한국환경보건학회지, 제31권 제2호(2005)
Kor. J. Env. Hlth., Vol. 31, No. 2, pp 120~126(2005)

알레르기 환자 가정에서 생물학적 유해인자에 대한 노출평가 -세균, 진균, 집먼지 진드기 알레르겐, 내독소를 대상으로

문경환† · 변상훈 · 최달웅 · 김영환 · 이장희* · 이은일**
고려대학교 병설 보건대학 환경보건과, *고려대학교 병설 보건대학 환경보건연구센터
**고려대학교 의과대학 예방의학교실

Exposure Assessments on Biological Contaminants in Homes of Allergy Patients - Bacteria, Fungi, House Dust Mite Allergen and Endotoxin

Kyong Whan Moon† · Sang Hoon Byeon · Dal Woong Choi · Young Whan Kim · Jang Hee Lee* · Eun Il Lee**
Department of Environmental Health, College of Health Sciences, Korea University
**Environmental Health Research Center, College of Health Sciences, Korea University*
***Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Korea University*
(Received March 2, 2005; Accepted April 6, 2005)

ABSTRACT

To assess exposure of allergy patients to a biological environment, measurements were made of levels of airborne bacteria and fungi, house dust endotoxin and mite allergens in homes of 7 allergy patients and 12 healthy families. Concentrations of airborne total bacteria and the ratio of indoor and outdoor concentrations(I/O) in allergy patient's homes were high compared to non-allergy houses. But no significant differences could be shown for the concentration of spores of viable fungi and *staphylococcus* in indoor air between the homes of allergic patients and healthy families. The results of investigation on house dust mites, *Dermatophagoids farinae* were detected in all mattress samples and the levels in the allergy patient's homes were generally high, with individual measurements exceeding 2 μg/g dust found in 30% samples. In contrast with, *Dermatophagoids pteronyssinus* were detected in only 60% samples and the concentrations were very low. The levels of endotoxin in dust samples collected from the allergy patient's home mattresses were higher than those of control houses. There was a positive correlation between the endotoxin levels and the house dust mite allergens.

Keywords: allergy, bacteria, fungi, staphylococcus, house dust mite allergen, endotoxin, indoor air

I. 서 론

생물학적 유해인자란 생물학적 특성을 가진 유기체가 근원이 되어 발생되는 유기체나 이들로부터 파생된 배설물이나 독소 등을 일컫는 것으로 사람이 생활하는 모든 환경에서 발생될 수 있으며, 노출로 인해 감염성 질환(infectious disease)이나 호흡기계 과민성 질환(hypersensitivity) 등을 유발할 수 있다.[1)]

†Corresponding author : Department of Environmental Health, College of Health Sciences, Korea University
Tel: 82-2-940-2865, Fax: 82-2-943-5304
E-mail : moon@korhealth.ac.kr

대표적인 생물학적 유해인자로는 유기체로서 세균, 진균의 포자나 균사체(mycelium), 바이러스 및 원생동물, 곰팡이, 집먼지 진드기(house dust mite), 바퀴벌레 등과, 유기체로부터 나온 애완동물의 털이나 비듬 등의 탈리된 각피, 배설물, 절지동물의 분비물, 유관속 식물의 꽃가루 등을 들 수 있다.[2)]

또한 그람세균이나 곰팡이에서 유래된 내독소(endotoxin)나 진균독소(mycotoxin) 뿐만 아니라 MVOCs (microbial volatile organic compounds)도 생물학적 유해인자로서 분류할 수 있다. 이러한 생물학적 유해인자 중에서 고체상태의 것을 바이오에어로졸(bioaerosol)이라고 하며, 공기 중에 0.2 μm 보다 큰 입경을 가진 입

자상 물질중의 약 30%가 바이오에어로졸이라고 알려져 있다.[3]

환경 중에 존재하는 바이오에어로졸의 대부분은 해가 없으나 일부 바이오에어로졸의 경우에 감염성 균이나 알레르겐 또는 독성이나 자극성 있는 물질을 함유한 것으로 조사되고 있으며, 특히 지름이 5~10 μm인 바이오에어로졸은 상기도에 침착하여 비염을 유발하고 5 μm 이하의 바이오에어로졸은 폐포를 통하여 알레르기를 유발하는 것으로 알려져 있다.

