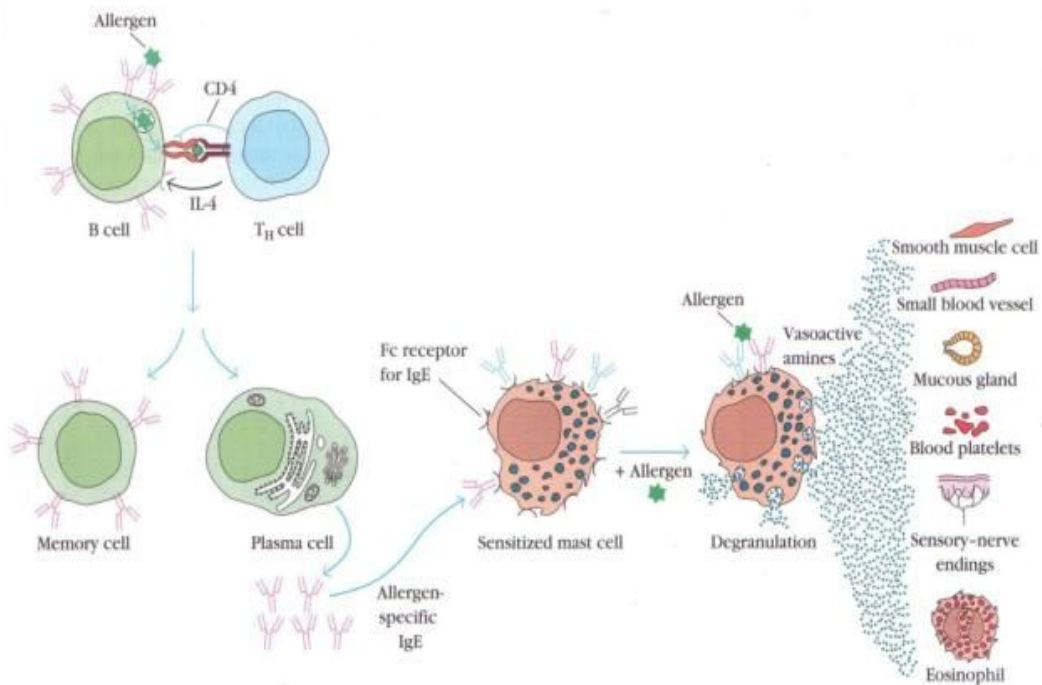


Fig. 1. 제1형 과민반응의 일반적인 기전. (Goldsby R. A. Immunology, 2003)

의 생체반응이 과민하게 반응하는 현상으로 이 반응을 과민형 반응이라 하고, 4가지 형태의 다른 면역기전을 중심으로 분류하였다. 이 4가지 형태를 보면 과민형 반응의 3가지는 체액성 면역의 범위 내에서 일어나고, 항원과 항원항체 복합체가 관련되어 있는 것으로 IgE-매개 과민반응(제1형), IgG항체-매개 과민반응(제2형), 면역복합체-매개 과민반응(제3형)으로 분류하였다. 과민반응의 마지막 제4형 과민반응은 세포성 면역의 범위 내에서 일어나며, 세포-매개 과민반응으로 지연형 과민반응이라 한다.

식품 알레르기는 제1형 과민반응으로 설명될 수 있다 (Fig. 1). 제1형 과민성 반응은 알레르기 원인물질과 같은 것으로 언급되어지는 항원의 어떤 형태의 물질에 의해 유도되는 것으로 정상적인 체액성 반응이다(Goldsby, 2003). 이것은 항체를 분비하는 형질세포와 기억 세포의 발생의 결과로 인해서 항원이 다른 수용성 항원에 대해서 B 세포가 유도하는 기전과 같은 것에 의해 체액성 항체반응을 유도한다. 정상체액반응으로부터 제1형 과민반응과 구별되는 것은 형질세포가 IgE를 분비하는 것이다. IgE가 만들어지면 피부 표면의 바로 아래나 장관 표면의 바로 아래, 기관지나 폐의 표면 바로 아래에 있는 비만세포(mast cell)와 혈액의 호염구라는 세포의 표면에 있는 Fc 수용체에 강력한 친화력으로 결합한다. IgE에 의해 덮여진 비만세포와 호염구는 감각되고, 같은 알레르겐 물질에 노출이 된 후에 감각되어진 비만세포와 호염구의 막에 결합된 IgE 교차결합으로 과립이 활성화되고, 탈과립이 일어나 생리적 장애를 일으키는 활성 매개 물질이 방출되므로 알레르기 증상이 일어난다.

