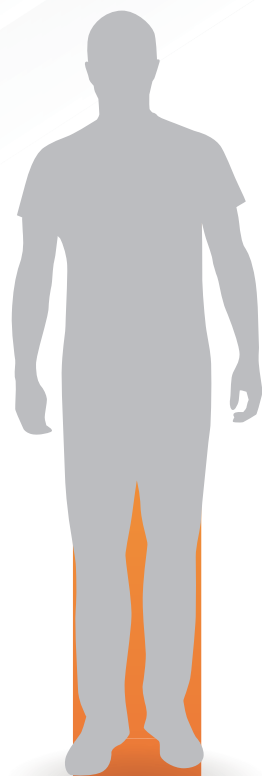


미세먼지 노출과 농업인 건강영향

National Institute of Agricultural Sciences



요약

1. 농업인 미세먼지 호흡기계 건강영향

- 농업인은 유기분진, 농약잔류물, 농기계 배출물질 등에 노출되며, 이는 호흡기계를 비롯한 다양한 인체 생리기능에 영향을 줍니다.
 - 실제 현장조사에서 농업인은 일반인구집단에 비해 높은 천식 유병률을 보이고 있었으며, 특히 축사와 화훼작업자들에서 높았습니다.
 - 실제 현장조사에 따르면 농업인은 집먼지진드기, 바퀴벌레, 잔디꽃가루에 대해 알레르기 반응이 많은 것으로 나타났으며, 이 중 화훼농업과 과수농업에서 그 위험도가 높았습니다.
 - 비닐하우스 농업인이 노지 농업인에 비해 알레르기반응 위험도가 높았으며, 이는 알레르기 증상(재채기, 콧물, 코막힘 등)과도 연관이 있었습니다.
- 시설하우스와 축산, 화훼 농업인이 호흡기계 또는 알레르기 건강영향이 타 농업인 및 일반 인구집단에 비해 많을 수 있음을 확인할 수 있었습니다.

2. 농업인 미세먼지 면역기계 건강영향

- 면역세포들 간 상호 반응을 통하여 이루어지는 세포면역력에 있어서 포도재배 농업인군이 장미, 양파 농업인군에 비해 낮은 수준을 보였습니다.
 - 항암·항바이러스 작용에 핵심인 자연살해세포가 정량적으로 타 작목 농업인에 비해서 포도재배 농업인이 상대적으로 낮았습니다.
 - 아토피질환에 관여하는 것으로 알려진 자연살해-T세포의 경우는 타 작목 농업인에 비해 포도재배 농업인이 상대적으로 높았습니다.
 - 농업인들의 정맥혈에서 수집, 활성화한 사이토카인이라는 다양한 면역매개단백질 수준을 평가하였을 때 포도재배 농업인의 아토피발현과 관련되는 사이토카인 생성 수준이 항암·항바이러스 기능과 관련된 사이토카인 생성 수준에 비해 상대적으로 높았습니다.
- 본 결과를 통해 포도재배 농작업환경이 유기/무기성 먼지 노출을 포함해 면역력을 저하시킬 수 있는 유해요인 노출 가능성이 노지재배(양파 등), 시설재배(장미)에 비해 높다는 것을 확인할 수 있습니다.

머리말


농업인들은 축산활동, 경운정지, 수확, 선별 작업 등의 다양한 영농 활동 속에서 미세먼지(입자의 지름이 10 μm 이하로 PM₁₀으로 칭함) 또는 초미세먼지(입자의 지름이 2.5 μm 이하로 PM_{2.5}로 칭함)에 노출되고 있습니다.

축산 사육환경이나 화훼류 등 시설재배환경에서 노출되는 유기분진(식물 또는 동물에서 유래하는 여러 물질이 함유된 먼지)이나 흙먼지, 농기계 배출 경유 연소물질 등의 무기분진은 일명 농부폐증으로 알려진 호흡기계 질환, 다양한 농약독성에 기인한 신경기능 이상, 심부전, 심근경색 등 심혈관계 질환 발생에 기여하는 것으로 보고되고 있습니다. 또한 인체 면역기능변화를 초래하여 항암·항바이러스관련 면역기능을 억제하고 면역조절력을 약화시키는 문제도 지속적으로 보고되고 있습니다.


