

경기 일부지역 양돈 축산인들의 호흡기 알레르기 관련 면역학적 지표 분석

Immunological Assessment of Respiratory Allergy Status for the Swine Farm Workers in Gyeonggi Province of Korea

김지연 · 김광호¹ · 황소련 · 여경욱 · 김형아² · 허용*

Ji Youn Kim · Kwang Ho Kim¹ · So Ryeon Hwang · Kyeong Uk Yeo · Hyoung Ah Kim² · Yong Heo*
대구가톨릭대학교 자연대학 산업보건학과 · ¹(주)바이오톡스텍 일반독성부 · ²가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실

Catholic University of Daegu, College of Natural Sciences Dept. Occupational Health

¹Biototech Co., Ltd. · ²Catholic University of Korea, College of Medicine Dept. Preventive Medicine

ABSTRACT

Objectives: Animal husbandry workers could be exposed to various work hazards including toxic gases, chemicals such as pesticides or organic dust. Immunological evaluation focusing on respiratory allergic hypersensitivity occurrence was undertaken for swine farm workers as a part of the study on immunologic status of dairy barn, swine confinement, and poultry farm workers.

Materials and Methods: Peripheral bloods were collected from 25 workers at the year of 2001 and 12 workers at the year of 2012 from swine farms located at Gyeonggi province, Korea. Seven adults not involved with animal husbandry were recruited at the year of 2001 from the same residential area as the swine farm workers'. Level of plasma IgE and 20 respiratory allergen-specific IgE were evaluated using commercially available ELISA kit.

Results: Plasma IgE level was approximately five-fold higher in the swine farm workers regardless of the sampling year than the control subjects. Plant allergens from outdoor environments such as golden rod, pigweed, Russian thistle, or ragweed were the major allergens with positive reaction(allergen specific IgE \geq 0.7 IU/mL) for the swine farm workers at 2001 year. Meanwhile, house dust mite(*Dermatophagoides farinae*, *D. pteronyssinus*) and cockroach, typical indoor allergens in Korea, were the major respiratory allergens for the swine farm workers at 2012 year.

Conclusions: Overall, even though our results are primitive, the results suggest that immunological function of swine farm workers could be modulated toward type-2 reactivity.

Key words : swine husbandry, respiratory hypersensitivity, mite allergen, IgE

I. 서 론

농업은 전세계적으로 가장 위대한 직업군에 속한다. 농업인들은 작업환경에서 살충제, 제초제 등 농약과 같은 화학적 유해인자 이외에도 각종 미생물이 부착되어 있는 유기분진, 자외선, 고열, 진동, 근골격계질환 위험요인 등 다양한 유해인자에 노출되고 있다(허용 등, 2003). 특히 축산업에 종사하는 작업자들의 경우 가축 분변이 섞인 유기분진, 가축 배설물에 기인한 황화수소와 같은 유해가스, 살충제 등 농약, 세균, 바이러스, 기생충 등

과 같은 인수공통감염병 병원체 등이 주요 유해인자로 적시되고 있다(Moloczniak, 2004; Myers et al., 2006; Davis et al., 2011).

축산업 작업자들의 유기분진 노출에 따른 호흡기계 질환 유병에 대한 관심은 선진국을 중심으로 지속적으로 높아지고 있다(Omland, 2002; Heutelbeck et al., 2009; Basinas et al., 2012). 축사내 유기분진 노출은 작업자들의 폐 기능 약화를 동반한 천식, 만성기관지염 등 호흡기계 과민반응, 일명 농부폐증(farmer's lung)을 초래하는 것으로 보고되고 있다(Radon et al., 2000; Karjalainen et

*Corresponding author: Yong Heo, 경북 경산시 하양읍 하양로 13-13 대구가톨릭대학교 산업보건학과, Tel : 053-850-3737, Fax : 053-850-3736, E-mail : yheo@cu.ac.kr, Received: 2012.10.27., Revised: 2012.11.12., Accepted: 2012.11.12.

al., 2002). 유기분진에 노출에 따른 호흡기 알레르기 과민반응 발현에는 분진내 함유된 내독소(endotoxin)가 알레르기 반응을 촉매하는 면역증강제 역할을 하는 것으로 밝혀지고 있다(Kullman et al., 1998; Liu, 2002; Portengen et al., 2005; Basinas et al., 2012).