바이오에어로졸 등의 생물학적 인자에 의한 인체 감염 가능성을 예측, 진단하기 위해서는 살아있는 미생물의 수나 종류를 파악하는 것이 중요하며, 알레르기를 유발하거나 독성을 유발하는 물질을 파악하기 위해서는 살아있는 미생물뿐만 아니라 사멸된 미생물의 수나 대사산물, 또는 개인의 면역학적인 반응에 영향을 미치는 유전적, 환경적인 요인을 파악하는 것이 매우 중요하다.

실내 환경 중에서 생물학적 유해인자는 화학적 유해인자와는 달리 생물체의 종이 다양할 뿐만 아니라 생물 활성(bioactivity)을 가지고 있으므로 측정이나 평가 방법이 매우 어려우며, 또한 노출기준 설정을 위한 기초 자료도 매우 부족한 실정이다.

1970~1980년대에 미국 산업안전보건연구원(National Institute for Occupation Safety and Health, NIOSH)에서는 500개 이상의 실내 오염물질에 대하여 조사 연구를 수행하여 공기 질을 악화시키는 원인물질 중 5%만이 생물학적 오염에 기인되며, 나머지 95%는 불충분한 환기로 인한 실외 오염물질의 유입, 건축자재에서 방출되는 화학적인 오염물질에 기인된다고 보고하였으나[3] 1990년대 이후에 실내공기오염의 1차 원인물질로서 생물학적인 요인이 차지하는 비율이 35~50%로 증가되었다.[4,5]

생물학적 유해인자에 노출된 사람의 반응은 노출조건이나 개인의 감수성에 따라 다양하나 세계 인구의 5~10%가 생물학적 인자에 의해 호흡기계 및 알레르기 질환을 앓고 있다고 한다.[3] 알레르기 질환의 발병에는 유전적 요인과 환경적 요인 두 가지가 밀접하게 관여하고 있으나 최근 20~30년간 유전자 풀에 급격한 변화가 없는 인구집단에서 일정기간 동안 알레르기 질환이 지속적으로 증가된 것은 생활환경의 변화가 발병에 중요하게 관여된 것으로 추정되고 있다.

그러므로 본 연구에서는 알레르기성 천식이나 아토피성 피부염 환자가 있는 가정의 실내 공기 중에서 세균, 진균의 서식상태 및 가정 내에 있는 먼지에서 그람음성세균에 의한 내독소, 집먼지 진드기의 알레르겐을 조사하여 알레르기 환자에 대한 생물학적 유해인자 노출정도를 파악하고자 하였다.

II. 조사대상 및 방법

1. 조사 대상

조사 대상으로는 아토피성 피부염이나 알레르기성 천식 환자로 확진된 7명의 가정과 대조군으로는 입주한지 5년 이상이 경과된 단독주택 또는 아파트 6가구와 입주한지 1년 미만의 신축주택 6가구를 조사대상으로 선정하였다. 조사대상 항목으로는 공기 중의 총 부유세균(total suspended bacteria)과 포도상 구균(*staphylococcus*), 진균 등을 측정하였으며, 가정 내 침구나 카펫 등에 있는 먼지에서 집먼지 진드기 알레르겐 및 내독소를 측정하였다. 조사 시기는 2004년 10월부터 2005년 2월에 걸쳐 실시되었다.

2. 실험방법

1) 세균 및 진균류

실내·외 공기중 미생물을 포집하기 위한 장치로는 MAS-100 에어샘플러(MERK, Swiss)를 이용하였다. MAS-100 샘플러는 관성충돌방식을 이용한 것으로서 공기 흡입구에 설치된 직경 0.7 mm의 구멍 400개를 통해 유속 0.45 m/s, 유량 100 *l*/min으로 흡입된 공기가 관성력에 의해 10.8 m/s의 속도로 배지 위에 충돌하도록 설계되어 있다. 이때 0.7 mm의 구멍을 통해 유입될 수 있는 입자의 cut-off size는 이론적으로 2 μm이하가 된다.

사용된 배지로는 세균의 경우, 진균의 성장을 억제하기 위해 cyclohexamide(0.1 g/*l*)를 넣은 trypticase soy agar를 사용했으며, 진균용 배지로는 세균의 성장을 억제하기 위해 chloramphenicol(0.1 g/*l*)을 넣은 malt extract agar와 DG 18 배지(Dichloran glycerol 18 agar)를 사용하였다. 한편 포도상 구균 측정을 위해서는 manittol salt agar를 사용하였다.