3. 식품 알레르기를 일으키는 물질

식품 알레르기를 일으키는 주된 성분은 단백질이다. 단백질은 20종류의 아미노산이 펩타이드로 연결되어 만들어지고 입체구조를 형성하고 있으면서 생체 내에서 고유의 기능을 수행하고 있다. 단백질의 입체구조는 열이나 화학약품의 작용을 받으면 풀리거나 침전하는데, 이것을 변성이라 한다. 열에 의한 영향은 음식을 가열할 때 나타나는데 식품 중의 알레르겐은 변성되어 입체구조가 파괴되고 아미노산 사슬이 절단되는 경우가 있다. 또한 화학약품(황산, 염산 등)에 의해서도 같은 결과가 일어난다. 이러한 대부분의 식품 단백질은 알레르기원으로써 다음과 같은 중요한 특징을 가지고 있다(Dearman, 2002).

1) 분자량 크기

분자량 크기는 알레르기와 관련된 IgE 반응의 자극을 위한 단백질의 특징으로 중요하다. 비만세포는 세포의 표면 위의 IgE 항체 분자들과 교차결합을 위한 단백질에 대한 최

소한의 필요한 크기를 가지고 있다. 그 최소 크기가 약 30개의 아미노산 또는 3 kD 정도의 분자량이다. 만약 단백질이 3 kD보다 작으면 비만세포의 표면에 있는 IgE 항체 분자들과 교차결합을 할 수 없고, 임상적으로 확실한 알레르기 반응은 일어나는 것이 불가능하다. 우리가 알고 있는 알레르겐 능력을 가진 많은 단백질은 비만세포 표면 위에 있는 IgE 항체 분자들과 교차결합을 인정하는 항원결정기와 IgE 항체 분자와 결합할 수 있는 부분을 많이 가지고 있다.

2) 풍부한 양

단백질 알레르겐은 근원적으로 식재료에 비교적 많은 양이 존재한다. 보통, 식품 알레르기를 일으키는 주요 알레르겐은 식재료에서 차지하는 총 단백질 비율이 매우 높다. 예를 들면 오브알부민과 오브뮤코이드는 계란에서 주요한 두 종류의 알레르겐으로 총 단백질의 54%와 11%를 각각 차지한다.

3) 안정성

단백질 알레르겐의 공통적인 특징은 열과 식품 그 자체의 요리 공정에서 안정하기 때문에 소비자들이 더 높은 농도의 자연 상태의 단백질에 노출되어진다면 알레르기 증상이 더 잘 일어날 수 있다. 이러한 단백질들은 단백질 분해효소에 잘 저항을 하는데, 예를 들면 단백질 분해효소는 정상적으로 큰 단백질을 더 작은 단백질로 분해시키는데, 소화관내에 존재하는 이러한 효소들에 저항하는 단백질에 대해서 우리의 소화체계는 조절이 가능하다.

4. 우유 알레르기 성분

케이스인과 유청의 다양한 단백질은 알레르기 반응과 관련이 있고, 이러한 것들의 대부분은 다양한 항원결정기를 가지고 있다. 우유는 계란, 콩, 밀, 땅콩, 견과류, 고기, 조개 등과 함께 소위 말하는 8대 식품 알레르기 군의 한 성분으로 분류한다(Zuberbier *et al.*, 2004). 우유를 포함하여 영유아가 태어나서 가장 먼저 접하는 것이 식품이고, 이러한 식품들이 알레르겐을 가지고 있어, 주위의 환경으로부터 들어오는 항원에 비교적 미성숙하고 감각을 받아들이기 쉬운 면역체계인 유아기에서 가장 빈번히 마주치는 식사용 알레르기이다. 그러므로 우유단백질 알레르기는 어린이에 있어서 흔히 나타나는 식품 알레르기이다. 우유단백질 알레르기에 관한 많은 연구보고에 의하면 우유단백질 알레르기는 유년기 어린이(2세 이하)에서 가장 널리 퍼져 있고(약 1~3%), 성인에 들어서면 0.1~0.5% 빈도로 감소되어진다. 우유단백질의 영향을 받은 어린이의 대부분(80~90%)은 나이가 3살 정도 되면 자연적으로 우유단백질에 대해 관용을 얻는다. 1살 때에

는 56%, 2살이 되면 77%, 3살 때에는 87%가 증상이 없어진다(Host and Halken, 1990).