축산 작업환경의 천식, 알레르기성 비염 혹은 기관지염과 같은 호흡기 알레르기 과민반응 발생에 대한 기여도 평가는 주로 북유럽 및 미국 등 축산업이 국가 경제에서 중요한 비중을 차지하고 있는 국가들에서 많은 연구가 되어 있다(Iversen et al., 2000; Eduard et al., 2009; Elholm et al., 2010). 우리나라에서는 축산업을 포함한 농업 전반에 있어서 직업성 질환에 대한 종합적이고 체계적인 통계자료 확보 및 작업환경과 각종 질환들의 직업적인 인과관계를 파악하는 연구가 활발히 진행되고 있지 못하다. 본 연구진은 경기지역에서 양계업, 양돈업에 종사하는 농업인들의 전반적인 면역기능을 평가하여 발표한 바 있다(김형아 등, 2005). 비록 49명의 양계업 및 25명의 양돈업 종사자, 51명의 대조군을 대상으로 한 초기 단계의 연구였지만, 양계업 종사자 또는 비축산업 대조군에 비해 양돈업에 종사하는 사람들이 호흡기 알레르기 과민반응의 면역학적 배경이 되는 혈장 IgE 수준 및 히스타민 수준 항진, interleukin-4 또는 interleukin-10 생성 수준 증가 등 type-2 helper T cell 기능 항진에 기인하는 type-2 response의 우세를 확인할 수 있었다. 본 연구와 연계되어 조사 대상이 되었던 축산인들이 작업하는 돈사에서 분진 및 내독소 수준을 평가한 결과, 겨울철에 채취한 개인 호흡성분진 농도의 경우 조사 대상 양돈장 50%에서 ACGIH 노출 기준을 초과하는 것으로 나타났으며, 분진내 내독소 농도는 돈사가 밀폐되는 겨울철에 여름보다 유의하게 높았었다(유동호 등, 2003). 이러한 결과들을 토대로 하면 우리나라도 축산작업 환경에서 분진을 포함한 생물학적 유해인자 노출이 축산인들의 천식과 같은 호흡기 알레르기 질환 유병에 미치는 영향이 어느 정도이고 그 배경기전은 어떠한 특성을 갖고 있는지 본격적인 연구가 필요한 시점이라 생각된다.

우리나라에서는 아직까지 양돈업 작업자들의 직업성질환에 대한 체계적인 연구가 수행된 바 없기에 호흡기 알레르기성 질환의 발생 규모나 원인 물질, 작업위해요인 등에 대한 구체적인 자료가 없는 상황이다. 이에 본 연구는 돈사의 사육환경이 양돈 축산업에 종사하는 작업자들에게 미치는 건강영향 특히 면역기능의 변화를 평가하기 위한 연구의 일환으로 수행되었다.

본 연구진의 2001년 연구(김형아 등, 2005) 연장선상에서 2001년 연구대상 양돈업 작업자들로부터 얻은 혈장과 2012년 동일 지역 양돈업 작업자로부터 얻어진 혈장을 이용하여 주요 호흡기 알레르기 항원 특이 IgE 수준을 분석·비교하였다. 2001년에는 알레르기 항원 특이 IgE 수준은 평가되지 못하였다. 본 연구는 궁극적으로 양돈업 축산인들이 주로 노출되는 호흡기 알레르기 항원 종류와 항원 특이 IgE 항체 수준 분석을 통해 양돈작업환경의 호흡기 알레르기 질환 발생의 위해성을 평가하기 위하여 수행되었다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

2001년 4월 경기도 I시에서 25명의 양돈업 종사 축산인들 및 축산업에 종사하지 않는 성·연령별로 matching한 대조군 7명의 혈액을 채취하고 혈장을 분리하여 -80°C 냉동고에 보관하였다. 2012년 7월에서 8월에 걸쳐 경기도 G시 및 I시의 양돈업 종사자 12명으로부터 채혈을 실시하였다. 해당 축산인들에게 연구목적을 설명하고 채혈동의(informed consent)를 받은 뒤 10 mL 정맥혈을 채취하였다(대구가톨릭대학교병원 생명의학연구윤리심의위원회 승인번호: CR-12-095-RES-001-R). 2001년과 2012년 각각 본 연구와 관련하여 구성된 축산분야 자문단과 협의 결과 우리나라 양돈업의 경우 비육돈 기준 1,000~2,000두 사육 가족형 축산농가가 가장 많기 때문에(농수축산신문 편집부, 2012) 연구 대상 지역에서 비육돈을 1,000~2,000두 사육하고 있고 하루 8시간 최소 3년 정도 돈사 작업을 해온 축주들을 대상으로 우선 선정하였다. 이들 대상자 중에서 본 연구진의 참여 의사 확인 과정에서 참여하겠다고 의사를 밝힌 축주들이 최종 연구대상자가 되었다.