시료 채취는 각각의 배지를 넣은 페트리디쉬를 MAS-100 에어샘플러에 고정시킨 후 거실이나 방의 중앙부에서 1~5분간 시료를 포집하였다. 포집된 시료는 총 부유세균과 포도상 구균의 경우에는 35℃ 배양기에서 2일간 배양하였으며, 진균의 경우에는 25℃ 배양기에서 5일간 배양한 후 집락의 성상 및 집락수(CFU, Colony Forming Unit)를 관찰하였다.

2) 집먼지 진드기 알레르겐(house dust mite allergen)

집먼지 진드기 알레르겐을 추출하기 위한 먼지는 먼지 따로 진공 청소기(SAMSUNG VC-MBJ 940, 540 W, Korea)를 이용하여 포집하였다. 먼지 따로 진공청소

기는 기존의 진공청소기가 흡인된 먼지가 본체 안에 내장된 먼지 봉투에 모이도록 설계된 것과는 달리 사이클론식 집진 방식에 의거 먼지를 다단의 알루미늄 흡인관 외부에 부착된 원통형 용기에 모이도록 고안되어 있다. 먼지의 포집은 침대 매트리스 또는 이불 표면 1 m^2에서 1분 동안 포집하였다. 포집된 먼지는 45 mesh(직경 355 μm)의 체로 거른 후 비닐봉지에 넣고 밀폐하여 -20 ℃에서 보관하였다.

집먼지 진드기 알레르겐의 추출은, 먼저 체로 거른 미세먼지 약 100 mg을 플라스틱 시험관에 넣고 PBS-T(0.05% Tween 20-phosphate buffered saline, pH 7.4) 2 ml를 주입한 후 실온에서 약 2시간동안 진탕 · 교반 하였으며, 교반이 끝난 시료는 4℃에서 2,500 rpm으로 원심분리 하여 상등액을 취해 집먼지 알레르겐 측정을 위한 시료로 하였다. 측정이 즉시 이루어지지 못한 경우에는 -20℃에서 이를 보관하였다.

집먼지 알레르겐인 Der p1과 Der f1의 측정은 ELISA(Spectra max 340PC384, U.S.A)를 이용하였으며, 405 nm에서 O.D(optical density) 값을 측정하여 알레르겐 농도를 산출하였다.

3) 내독소

내독소 측정을 위한 시료는 먼저 집먼지 진드기 알레르겐을 측정하기 위해 포집한 먼지 약 50 mg과 LAL reagent water(Endosafe, 99732034, U.S.A)를 멸균된 pyrogen-free 유리관에 넣고 약 2 시간동안 진탕 · 교반하였으며, 교반이 끝난 시료는 2,500 rpm으로 원심분리한 후 상등액을 취해 시료로 하였다.

내독소 측정을 위해서는 kinetic chromogenic Limulus Amebocyte Lysate(LAL) 방법을 이용하였으며 측정기기로는 microtiter plate reader(Sunrise, Austria)를 사용하였다. 측정은 340 nm에서 내독소와 LAL 시약의 반응속도를 측정하기 위해 일정한 농도의 O.D까지 도달하는데 걸린 시간을 측정하였다. 각각의 실험은 duplicate로 하였으며, 두 시료의 차이가 10%를 넘을 경우에는 재측정을 실시하였다. 내독소 표준용액으로는 control standard endotoxin(C.S.E, Endosafe, EX41892)을 사용하였으며, 농도를 각각 50 EU, 5 EU, 0.5 EU, 0.05 EU로 하여 검량선을 작성하였다. 한편 측정방법의 유효성을 검증하기 위해 0.5 EU/ml의 C.S.E를 시료에 주입한 후 회수율(recovery)을 실험하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 세균 및 진균류

알레르기 환자 가정 및 대조 가정의 실내 · 외 공기 중에서 총 부유세균, 진균, 포도상 구균을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 총 부유세균의 경우 알레르기 환자가 있는 가정의 거실과 안방에서 각각 평균 1,485 CFU/m^3, 1,750 CFU/m^3로, 대조군으로 입주한지 1년 미만인 가정의 총 부유세균 162 CFU/m^3, 240 CFU/m^3에 비해서는 유의한 차이를 나타냈으나, 입주 후 5년 이상 경과된 주택의 총 부유세균 농도와는 별다른 차이를 보이지 않았다($p<0.05$).