다른 식품에서와 마찬가지로, 우유에서 알레르기에 대해 반응할 수 있는 성분들은 단백질들이다. 실제로 대부분의 우유단백질들은 그 구조나 화학적인 특성(안정성, 기능 또는 생리활성)이 무엇이든 간에 알레르기 잠재능력을 가지고 있다. 우유단백질은 반추동물의 종류에 따라 양적으로는 비슷하지만 단백질의 종류들 간에는 함량이 다르다. 이러한 단백질들은 역시 비유기간에 따라 변한다. 모유에 β -lactoglobulin (β -LG)이라는 단백질이 함유되지 않은 것은 주목할 만한 것이다. 우유는 1리터당 단백질이 30~35 g 정도 함유되어 있고, 이 중 casein이라는 단백질이 80%, 유청단백질이 20% 정도 차지한다. 유청단백질은 구상단백질로 주된 단백질은 β -LG와 α -lactalbumin(α -LA)으로 이것은 유선에서 합성되고, serum albumin과 immunoglobulin은 혈액으로부터 이행된 것이다. Casein은 4종류의 단백질(α -S₁, 36%; α -S₂, 10%; β -, 34%; κ -, 13%)로 구성되어 있다.

1) 케이스신

케이스신은 주된 알레르겐으로 케이스신 상호간은 아주 낮은 아미노산 상동성을 가지고 있다. 또한 강한 열처리에도 큰 영향을 받지 않지만 모든 단백질 분해효소에 대해서는 매우 쉽게 반응하고, 소화효소에 의해서 가수분해가 잘 된다. 젖소 유즙 케이스신과 다른 포유동물 유즙 케이스신 사이의 상동성은 80%에서 90% 이상으로 매우 높다(Table 1). 이러한 결과에 따라 우유 알레르기 환자의 대부분은 양 유즙 케이스신, 염소 유즙 케이스신, 젖소 유즙 케이스신 사이의 IgE 교차반응이 일어나고, 양 유즙, 염소 유즙은 서로 비슷하거나 때로는 젖소 유즙보다 더 높게 나타나는 경우도 있다. 우유 케이스신에 대한 알레르기 환자의 15~20%는 양 유즙 케이스신, 염소 유즙 케이스신에 대해서도 비슷하거나 오히려 더 높은 반응을 보인다(Dearman and Kimber, 2002).

〈Table 2〉는 포유동물의 종류에 따른 유즙의 단백질 성

Table 1. 동물의 종류에 따른 우유 단백질 잔기(아미노산)의 상동성 (%)

단백질 종류	젖소/양	젖소/염소	염소/양
베타-락토글로불린	96	96	99
알파-락탈부민 케이스신	94	95	99
알파S ₁	89	87	97
알파S ₂	89	88	98
베타	90	90	99
카파	84	85	95

(Wal J-M. Food Allergy and Intolerance, 2002)

Table 2. 포유동물의 종류에 따른 유즙의 단백질 성분 (g/L)

단백질 종류	젖소	염소	양	말
총 케이스신	28~30	25~30	50~60	13
알파S-케이스신	14	2~6	25	
베타-케이스신	11	18	25	
카파-케이스신	4	4	10	
유청단백질	6	4	9	13

(Wal J-M.. Food Allergy and Intolerance, 2002)

분을 나타낸 것이다. 젖소는 1리터 당 케이스신이라는 단백질이 28~30 g, 유청단백질이 6 g 정도 함유되어 있고, 염소는 젖소와 비슷하며, 양은 젖소나 염소보다 2배 정도 높게 함유되어 있다.

Ibero 등(2010)은 우유 단백질에 대한 알레르기가 있는 어린이에게 케이스신을 광범위하게 가수분해하여 제조한 분유(상표명 Damira 2000[®])를 생후 1개월에서 7살 어린이 67명을 대상으로 실험하였다. 가수분해물은 우유단백질에 대한 알레르기 증상을 나타내는 어린이 67명 중 98.5%인 66명에게서 관용을 나타내었다. 광범위하게 가수분해된 새로운 케이스신 제품은 안전하고 우유단백질에 대한 알레르기 증상을 나타내는 대부분의 어린이가 관용이 잘 되었다고 보고하였다.