2. 혈장내 total IgE 및 호흡기 알레르기 항원특이 IgE 수준 측정

혈장내 total IgE는 IBL 회사(IBM Immuno-Biological Laboratories, Hamburg, Germany)에서 구입한 kit를 사용하여 Enzyme-linked immunosorbent assay(ELISA) 기법에 의해 정량하였다. 본 ELISA kit의 최소 측정 한계는 3 ng/mL이다.

독일의 r-biopharm(Darmstadt, Germany) 회사로부터 RIDA Allergy Screen Panel 2 KO set를 구입하여 혈청내 호흡기 알레르기 항원 특이 IgE 수준을 측정하였다.

본 시험을 위해 해당 알레르기 항원이 부착된 nitrocellulose-membrane에 혈장 250 μ L를 떨어트리고 45분간 실온에서 회전 교반시킨 후 biotinylated anti-human IgE antibody를 떨어트리 45분간 회전 교반시켰다. 이후 alkaline phosphate가 부착된 streptavidin을 떨어트리 20분간 교반 후 bromochloroindoyl phosphate/nitro blue tetrazolium 발색단을 떨어트린 후 20분간 추가 교반하였다. 양성 반응 판정은 개발 회사에서 공급한 컴퓨터 프로그램을 이용하여 nitrocellulose-membrane을 판독한 후 이루어졌다. 특정 알레르기 항원 특이 IgE 수준이 0.7 IU/mL 이상인 경우는 정상수준에 비해 해당 알레르기 항체가 증가되어있는 양성으로 판정하였다(허용과 김형아, 2008). 알레르기 항원으로는 미역취(golden rod), 털비름(pigweed), 명아주풀(Russian thistle), 민들레(dandelion), 쑥(mugwort), 돼지풀(ragweed), 알터나리아 곰팡이(*Alternaria alternata*), 아스퍼질러스 곰팡이(*Aspergillus fumigatus*), 잣빛곰팡이(*Cladosporium herbarum*), 푸른곰팡이(*Penicillium notatum*), 고양이, 개, 바퀴벌레(cockroach), 집먼지(house dust), 미국집먼지진드기(*Dermatophagoides farinae*), 유럽집먼지진드기(*Dermatophagoides pteronyssinus*), 향기풀(sweet vernal grass), 갈대(reed), 소나무(pine), 불란서국화(ox-eye-daisy) 총 20종 이었다.

3. 통계처리

군간 각 측정치의 유의한 차이는 SigmaPlot 통계프로그램(SPSS, Chicago, USA)을 이용하여 검토하였다. 혈장내 IgE 수준에 대한 군간 유의한 차이는 일차적으로 자료의 정규분포 여부를 검증한 뒤 2001년 양돈 작업자, 2012년 양돈 작업자, 2001년 선정 대조군 각각에 대하여 Student's *t*-test 검정을 실시하였다. 2001년 선정 대조군 수는 7명으로 작았지만 정규분포를 하였다. 20개 알레르기 항원별 양성자 수 분포의 차이는 χ^2 test 검정을 통해 분석하였다. *p* value가 0.05 이하일 때를 유의한 차이로 판정하였다.

III. 결 과

1. 연구대상 축산 작업자들의 역학적 특성

Table 1은 본 연구의 대상이 된 축산 작업자들의 연령, 성, 축산업 종사 기간을 비교한 것이다. 2001년 조사 대상 작업자들의 평균 연령은 47.5세로 당시 선정되었던 대조군 40.7세 및 2012년 조사 대상자들 39.4세와 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 또한 축산업 종사 기간

Table 1. Mean age and animal husbandry work duration for the study subjects

Group	No. of subjects (female/male)	Mean \pm SD (year)	
		Age	Animal husbandry work duration
Swine husbandry worker (2001)	25 (2/23)	47.5 \pm 9.2	13.7 \pm 7.9
Swine husbandry worker (2012)	12 (0/12)	40.7 \pm 7.7	15.4 \pm 8.5
Control subject (2001)	7 (3/4)	39.4 \pm 13.2	

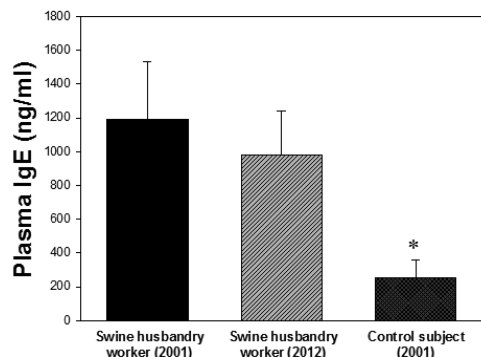


Figure 1. Upregulation of plasma IgE level (mean \pm SE) in the swine worker group compared with the control.