한편 실내공기와 실외공기의 농도비를 나타내는 I/O 비의 경우에는 정상인 가정의 경우에는 2.3~3.5를 나타냈으나 알레르기 환자 가정에서는 8.4~9.9로 높은 수치를 보였다.

현행 총 부유세균에 대한 기준은 다중이용시설등의 실내공기질관리법에 800 CFU/m^3로 규정되어 있으며, 미국 산업안전보건청(OSHA)에서는 미생물 오염을 의심할 수 있는 기준으로 1,000 CFU/m^3를 제안하고 있다.[6]

공기 중에 존재하는 세균의 종류는 매우 다양하며, 비교적 깨끗한 실내 공기 중에서 발견되는 세균의 크기는 보통 1~3 μm 정도인 것으로 알려져 있다. 실내에서 가장 광범위하게 검출되는 세균으로는 토양에서 유래된 미생물로서 과민성 폐렴을 일으키는 것으로 알려진 actinomycetes와 피부각질이나 비듬 등에 서식하는 *Micrococcus*, *Staphylococcus* 등을 들 수 있다. 이중 그람 양성균인 포도상 구균은 세균성 초항원이라고 불리는 독소를 분비하여 인체의 면역계를 과도하게 자극하는 것으로 알려져 있다.[7]

실내 · 외 공기중 포도상 구균은 입주한지 5년 이상이 경과된 구 주택에서 가장 높게 검출되었으며, 알레르기 환자 가정의 경우에도 거실과 안방이 각각 266 CFU/m^3, 232 CFU/m^3로 비교적 높은 수치를 보였다. 한편 일반세균과 포도상 구균의 증식비는 알레르기 환자 가정의 경우에는 5.6~7.5로, 대조군 가정에서는 1.8~3.8로 나타나 알레르기 환자 가정의 공기 중 미생물이 대조군 가정에 비해 훨씬 다양한 종으로 구성되었다는 것을 알 수 있었다.

하[8] 등은 실내 · 외 공기 중 총 부유세균의 경우 각각 602.5 CFU/m^3와 352.2 CFU/m^3가 검출되었으며, I/O비는 1.7 정도라고 보고하였다. 한편 세균의 종류별로는 *micrococcus*와 *staphylococcus*가 실내 공기 중에서 가장 빈번히 검출된다고 하였으며, *staphylococcus*의 경우에는 실내 · 외에서 각각 210 CFU/m^3, 45 CFU/m^3가 검출되었다고 보고한 바 있다. 또한 박[9] 등은 유치원 교실의 공기중 박테리아 농도를 측정한 결과 10^3 CFU/m^3를 초과하였으며, 그람 음성균의 평균농도는 3.7

Table 1. Comparison of concentrations of viable bacteria and fungi in homes of allergy patients and non-allergy families

Home	Residence period (year)	No. of samples	Total suspended bacteria (Mean±SD CFU/m³)			*Staphylococcus* (Mean±SD CFU/m³)			Fungi (Mean±SD CFU/m³)		
			Indoor		Outdoor	Indoor		Outdoor	Indoor		Outdoor
			Living room	Bed room		Living room	Bed room		Living room	Bed room	
Non-allergy	1 >	6	162±197*	240±156*	68±56	91±88	57±54*	11±4	97±90	74±58	62±51
	5 <	66	75±5147	75±466	294±242	398±298	596±420	92±66	122±235	29±17*	118±42
Allergy		7	1,485±1,962*	1,750±1,934*	177±214	266±268	232±254*	64±78	83±40	64±48*	93±69
Total		19	774±891	917±852	163±157	252±218	295±242	56±49	100±121	55±41	63±54

*: $p<0.05$

$\times 10^2$ CFU/m³라고 보고한 바 있다.

한편 진균의 경우에는 대조 가정 및 알레르기 환자 가정 간에 큰 차이를 나타내지 않았으며, 총 19개소의 측정지점 중 9개 지점에서 실외 공기 중의 진균 농도가 실내에 비해 높은 것으로 나타났다. 이는 진균이 포자형태로 공기에 의해 전파되는 점으로 미루어 볼 때 외기 환경이 진균의 오염원으로 작용하고 있는 것으로 판단되었다.