2) 유청단백질

유청단백질은 전체 우유단백질의 약 20%를 차지하고 있으며, 이 중 β -lactoglobulin(β -LG)은 10%, α -lactalbumin(α -LA)은 4%, 혈청알부민 3%, 면역글블린 2% 등으로 구성되어 있다. 〈Fig. 2〉는 알레르기 환자 20명의 혈청에서 우유 단백질 5종류(β -LG, 총 케이스신, 혈청알부민, α -LA, 락토페린)가 IgE와 특이적인 반응을 나타내는 것을 효소면역법으로 측정한

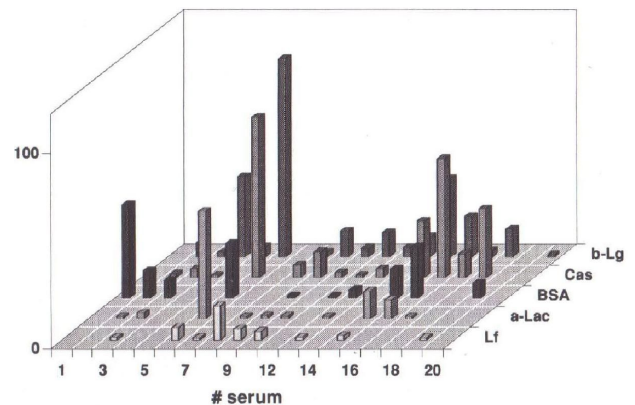


Fig. 2. 5 종류의 우유단백질에 대한 특이적 IgE 반응. (Wal J. M., et al. Food Agri. Immunol. 1995)

결과를 나타낸 것이다. <Fig. 2>에 나타난 바와 같이 우유 알레르기 환자 중 β -LG에 대하여 알레르겐 활성이 높게 나타나고 있는데, 인유에는 전혀 함유되지 않은 이종성 성분이기 때문이다. 또한 이황화결합(S-S)에 의해 안정하게 밀집되고 단단한 구조를 하고 있다. 1번 환자는 혈청알부민, 4번 환자는 β -LG, 6번 환자는 β -LG, 총 케이션, 혈청알부민, α -LA, 15번, 16번 환자는 β -LG, 총 케이션, 혈청알부민, α -LA, 18번 환자는 β -LG, 총 케이션에 특이적인 알레르겐 반응을 보였다. 그러나 이러한 우유단백질에 특이적인 반응을 보이지 않았거나 아주 미약한 반응을 보이는 환자도 많은 것으로 나타났다(Wal *et al.*, 1995).

5. 식품 알레르기에 대한 효과적인 예방과 치료 방법

알러지 증상의 예방과 치료를 위해서 알레르기를 연구하는 학자들은 다음과 같은 방법들을 제시하고 있다. 첫째, 식품 알레르기를 일으키는 원인물질을 제거하는 방법이다. 이 방법은 원인물질을 제거하기 때문에 이론적으로 알레르기 증상은 치료가 될 수 있다. 그러나 알레르기를 일으키는 여러 종류의 식품을 제거한다는 것은 우유처럼 균형 잡힌 영양소 섭취를 제한하는 문제가 될 수 있다. 특히 성장이 매우 빠른 어린이들에게는 영양가가 높고 발육에 필수적인 것이 단백질이다. 따라서 우수한 단백질 식품으로 손꼽히는 계란과 우유를 먹지 않을 수는 없다. 더군다나 단백질의 기본단위인 아미노산 중 필수아미노산은 우리 몸에서 만들 수 없기 때문에 반드시 식품을 통해서 공급해 주어야만 한다. 식품 중에 함유되어 있는 필수아미노산의 양은 식품마다 다르기 때문에 이러한 필수아미노산의 양이 충분히 함유되어 있는 식품이 영양가가 높은 것이며, 이러한 관점에서 우유와 달걀에 함유된 아미노산들은 아주 이상적이라 할 수 있다. 통상적으로 완전해 가까운 식품이라고 말하는 이 식품들을 많이 섭취하기 때문에 알레르기도 그 만큼 많이 일어난다고 말할 수 있다.