*indicates significantly ($p < 0.05$) lower IgE level than the 2001 and 2012 swine worker group.

도 2001년 대상자 13.7년, 2012년 대상자 15.4년으로 두 군간 유의한 차이는 없었다. 모든 연구대상자들은 과거 천식, 알레르기성 비염, 알레르기성 기관지염 등 호흡기 알레르기로 의사에게 진단받은 적이 없다고 응답하였다.

2. 축산 작업자들의 혈장내 IgE 수준 분석

IgE 항체는 천식, 아토피성 피부염과 같은 알레르기성 질환 이환시 혈장 혹은 혈청내 수준이 증가하는 대표적인 면역학적 지표치이다. 2001년 조사 대상 양돈 작업자들의 평균 IgE 수준은 1192 \pm 342 ng/mL이었고, 2012년 조사 대상 양돈 작업자들은 977 \pm 266 ng/mL이었다. 조사 시기가 다른 양돈업 작업자들 사이에서는 유의한 차이는 없었지만, 두 군 모두 2001년 선정된 비양돈업 종사 대조군에 비해서는(251 \pm 107 ng/mL)에 유의하게 높은 수준이었다.

3. 호흡기 알레르기 항원 특이 IgE 수준 분석

호흡기 알레르기 항원은 크게 실내환경에서 유래하

Table 2. Number and percentage of study subjects positive* to each respiratory allergen

Allergen	Swine husbandry worker (2001)	Swine husbandry worker (2012)	Control subjects (2001)
	No. (%)	No. (%)	No. (%)
Golden rod	14 (56)	0 (0)	1 (14)
Pigweed	14 (56)	0 (0)	3 (43)
Russian thistle	13 (52)	3 (25)	4 (57)
Dandelion	10 (40)	0 (0)	2 (29)
Mugwort	8 (32)	1 (8)	0 (0)
Ragweed	14 (56)	1 (8)	2 (29)
<i>Alternaria alternata</i>	6 (24)	2 (16)	4 (57)
<i>Aspergillus fumigatus</i>	2 (8)	0 (0)	2 (29)
<i>Cladosporium herbarum</i>	4 (16)	3 (25)	4 (57)
<i>Penicillium notatum</i>	5 (20)	3 (25)	3 (43)
Cat	1 (4)	0 (0)	0 (0)
Dog	3 (12)	3 (25)	0 (0)
Cockroach	11 (44)	4 (33)	2 (29)
Housedust	3 (12)	3 (25)	0 (0)
<i>Dermatophagoides farinae</i>	9 (36)	5 (42)	6 (86)
<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>	12 (48)	4 (33)	3 (43)
Sweet vernal grass	11 (44)	1 (8)	2 (29)
Reed	10 (40)	0 (0)	1 (14)
Pine	11 (44)	0 (0)	1 (14)
Ox-eye-daisy	9 (36)	1 (8)	1 (14)
Total	25 (100)	12 (100)	7 (100)

Distribution of allergen positive subjects among the 2001 swine husbandry workers, the 2012 swine husbandry workers, and the control subjects was statistically significant ($p=0.025$, $\chi^2=56.973$, $d.f.=38$) by χ^2 -test. *Positive reaction to each allergen: ≥ 0.7 IU/mL (class 2)

는 항원과 실외에서 유래하는 항원으로 나뉜다(D'Amato, 2000; Richardson et al., 2005). 바퀴벌레, 집먼지진드기, 반려동물 관련 항원, 곰팡이류 등은 대부분 실내 환경에서 유래하며, 수목, 잡초, 화훼에서 유래하는 항원들은 주로 실외에서 직접 노출되거나 실외공기가 실내로 유입되면서 노출되는 실외환경 항원에 속한다.