김[10] 등은 백화점이나 극장, 지하상가 등의 다중이용시설 실내 공기중에서 32~554 CFU/m³의 진균류가 검출되었다고 하여 본 조사와 유사한 결과를 나타냈으나 대부분의 시설에서 실내 진균 농도가 실외보다 높은 것으로 보고한 바 있다.

진균은 포자를 가지고 있어 공중 비산량이 화분이나 집먼지 보다 훨씬 많고 진균천식(mold-induced asthma)의 원인이 되고 있다. 현재까지 약 10만종이 넘는 진균이 알려져 있는데 이 중에서 인체에 알레르기성 호흡기 질환을 일으킬 수 있는 항원으로 알려진 것은 Phycomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes, Deuteromycetes 등이 있다. 이중에서 Deuteromycetes는 일명 불완전 진균(fungus imperfection)이라 하며 Alternaria, Cladosporium, Aspergillus, Penicillum 등이 여기에 속한다. 하지만 진균은 진균 추출물의 표준화나 채집방법, 배양 및 동정 등의 문제점이나 여러 진균간의 교차 항원성(cross allergenicity)으로 인해 알레르기 질환과의 관계 연구에는 많은 어려움이 따르게 된다.[11,12]

2. 집먼지 진드기

기관지 천식은 원인에 따라 내인성과 외인성으로 구분되며, 외인성인 알레르기성 천식은 집먼지 진드기, 먼지, 꽃가루, 동물의 비듬, 깃털, 음식, 합성약품 등과 같은 외적 요인에 의한 것으로 알려져 있다. 이중 우리나라의 경우 성인 천식환자의 약 60% 이상이 집먼지 진드기의 항원에 의한 것으로 보고되고 있다.[13]

집먼지 진드기 과(pyroglyphidae family)에는 10여종이 보고되고 있으며, 이중 유럽 집먼지 진드기(*Dermatophagoids pteronyssinus*)와 북아메리카 집먼지 진드기(*Dermatophagoids. farinae*) 또는 *D. microceras*와 *Euroglyphus maynei*가 알레르기 질환의 원인으로 주목받고 있다. 집먼지 진드기는 위장관에서 강력한 glycoprotein의 알레르겐을 생산하여 대변 속에 농축, 배설한다. 이 알레르겐은 이들 집먼지 진드기들이 만들어내는 효소로서 제일 잘 알려진 것은 Group I과 Group II 알레르겐이다. 집먼지 진드기는 최고 51개의 항원중 32개가 사람 혈청 IgE와 결합하는 알레르겐으로 밝혀져 있는데 Group I 알레르겐은 Der p1, Der f1, Der m1으로 분류된다.

집먼지 진드기 알레르겐을 측정한 결과는 Table 2와 같다. *D. farinae*는 조사대상 모든 가정에서 서식하고 있는 것으로 조사되었으며, 입주 후 1년 미만 또는 5년이 경과된 대조 가정에서의 Der f1의 평균농도는 각각 3,485.8±3,733.6 ng/g, 335.0±356.4 ng/g으로, 알레르기 환자가 있는 가정의 경우에는 평균 1,639.4 ng/g으로 조사되었다. 입주한지 1년 미만인 새집의 경우에 집먼지 진드기 알레르겐이 가장 낮게 검출된 원인으로는

Table 2. Concentration of Der f1 and Der p1 in dust collected from the bed mattresses

Home	Residence period (year)	No. of samples	Mean±SD (range) (ng/g)	
			Der f1	Der p1
Non-Allergy	1 >	8	335.0±356.4* (121.7~1,200.2)	0.8±2.3 (0~6.6)
	5 <	9	3,485.8±3,733.6 (228.1~11,584.5)	22.4±48.1 (0~143.2)
Allergy		10	1,639.4±1,403.9* (165.4~3,864.8)	22.9±58.8 (0~189.7)

*: $p<0.05$

입주하면서 침대나 이부자리 등을 교체한 가정이 많았기 때문으로 판단된다. 그러나 본 연구에서 대상으로 한 알레르기 환자의 경우도 대부분이 2년 이내에 건축된 아파트에 거주하고 있었으므로 이들 가정에서 검출된 집먼지 진드기 알레르겐의 양은 대조군인 새집에 비해 약 5배가량 높은 것을 알 수 있었다($p<0.05$).