둘째, 알러지를 일으키는 식품을 효소처리나 가열처리하여 알레르기를 일으키는 물질의 활성을 저감시킨 저알레르겐 식품(hypoallergenic foods)을 섭취하는 것이다. 식품을 효소처리하면 알레르기를 일으키는 부위가 없어지거나 단백질의 크기가 작아져, 알레르기와 관련된 세포와 반응하는 항체를 만들 수 없기 때문에 알레르기 반응이 감소하거나 일어나지 않는다. 또한 열처리공정도 식품의 안전과 알레르기 증상을 줄이는데 도움이 되는데, 그 이유는 단백질은 열에 의해 변성되기 때문에 알레르기를 일으키는 단백질의 입체구조가 파괴되어 알레르기 증상이 줄어든다. 현재 이러한 기술로 만들어진 저알레르겐 식품들이 시판되고 있고 많은 연구가 진행되고 있다. 최근에는 고압처리

기술을 이용하여 물리적 처리를 함으로써 단백질의 가수분해와 구조변화를 향상시키는 방법이 개발되었으며(Penas *et al.*, 2006a; Penas *et al.*, 2006b), 전자파조사를 이용한 기술 방법으로 역시 단백질의 가수분해와 구조변화를 향상시키는 기능이 밝혀지기도 하였다(Marai Saarela, 2007; Ohlsson and Bengtsson, 2001).

셋째, 알레르기 증상을 개선하는 항알레르기 방법이다. 지방성분 중 이러한 효과가 있는 것은 알파-리놀렌산으로 알려져 있다. 알파-리놀렌산은 유채기름, 콩기름에 많이 함유되어 있는데, 학계에서는 이 성분 자체와 이를 함유한 식품은 알레르기 증상을 개선하는 효과가 있을 것으로 기대하고 있고, 이 분야에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

6. 우유 알레르기의 방어를 위한 전략

우유 알레르기의 방어 전략은 크게 3가지 단계로 목표를 세운다. 첫째, 초기 감작의 1차 방어, 둘째, 알레르기 반응 야기의 2차 방어, 셋째, 이미 감작된 개체에서 관용의 유도(특별한 면역치료)가 있다.

1) 모유 수유

전적으로 모유 수유가 그 위험성을 완전히 제거하는 것은 아니지만, 생후 첫 4~6개월 동안 모유 수유는 우유 단백질 알레르기 발달에 대해서 가장 잘 알려진 방어적인 전략이다. 알레르기에 관한 모유 수유의 긍정적인 효과에 대한 2가지 주된 이유로, 첫째는 유아의 장관과 면역체계가 계속해서 발달하는 동안 우유 단백질에 대한 노출의 최소화, 둘째는 모유로부터 유아의 면역 항상성의 발달과 유지에 도움을 주는 사이토카인과 성장 요소들의 공급이다(American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition, 2000).

2) 부분적인 가수분해 조제분유

여러 가지 이유로 모유를 수유는 할 수 없는 어린이는 조제분유가 필요하다. 대부분의 유단백질 조제분유는 자연그대로의 우유단백질을 포함하고 있는 반면에, 과민성우유 조제분유는 단백질의 항원 결정기를 파괴하기 위해서 광범위하게 가수분해하여 항원성을 없애준다. 면역원성의 소실은 우유단백질에 대한 관용으로 면역체계를 방어한다. 부분적으로 가수분해된 조제분유는 우유단백질에 있는 감작성 항원결정기의 수를 최소화함으로써 알레르기 감작을 막는 수단으로 이용되고 있다(Fiocchi *et al.*, 2003; Crittenden *et al.*, 2007).

3) 프로바이오틱

Fiocchi 등(2003)은 프로바이오틱 미생물의 형태로 미생

물을 안전하게 공급하는 것은 세포의 감염원에 반응하는 면역계의 다른 세포들을 도와주는 세포인 Th1/Th2 불균형을 교정해 주고, T 세포의 활성화의 조절할 수 있었다고 보고했다. 또한 흥미롭게도 Kalliomaki 등(2003)은 유아에서 프로바이오틱을 섭취시킨 연구에서 임상적으로 아토피 피부염의 주목할 만한 개선이 있었고, 4세까지 지속적으로 유지되었음을 보고하였다. 프로바이오틱은 다당류와 함께 약간의 조제분유에 포함되어지는데, 비피도박테리아 우점 장관 미생물 균총을 유도하는 것으로 밝혀졌다.