2001년 조사 양돈업 작업자들의 경우 전체 대상자들의 50% 이상에서 양성 반응을 나타낸 항원으로는 미역취, 털비름, 명아주풀, 돼지풀로서 모두 자연에서 노출되는 실외환경 항원이었다(Table 2). 주로 축사 등 실내환경에서 노출되는 것으로 추정할 수 있는 항원들인 곰팡이류는 상대적으로 낮은 25% 이하의 양성반응율을 보였다. 또 다른 실내환경 유래 항원인 바퀴벌레, 미국집먼지진드기, 유럽집먼지진드기에는 각각 44%, 36%, 48% 양성반응율을 보였다. 반면 2012년 조사 양돈업 작업자들의 경우 미국집먼지진드기, 유럽집먼지진드기, 바퀴벌레에서 각각 42%, 33%, 33% 양성반응률로 다른 항원들

에 비해 높은 양성반응을 보였다. 또한 집먼지, 잣빛곰팡이, 푸른곰팡이에서도 25% 양성반응을 보인 반면, 명아주풀(25%)을 제외하고는 2001년 연구대상자들에서 높은 양성반응을 나타냈던 미역취, 털비름, 돼지풀에서는 양성반응자가 1명 또는 없었다. 양돈업에 종사하지 않는 2001년 조사된 대조군에서 40% 이상의 양성반응을 보인 항원으로는 미국집먼지진드기(86%), 잣빛곰팡이, 알터나리아 곰팡이, 명아주풀(57%), 유럽집먼지진드기, 푸른곰팡이, 털비름(43%) 순으로 대부분 실내환경에서 유래하는 항원에 양성반응을 보였다. 이러한 2001년 양돈 작업자, 2012년 양돈 작업자, 2001년 선정 대조군 각각에서 호흡기 알레르기 항원별 양성자 수 분포에 있어서 차이는 통계적으로도 유의하였다.

IV. 고 찰

돈사에서 발생하는 각종 유해인자 중에서 유기분진

흡입 노출에 따른 호흡기 알레르기성 질환 발생의 위험성이 증가된다는 것은 유럽, 미국 등 축산업이 국가 경제에서 중요한 비중을 차지하고 있는 국가들에서 수행된 많은 연구를 통하여 인지되고 있는 바이다(Omland, 2002; Heutelbeck et al., 2009; Basinas et al., 2012). 그러나 우리나라에서는 아직까지 양돈업 종사자들을 대상으로 호흡기 알레르기성 질환의 발생 규모나 원인 물질, 작업 위해요인 등에 대한 체계적이고 구체적인 자료가 없는 상황이다. 더불어 2010년에서 2011년 사이 우리나라 축산 농가 특히 양돈업계에 공포스럽게 다가왔던 구제역 대유행은 양돈 농장에 대한 현장 접근을 지극히 어렵게 하고 있어 양돈 농장 작업환경 평가 및 관련된 직업성 질환 연구 수행에 막대한 애로사항을 가져오고 있다. 이러한 상황을 고려하여 2012년 연구 대상자 수를 당초에는 2001년 대상자 정도인 25~30명 정도(김형아 등, 2005) 계획하였지만 실제 참여자는 12명에 그쳤다. 본 연구 대상자들이 우리나라 전체 양돈 농가 중 약 14%를 차지하는 경기지역에서(농수축산신문 편집부, 2012) 선정되었다는 한계점은 있지만 본 연구가 사람에게 대한 실험연구로서 추후 본격적이고 체계적인 연구 수행을 위한 계기를 제공할 것이라 판단된다.

혈장내 IgE 분석 결과 축산업에 종사하지 않는 대조군에 비해 양돈업 축산인들에서 유의하게 높은 IgE 수준을 보였다. IgE는 천식, 알레르기성 비염, 아토피성 피부염과 같은 1형 과민반응(type 1 hypersensitivity) 발현의 대표적인 면역학적 지표치이다(Abbas et al., 2007). 즉, 알레르기 항원 특이 IgE가 B 임파구로부터 생성된 후 비만세포나 호염구등의 면역세포 표면에 있는 IgE receptor(FcεRI 또는 RII)에 결합하면 이들 면역세포의 활성화를 유도하게 되고 그 결과 히스타민이나 leukotriene 같은 과민반응 유도체가 분비되어 호흡기 알레르기의 특징적인 증상을 유도하는 것이다. IgE 수준에 대한 본 연구 결과는 양돈 축산인들의 면역체계가 1형 알레르기 과민반응이 용이하게 발현될 잠재적 가능성이 있음을 시사하고 있는 것이다. 본 연구에서 양돈업에 종사하는 사람들의 혈장내 IgE 수준은 양로원, 어린이집 등 다중이용시설에 근무하는 우리나라 사람들을(평균 연령: 34.1 ± 10.9세) 대상으로 실시한 연구에서(Heo et al., 2010) 호흡기 알레르기 항원에 대한 피부 단자 검사 양성자들의 혈장내 IgE 수준(1,883 ± 2,456 ng/ml) 보다는 낮았지만 동일 연구에서 피부 단자 검사 음성자들의 수준(183 ± 321 ng/ml)보다는 높았다. 피부 단자 검사 음성