한편 *D. pteronyssinus*의 알레르겐은 대조군의 경우 17개의 시료 중 24%인 4개 시료에서만 검출되었으나 알레르기 환자 가정에서는 10개의 시료 중 60%에서 *D. pteronyssinus*의 알레르겐이 검출된 것으로 조사되었다. Der p1의 양이 가장 높게 검출된 것은 알레르기 환자 가정으로 189.7 ng/g으로 측정되었다.

우리나라 집먼지 속에서 발견되는 진드기는 보고자에 따라 다소 차이는 있으나 50~97%가 집먼지 진드기이며 *D. farinae*와 *D. pteronyssinus*가 공동으로 서식하고 있고, 지역에 따라 다소 차이는 있으나 *D. farinae*가 *D. pteronyssinus* 보다 우점종이라고 밝혀져 있다. 또한 *D. farinae*와 *D. pteronyssinus* 사이에는 매우 밀접한 교차반응이 있지만 우리나라의 호흡기 환자는 *D. farinae*에 더 강하게 감작되었다고 보고되고 있다.[14,15]

집먼지 진드기의 성분량과 질병 발생의 상관성에 관한 조사에 의하면 감작을 일으키는데 필요한 알레르겐의 양은 2,000 ng/g(진드기 개체수로 100마리) 이상이라고 알려져 있으며, 10,000 ng/g(진드기 개체수로 500마리) 이상이면 천식 증상이 유발되는 것으로 알려져 있다.[16] 본 연구에서는 대조군으로 입주 후 5년 이상이 경과된 가정의 경우 총 9개의 시료중 44%인 4개소에서, 알레르기 환자가 있는 가정의 경우에는 10개 시료 중 3개의 시료에서 집먼지 진드기 알러젠이 2,000 ng/g을 초과하는 것으로 나타났다. 하지만 입주한지 1년 미만의 새집에서는 감작역치인 2,000 ng/g을 초과한 경우는 없었다. 한편 대조군 중 일부 가정의 안방침구에서는 천식 증상 유발역치 10,000 ng을 초과한 11,584.5 ng/g의 집먼지 진드기 알레르겐이 검출되기도 하였다.

알레르겐-특이 면역반응은 크게 원인 알레르겐에 대한 감수성, 알레르겐의 면역반응 유발능력, 폭로정도에 의해 결정된다. 이중 유전적으로 감작될 소인을 가진 사람에게는 원인 알레르겐에 대한 폭로정도가 중요하다. 원인 알레르겐에 충분한 양으로 폭로된다면, 감수성이 있는 사람은 필연적으로 감작되게 된다. 특히 소아기에 고농도의 집먼지 진드기 항원과 접촉하여 천식으로 발전할 가능성이 높으며, 아토피성 피부염의 경우에도 진드기 항원 농도와 연관성이 있음이 보고되고 있다.[17]

Table 3. Concentration of endotoxins in dust collected from the bed mattresses

House	Residence period (year)	No. of samples	Mean ± SD (range) (1000 EU/g)
Non-allergy	1 >	8	3.58 ± 1.34 (1.69~5.31)
	5 <	9	6.86 ± 8.07 (2.29~26.85)
Allergy		10	7.45 ± 10.43 (0.99~36.4)

3. 내독소

세균 중에서 *Bacillus*나 *Staphylococcus*와 같은 그람 양성균은 세포벽이 펩티도글리칸(peptidoglycan)으로 구성되어 있으며, *Psuedomonas*나 *Legionella* 균과 같은 그람 음성균은 세포 외막이 LPS(lipopolysaccharide)나 지질단백질 등으로 구성되어 있다. 이중 LPS는 열에 강하고 화학적으로 안정된 물질로서 체내에 유입시 발열과 무기력증, 폐기능 감소 등의 급성독성과 생물학적 활성을 나타내는 것으로 알려져 있으며, 이러한 작용을 하는 독소를 내독소라고 한다.

대조군 및 알레르기 환자 가정의 먼지에서 내독소를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 알레르기 환자가 있는 가정의 먼지에서 내독소의 양이 평균 7,455 EU/g으로 가장 높게 나타났으며, 입주 후 1년이 경과되지 않은 일반 가정의 경우 3,576 EU/g으로 가장 낮은 농도를 보였으나 통계적인 유의성은 없었다($p>0.05$). 그러나 대조군이라도 입주한지 오래된 가정의 먼지에서는 평균 6,861±8,074 EU/g의 비교적 많은 양의 내독소가 함유된 것으로 조사되었다.