4) 우유에 존재하는 면역 요소

모유에서 IgA 전환기능이 있는 전환성장인자(transforming growth factor- β , TGF- β)와 같은 사이토카인의 조절은 장관 면역체계가 아직 발달 중일 때 초기 유아기 동안은 식품항원에 적당한 반응을 촉진시키는 중요한 역할을 한다. 하지만 우유성분을 기본으로 한 조제분유는 일반적으로 전환성인자와 같은 조절사이토카인이 부족하다. 앞으로, 모유의 면역조절능력을 대체할 수 있는 조제분유가 생산된다면 감각의 1차 방어에 크게 기여할 수 있을 것이다(Crittenden *et al.*, 2007).

5) 항원성이 적은 우유단백질의 제조

모유 수유는 모유의 특별한 영양성분의 함유, 성장과 방어요인, 신생아를 위한 영양소가 가장 잘 어울리는 형태이다. 하지만 모유 수유가 어려운 경우는 모유를 대체할 수 있는 조제분유를 제조하여 영유아에게 섭취시켜야만 한다. 우유 알레르기가 있는 사람은 콩을 포함한 여러 종류의 식품에 대해서 역시 종종 알레르기가 있다. 따라서 콩 즙은 대체제로 때로는 적당하지 않고 특히 알레르기 감각에 더욱 민감한 6개월 이하의 영아에게는 추천할 수 없는 식품이다(Dupon and De Boissieu, 2003).

항원결정기의 수, 구조와 기본이 되는 잔기의 특징을 피하는 방법은 유전적인 선택 또는 항원성을 제거하기 위하여 열처리 같은 단백질 변성 공정들을 이용하여 방어한다. 저알레르기성 조제분유의 제조는 유단백질의 폭넓은 가수분해를 통해서 이상적인 분자량 1,500 dalton보다 적은 펩타이드화로 접근한다. 또한 낮은 비율이지만 경우에 따라 광범위하게 가수분해한 단백질이라 할지라도 민감한 영아들에게는 증상이 일어날 수 있다. 따라서 아미노산이 기본이 되는 조제분유가 요구되고 있다. 또한 광범위한 가수분해는 항원성을 제거하는 반면에 우유단백질의 물리적 및 생리적 기능성을 파괴하기 때문에 저 알레르기 우유 생산을 위한 대체 방법에 대한 연구는 계속되어야 한다(Pessler and Nejat, 2004; Walker-Smith, 2003b).

6) 알레르기 치료

특이 면역치료법은 항원에 노출시키는 수단을 통하여 감작되어진 개체를 면역조절로 유도하는 것이 목표이다. 천연 또는 재조합 우유 펩타이드를 섭취시킨 동물모델을 이용한 연구 결과는 우유 알레르기의 관용반응이 유도되었다. 또한 우유 알레르기의 고통을 겪는 어린이에게서도 탈 감각의 반응이 나타나는데, 이러한 결과는 수개월 이상 점진적으로 우유단백질의 섭취량을 매일 증가시킴에 따라 얻은 것이다. 따라서 알레르기를 일으키는 항원에 노출시켜 관용을 유도하는 방법이 특이 면역 치료법으로 소개되고 있다(Beltrani, 1999).

요 약

식품과민반응의 선천적 이력(natural history)과 방어의 이해는 식품 알레르기 환자의 관리에 매우 중요하다. 이러한 주제에 관하여 많은 연구내용들이 완전히 일치하지는 않지만 데이터에서 몇 가지 분명한 교훈을 얻을 수 있다.

첫째, 식품 알레르기는 매우 일반적인 것이다. 둘째, 식품 알레르기의 거의 대부분은 생후 1~2살에 시작한다. 셋째, 모든 식품 알레르기는 일반적으로 긍정적인 결과에 대한 예외가 있지만 증가하고 있는 실정이다. 넷째, 식품 알레르기는 대부분의 어린이들이 시간이 지나면서 없어지지만 일부는 호흡기 알레르기로 발달하여 종종 아토피질환의 시초가 된다. 마지막으로 적어도 몇 가지 식품 알레르기는 유아기와 어린이 시기에 주요 식품알레르겐들을 피함으로써 막을 수 있다.