자들의 IgE 수준이 본 연구의 비양돈업 대조군과(251 ± 107 ng/ml) 유사한 수준이었음을 고려하면 양돈업 종사자들의 혈장내 IgE 수준은 정상보다 확연히 높음을 알 수 있었다.

우리나라 성인에 대한 천식을 포함한 알레르기성 호흡기 질환에 대한 유병률은 조사결과마다 차이는 있지만 4~7% 선으로 추계하고 있다(김상훈 등, 2001; 김경호 등, 2005). 호흡기 알레르기 항원에 대한 감작률을 보면 1개 이상의 항원에서 양성반응을 나타낸 감작률이 2001년 발표된 서울에서 조사된 경우는 26.9%(김상훈 등, 2001), 71.9%(김철우 등, 2001), 2005년 발표된 부산지역에서 조사된 바에 의하면 59.5%(김경호 등, 2005), 2011년 발표된 강원지역의 경우 38.2%로(이명규 등, 2011) 조사 시기, 조사대상자의 특성(병원 내원 환자, 지역 거주민 등), 감작 검사 포함 항원의 종류 등에 따라 차이가 있는 것을 알 수 있다. 항원별 감작률을 보면 발표 결과마다 값의 차이는 있지만 가장 높은 감작률을 보인 것은 미국집먼지진드기, 유럽집먼지진드기로 14~53% 범위였으며, 털비름, 돼지풀, 쑥 등 자연에서 노출되는 식물성 실외환경 항원 및 실내환경에서 유래하는 항원 중의 하나인 곰팡이류에 대한 감작률은 3~19% 정도로 집먼지진드기에 비해 1/3~1/5 수준으로 낮았다. 또한 바퀴벌레에 대한 감작률은 5~26% 수준으로 집먼지진드기와 더불어 주요 호흡기 알레르기 항원에 속하였다.

이들 기존 연구결과와 본 연구결과와 비교해보면 몇 가지 차이점을 확인할 수 있다. 대부분의 기존 연구가 집먼지진드기, 바퀴벌레 등 실내환경 알레르기 항원에 대한 감작률이 실외환경 알레르기 항원에 대한 감작률보다 상대적으로 높았던 반면, 2001년 축산 작업자들의 경우 미역취, 털비름, 명아주풀, 돼지풀 등 자연에서 노출되는 실외환경 항원에 대한 감작률이 실내환경 유래 항원인 바퀴벌레, 미국집먼지진드기, 유럽집먼지진드기에 대한 감작률보다 높았다는 점이다. 비록 바퀴벌레, 미국집먼지진드기, 유럽집먼지진드기 등 실내환경 유래 항원에 대한 감작률이 각각 44%, 36%, 48%로 미역취(56%), 털비름(56%), 명아주풀(52%), 돼지풀(56%) 등 실외환경 알레르기 항원에 대한 감작률에 비해 낮았지만 2012년 축산 작업자들의 결과와(바퀴벌레, 33%; 미국집먼지진드기, 42%; 유럽집먼지진드기 33%)와 비교할 때는 높았다. 또한 2012년 축산 작업자들의 결과는 기존 타 연구자들에 의해 수행된 우리나라 전체 성인들의 호흡기 알레르기 항원 감작 성향과 유사하다. 본 연구진이