Gehring[18] 등이 독일의 Munich와 Leipzig의 가정에서 아기와 엄마 매트리스에서 먼지를 포집하여 내독소를 조사한 바에 의하면 평균 3,000~7,000 EU/g의 내독소가 검출되었으며, 아기 이불의 먼지에서 엄마 이불의 먼지에 비해 2배 정도 높은 내독소가 검출되었다고 보고한 바 있다. 한편 최근 남[19] 등의 연구에 의하면 시중에서 판매중인 메밀 베개와 스펀지 베개를 구입해 내독소 함량을 측정한 결과, 메밀 베개 1개당 내독소 평균농도가 60,950 EU/g으로 스펀지 베개의 4,887 EU/g에 비해 10배 이상 높게 조사되었다고 보고한 바 있다.

공기 중에서 내독소에 대한 기준은 아직 설정되어 있지 않으나 10,000 EU/m^3 정도의 내독소에 사람들이 노출되면 독감과 같은 증상이 나타나고 1,000 EU/m^3 정도에서는 호흡이 가빠지는 것으로 알려져 있다. 또한

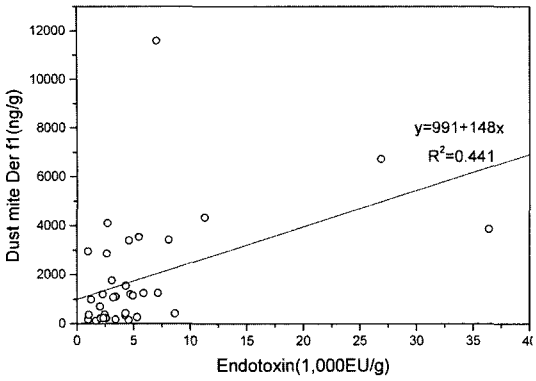

Fig. 1. Correlations between endotoxin levels and house dust mite Der f1.

45~400 EU/m^3 정도의 노출에서는 기침과 열이 나며 급성 호흡장해 및 호흡기 점막 자극증상이 나타나고, 200 EU/m^3 정도의 노출은 코 점막 자극을 초래한다고 한다. 그러므로 사람들이 잠자는 동안에 호흡기를 통해 흡입된 이불이나 매트리스의 먼지는 그 농도에 비례해서 건강 장해를 유발할 가능성이 클 것으로 생각 된다.[20]

Fig. 1은 가정내 먼지중 집먼지 진드기 알레르겐 Der f1과 내독소와의 상관관계를 나타낸 것이다. 진드기 항원과 내독소간에는 약한 상관성(r=0.44, p<0.01)을 보이는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

아토피성 피부염이나 알레르기성 천식 환자가 있는 7가정과 대조군으로서 1년 미만된 신축 아파트나 빌라 등에 거주하는 6가정, 입주한지 5년 이상된 주택에 거주하는 6가정을 대상으로 실내·외 공기 중 세균, 진균의 농도를 측정하였으며, 집안 내 침구 등에 있는 먼지에서 집먼지 진드기의 알레르겐과 내독소를 조사하여 알레르기 환자의 생물학적 유해인자 노출정도 및 영향을 파악하고자 하였다.

총 부유세균(total suspended bacteria)의 경우에는 알레르기 환자가 있는 가정에서 대조군인 신축건물과 5년 이상 된 구 건물에 비해 높은 수치를 나타냈으며 (p<0.05), I/O(indoor/outdoor) 농도 비의 경우에도 환자 가정에서 대조군에 비해 3~4배 높게 조사되었다. 하지만 실내·외 공기 중 포도상 구균(staphylococcus)과 진균(fungi)의 경우에는 알레르기 환자 가정과 대조 가정 간에 큰 차이를 보이지 않았다.

가정 내 먼지에서 집먼지 진드기 알레르겐을 조사한 결과 *D. farinae*의 알레르겐은 조사대상 모든 가정에서 검출되었으나 *D. pteronyssinus*의 알레르겐은 대조군의 경우 24%, 알레르기 환자 가정의 경우에는 60%에서 검출되었다. 검출된 농도는 비록 입주한지 오래된 대조군 가정에서 가장 높게 검출되었으나 알레르기 환자가 있는 가정의 경우에도 입주 년도 등이 비슷한 대조군과 비교하였을 때 약 5배 정도 높은 알레르겐 농도를 나타냈다(p<0.05).