참고문헌

1. American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition. 2000. Hypoallergenic infant formulas. *Pediatr.* 106:346-349.
2. Beltrani, V. S. 1999. The clinical of atopic dermatitis. *J. Allergy Clin. Immunol.* 104:S87-98.
3. Bjorksten, B. and Kjellmann, N. I. M. 1990. Perinatal environmental factors influencing the development of allergy. *Clin. Exp. Allergy.* 20:3-8.
4. Crittenden, R., Little, C., Georgiou, G., Forsyth, S. and Bennett, L. 2007. Bulletin of the International Dairy Federation 417. The health benefits of milk and dairy products. 6. Cow's milk allergy: A complex disorder. 62-71.
5. Dearman, R. J. and Kimber, I. 2002. Food allergy and intolerance, Victoria Emerton Ed. RS · C. pp14-25.

6. Dupon, C. and De Boissieu, D. 2003. Formula feeding during cow's milk allergy. *Minerva Pediatrica*. 55:209-216.
7. Fiocchi, A., Martelli, A., De Chiara, A., Moro, G., Warm, A. and Terracciano, L. 2003. Primary dietary prevention of food allergy. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 91:3-13.
8. Goldsby, R. A., Kindt, T. J., Osborne, B. A. and Kubly, J. Ed. 2003. *Immunology*. W. H. Freeman and Company. pp361-367.
9. Host, A. and Halken, S. 1990. A prospective study of cow milk allergy in Danish infants during the first 3 years of life. Clinical course in relation to clinical and immunological type of hypersensitivity reaction. *Allergy*. 45:587-596.
10. Ibero, M., Bone, J., Martin, B. and Martinez, J. 2010. Evaluation of extensively hydrolyzed casein formula(Damira 2000[®]) in children with allergy to cow's milk proteins. *Allergol. Immunopathol.* In Press.
11. Kalliomaki, M., Salminen, S., Poussa, T., Arvilommi, H. and Isolauri, E. 2003. Probiotics and prevention of atopic disease. 4-year follow-up of a randomised placebo-controlled trial. *Lancet*. 361:1869-1871.
12. Marai Saarela. 2007. Functional dairy products. 10. Hypoallergenic hydrolysates for the prevention and treatment of cow's milk allergy. 214-261. Volume 2. CRC press. New York. USA.
13. Metcalf, D. D., Sampson, H. A. and Simon, R. A. 2003. Food allergy: Adverse reactions to foods and food additives. 32. Natural history and prevention of food hypersensitivity pp425-437. 33. Diets and Nutrition pp438-453.
14. Moon, E. K., Bae, H. C., Renchinthand, G. and Nam, M. S. 2007. The relationship between food allergen sensitization and allergic disease in childhood. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 27:337-344.
15. Ohlsson, T. and Bengtsson, N. 2001. Microwave technology and foods. *Advances in Food and Nutrition Research*. 43: 65-140.
16. Penas, E., Prestamo, G., Polo, F. and Gomez, R. 2006b. Enzymatic proteolysis, under high pressure of soybean whey: Analysis of peptides and the allergen Gly m 1 in the hydrolysates. *Food Chemistry*. 99:569-573.
17. Penas, E., Prestamo, G., Baeza, M. L., Martinez-Molero, Mi. and Gomez, R. 2006a. Effects of combined high pressure and enzymatic treatments on the hydrolysis and immuno-reactivity of dairy whey proteins. *International Dairy Journal*. 16:831-839.
18. Pessler, F. and Nejat, M. 2004. Anaphylactic reaction to goat's milk in a cow's milk-allergic infant. *Pediatr. Allergy Immunol.* 15:183-185.
19. Wal, J-M. 2002. Food allergy and intolerance, Victoria Emerton Ed. RS · C. pp26-38.
20. Wal, J. M., Bernard, H., Yvon, M., Peltre, G., David, B., Creminon, C., Frobert, Y. and Grassi, J. 1995. Enzyme immunoassay of specific human IgE to purified cow's milk allergens. *Food Agri. Immunol.* 7:175-187.
21. Walker-Smith, J. 2003b. Hypoallergenic formulas: are they really hypoallergenic? *Annal Allergy Asthma Immunol.* 90: 112-114.
22. Zuberbier, T., Edenharter, G., Worm, M., Ehlers, I., Reimann, S., Hantke, T., Roehr, C. C. and Bergmann, K. E. 2004. Niggemann B: Prevalence of adverse reactions to food in Germany - a population study. *Allergy*. 59:338-345.

(2010년 6월 11일 접수; 2010년 6월 25일 채택)