유치원, 양로원, 지하철 역사, 슈퍼마켓 등 다중이용시설 근무자들을 대상으로 수행하였던 호흡기 알레르기 항원 양성 반응 평가에서도 집먼지진드기, 곰팡이류, 바퀴벌레 등 실내환경 항원 감작률이 식물성 실외환경 항원에 비해 높았었다(Kim et al., 2006; Heo et al., 2010). 2001년, 2012년 조사 대상이 되었던 축산 작업자에서 보여준 주요 감작 항원의 차이를 정확히 설명하기는 어렵다. 항원 노출이 많은 시기에 해당 항원 특이 IgE 수준 역시 증가된다는 보고에 의거하면(Nahm et al., 1997, Sato et al., 1996) 2001년 연구 대상자들의 채혈 시기가 봄철인 4월로 꽃가루가 많이 날리는 시기여서 수목, 잡초, 화훼에서 유래하는 항원에 대한 감작률이 높았을 것이라는 추측을 할 수 있다. 그러나 2001년 연구 대상 양돈업 작업자들의 50%이상에서 양성 반응을 나타난 항원은 미역취, 털비름, 명아주풀, 돼지풀로서 이들이 모두 여름에서 가을 사이에 꽃이 피는 식물인임을 감안하면 채혈 시기가 이들 항원에 대한 높은 감작률에 영향을 미쳤을 개연성은 크지 않다고 판단된다. 한편, 2001년과 2012년 대상 양돈 농장의 시설 차이를 관련 요인으로 고려할 수 있겠다. 현재로서는 추론에 불과하지만 2001년 연구 대상 농장들에 비해 2012년 대상 농장들이 보다 밀폐되어 외부로부터 공기 유입이 제한되었다면 이 작업환경에서 일하는 작업자들이 실외환경 유래 항원에 노출될 기회가 줄어들었고 그 결과 미역취, 털비름, 명아주풀, 돼지풀 등 실외에서 유입되는 항원들에 대한 감작률이 낮아졌을 가능성도 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 양돈 축산업에 종사하는 작업자들의 면역체계 특히 호흡기 알레르기 과민반응 관련 면역기능 변화를 평가하기 위한 연구의 일차적인 결과로 혈장내 IgE 수준 및 호흡기 알레르기 항원별 양성반응률을 분석하였다. 혈장내 IgE 분석 결과 축산업에 종사하지 않는 대조군에 비해 양돈업 축산인들에서 유의하게 높은 IgE 수준을 보여 양돈 축산인들의 면역체계가 1형 알레르기 과민반응 발현 방향으로 치우쳐 있음을 감지하게 되었다. 또한 2001년 축산인들은 주로 잡초, 화훼 등 자연환경 유래 항원이 주요 알레르기 항원으로 나타난 반면, 2012년 축산인들의 경우는 집먼지진드기, 바퀴벌레, 곰팡이 등 실내환경 유래 항원이 주를 이루어서 주요감작 항원 종류의 변화를 알 수 있었다. 이러한 결과는 추후 본격적인 양돈업 종사 작업자들의

면역기능 평가시 알레르기성 질환 발생 배경을 포함한 종합적인 세포면역 및 체액면역 기능에 대한 심도있는 분석이 필요함을 제시하고 있다.

감사의 말씀

본 연구의 일부는 농촌진흥청 국가 농업 R&D 어젠다 사업 연구비(과제번호: PJ00867806) 지원으로 수행되었음.

본 연구 수행에 도움을 주신 김승환 가람동물병원장, 엑스피 바이오 이원형 대표이사, 서진 (주) 이생근 이사 및 정창민 부장, 최미경 간호사, 김은미 임상병리사께 감사드립니다.

참고문헌

- 김경호, 김경태, 이수걸, 박혜심, 이영목 등. 부산지역 호흡기 알레르기 환자에서 흡입 알레르겐에 대한 감작률. 천식 및 알레르기 2005;25(1):59-63.
- 김상훈, 이재영, 손성욱, 장윤석, 정재원 등. 서울에서 설문지와 메타콜린 기관지유발시험을 이용한 성인 천식 유병률. 천식 및 알레르기 2001;21(4):618-627.
- 김철우, 이재훈, 정혜원, 최소래, 정준원 등. 기관지천식 환자에서의 흡입성 알레르겐에 대한 피부반응도의 변화 양상. 천식 및 알레르기 2001;21(2):205-215.
- 김형아, 이경숙, 김경란, 김광호, 허용. 면역독성학적 분석에 의한 축산업 종사자들의 건강 유해성 평가. 한국독성학회지 2005;21(2):121-128.
- 농수축산신문 편집부. 2012/13 한국축산연감. 농수축산신문; 2012.
- 이명규, 리원연, 용석중, 신계철, 이선녕 등. 호흡기 알레르기증상으로 강원도의 한 대학병원을 방문한 환자에서 흡입 알레르겐에 대한 감작률. 천식 및 알레르기 2011;31(1):27-32.
- 유동호, 김형아, 허용, 성재혁, 이한기 등. 경기 일부지역 육용 양돈작업장의 분진 및 내독소 농도. 한국산업위생학회지 2003;13(1):45-52.
- 허용, 김형아. 농업인의 직업성 질환 예방을 위한 유해요인 평가 및 관리방안. 농촌생활과학 2003; 24(4): 55-61.
- 허용, 김형아. 실내환경 주요 호흡기 알레르기 항원 감작검사를 위한 피부단자 시험과 혈청 ELISA 시험의 상관성에 대한 연구. 한국환경보건학회지 2008; 34(5):369-373.
- Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S. Cellular and Molecular Immunology, 6th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2007. p. 441-462.