한편 그람 음성세균에 의한 내독소의 경우에는 알레르기 환자 가정에서의 농도와 대조군간에 통계적인 유의성은 없는 것으로 조사되었으며, 내독소와 집먼지 진드기 알레르겐 간에는 양의 상관관계를 나타냈다 (r=0.44, p<0.01).

이상과 같이 본 연구에서는 알레르기 환자 가정에서의 총 부유세균과 집먼지 진드기 알레르겐 등이 비록 대조군에 비해 높은 것으로는 조사되었으나 본 연구에서 대상으로 한 환자군 가정의 수가 많지 않았으므로 추후에는 이를 확대하여 더욱 세밀한 조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 환경부 차세대 핵심 환경기술개발사업 연구비 지원으로 이루어진 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 박동욱 : 생물학적 유해인자에 의한 건강장해와 노출평가법. 산업보건, 3월호, 4-10, 2004.
2. Thad Godish : Indoor Environmental Quality, Lewis publishers, 143-164, 2001.
3. Seitz, TA : NIOSH indoor air quality investigations : Proceedings of the Indoor Air Quality International Symposium, Cincinnati, OH, National Institute for Occupational Safety and Health, 1989.
4. Lewis, FA : Regulating indoor microbes : The OSHA proposed rule on IAQ, International Conference on Fungi and Bacteria in Indoor Air Environments. 1994.
5. McNeel, S. V. and Kreutzer, R. V. : Fungi & Indoor Air Quality. *Health & Environment Digest*, **10**(2), 9-12, 1996.
6. Occupational Safety and Health Administration : OSHA Technical manual, section III, Chapter 2, Indoor air quality, Available from URL : http://www.osha-slc.gov/dts/otm.
7. ScienceDaily, http://www.sciencedaily.com/releases/2001/04/01041
8. 하경수, 김창수, 문지영, 양지연, 신동천, 홍천수 : 실

내 공기 중 bioaerosol의 분포 및 건강에 미치는 영향 평가. 한국실내환경학회 학술대회 논문집, 236-238, 2004.
9. 박동욱, 조경아, 윤충식, 한인영, 박두용 : 유치원 교실에서 공기중 박테리아와 곰팡이 발생에 영향을 미치는 요인. 한국환경보건학회지, **30**(5), 440-448, 2004.
10. 김윤신, 이은규, 엽무종, 김기영 : 다중이용시설에서의 실내공기중 미생물분포에 관한 연구. 한국환경위생학회지, **28**(1), 85-92, 2002.
11. Roaa, M. A. : Association of asthma symptoms and severity with indoor bioaerosol. *Allergy*, **55**, 705-711, 2000.
12. 박근칠 : 진균서식에 관한 임상적 고찰. 알레르기, **4**(2), 1984.
13. 이인순, 문정순 : 기관지 천식환자들의 주거환경과 집먼지 진드기 항원량. 대한보건협회학술지, **28**(2), 2002.
14. 홍천수 : 집먼지 진드기에 대한 환자의 감작상태와 환자 집먼지내 집먼지 진드기의 생태에 관한 조사. 알레르기, 11, 1991.
15. 이원구, 조백기 : 집먼지 진드기 류의 생태학적 연구. 대한피부과학회잡지, 1984.
16. 대한 천식 및 알레르기 학회 : 천식과 알레르기 질환. 군자출판사, 99-106, 2002.
17. 전숙영, 염혜영, 류정우, 정병주, 김규언, 이기영 : 아토피피부염 환아에서 두피의 비듬내 집먼지 진드기 항원 농도와 임상증상 사이의 상관관계. 소아알레르기 및 호흡기학회, 9, 1999.
18. Gehring, U., Bischof, W., Borte, M., Herbarth, O., Wichmann, H. E. and Heinrich, J. : Levels and predictors of endotoxin in mattress dust samples from east and west German homes, Indoor Air, 14, 2004.
19. http://blog.naver.com/hongjig/140004996133
20. 박동욱 : 생물학적 유해인자에 의한 건강장해와 노출평가법. 산업보건, 4월호, 2004.