- Basinas I, Sigsgaard T, Heederik D, Takai H, Omland Ø et al. Exposure to inhalable dust and endotoxin among Danish livestock farmers: results from the SUS cohort study. *J Environ Monit* 2012;14(2):604-614.
- Davis MF, Kamel F, Hoppin JA, Alavanja MCR, Freeman LB et al. Neurological symptoms associated with raising poultry and swine among participants in the Agricultural Health Study. *J Occup Environ Med* 2011;53(2):190-195.
- D'Amato G. Urban air pollution and plant-derived respiratory allergy. *Clin Exp Allergy* 2000;30:628-636.
- Eduard W, Pearce N, Douwes J. Chronic bronchitis, COPD, and lung function in farmers: the role of biological agents. *Chest* 2009;136(3):716-725.
- Elholm G, Omland Ø, Schlünssen V, Hjort C, Basinas I et al. The cohort study of young Danish farmers-a longitudinal study of the health effects of farming exposure. *Clin Epidemiol* 2010;2:45-50.
- Heo Y, Lee SH, Kim SH, Lee SH, Kim AH. Public Facility workers' immunological characteristics involved with development of respiratory allergic diseases in Korea. *Industrial Health* 2010;48:171-177.
- Heutelbeck ARR, Junghans C, Esselmann H, Hallier E, Schulz TG. Exposure to allergens of different cattle breeds and their relevance in occupational allergy. *Int Arch Occup Environ Health* 2009;82:1123-1131.
- Iversen M, Kirychuk S, Drost H, Jacobson L. Human health effects of dust exposure in animal confinement buildings. *J Agric Saf Health* 2000;6(4):283-288.
- Karjalainen A, Martikainen R, Klaukka T. The risk of asthma among Finnish patients with farmer's lung. *Int Arch Occup Environ Health* 2002;75:587-590.
- Kim HA, Heo YJ, Lee SH, Kim SH, Heo Y. No potential role of genetic polymorphisms for IL-4, IL-13, and IL-receptor in respiratory allergy: A study in adults working at social welfare facilities in Korea. *Journal of UOEH* 2006;28(4):1-11.
- Kullman GJ, Thorne PS, Waldron PF, Marx JJ, Ault B et al. Organic dust exposures from work in dairy barns. *Am Industrial Hygiene Association J* 1998;59:403-412.
- Molocznik A. Time of farmers' exposure to biological factors in agricultural working environment. *Ann Agric Environ Med* 2004;11:85-89.
- Myers KP, Olsen CW, Setterquist SF, Capuano AW, Donham KJ et al. Are swine workers in the United States at increased risk of infection with zoonotic influenza virus? *Clin Infect Dis* 2006;42(1):14-20.
- Nahm D-H, Park H-S, Kang S-S, Hong C-S. Seasonal variation of skin reactivity and specific IgE antibody to house dust mite. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1997;78:589-593.
- Omland Ø. Exposure and respiratory health in farming in temperate zones-a review of the literature. *Ann Agric Environ Med* 2002;9:119-136.
- Portengen L, Preller L, Tielen M, Doekes G, Heederik D. Endotoxin exposure and atopic sensitization in adult pig farmers. *J Allergy Clin Immunol* 2005;115(4):797-802.
- Radon K, Garz S, Schottky A, Koops F, Hartung J et al. Lung function and work-related exposure in pig farmers with respiratory symptoms. *J Occup Environ Med* 2000; 42:814-820.
- Rochardson G, Eick S, Jones R. How is the indoor environment related to asthma?: Literature review. *J Adv Nursing* 2005;52:328-339.
- Sato K, Nakazawa T, Sahashi N, Kochibe N. Yearly and seasonal changes of specific IgE to Japanese cedar pollen in a young population. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1997;79:57-61.