본 지침서에서는 미세먼지 관련 호흡기계, 면역기계 건강영향의 유형과 수준에 대하여 알려주고 농업 활동과 미세먼지 노출로 인한 건강영향의 상호 연관성에 대한 정보를 제공하고자 합니다.

Contents

I 농업인 호흡기건강 및 알레르기 반응

- | | | |
|-----------------------------------|----|---|
| 1. 농업인 호흡기건강 및 알레르기 반응 개요 | 6 |  |
| 2. 실내 농작업자와 야외 농작업자의 호흡기능평가 주요 결과 | 11 | |

II 농작업 미세먼지 노출관련 면역체계 영향

- | | | |
|--|----|---|
| 1. 농업인 면역력 평가 주요 지표치 해설 | 20 |  |
| 2. 포도, 양파, 장미 재배 농업인 면역력 비교 주요 내용 소개 | 23 | |
| 3. 포도, 양파, 장미 재배 농업인 면역력 비교 결론 및 참조 사항 | 28 | |





미세먼지 노출과 농업인 건강영향





C
h
a
p
t
e
r

I

농업인 호흡기건강 및 알레르기 반응

1. 농업인 호흡기건강 및 알레르기 반응 개요
2. 실내 농작업자와 야외 농작업자의 호흡기능평가
주요 결과

01 ▶ 농업인 호흡기건강 및 알레르기 반응 개요



호흡기건강

호흡기계 질환은 가스 교환을 하는 호흡에 관한 기관인 비강·인두·후두·기관지·폐·흉곽·횡격막 등에 영향을 주는 질병을 말합니다. 호흡기계 질환은 가장 먼저 확인된 농업인의 직업성 위험 질환으로서, 통계자료에 따르면 농업인의 업무상 질병 중 1.5%를 차지합니다¹⁾.

다른 질병과 마찬가지로 호흡기계 질환의 원인은 다원적이며, 직업적인 요인, 개인적인 요인(흡연, 유전적 위험 등), 환경적인 요인의 상호작용으로 일어납니다. 미국, 유럽과 같은 일부 선진국의 농업인들은 일반 인구에 비해 흡연율이 낮음에도 불구하고 호흡기계 질환의 이환율과 사망률이 상당히 높은 것으로 나타났으며, 이는 농업인의 작업환경이 호흡기건강에 대한 직업적 위험 요소를 가질 가능성이 있다고 말할 수 있습니다²⁾.

농업인은 작업 중에 호흡기 건강에 해로운 다양한 물질에 노출될 수 있습니다.

- 유기 분진 : 곡물, 짚(건초), 진균류, 박테리아, 진드기, 동물성, 내독소
- 무기 분진 : 규소, 석면
- 자극제 : 농약, 비료, 페인트
- 가스 및 증기 : 암모니아, 산화질소, 황화수소
- 감염성 인자 : 리케차, 탄저균, 한타 바이러스, 조류 및 돼지 인플루엔자 바이러스

1) 2020년 농촌진흥청 농업인 업무상 질병 조사 결과. 농촌진흥청 국립농업과학원.

2) Greskevitch M, Kullman G, Bang KM, Mazurek JM. Respiratory disease in agricultural workers: mortality and morbidity statistics. J Agromedicine. 2007;12(3):5-10.

호흡기 내 흡입된 물질의 침착 부위는 물질의 수용성과 입자 크기에 따라 다릅니다. 직경 10 μm를 초과하는 수용성 가스 및 입자는 상기도에 침착되는 경향이 있는 반면, 불용성 가스 및 작은 입자는 하기도로 침투합니다.

[표 1] 흡입 물질의 수용성, 입자 크기에 따른 폐 손상 부위

물질 성상	물질의 예	폐 손상 부위
수용성		
높음	암모니아, 포름알데히드 등	상기도
중간	염소, 이산화황 등	하기도
낮음	질소산화물, 포스겐 등	폐실질
입자 크기(직경)		
>10 μm	토양의 무기분진 등	상기도
2.5 μm - 6 μm	화재로 인한 연기 등	하기도
<2.5 μm	금속, 석면 등	폐실질

호흡기계 질환은 병변이 발생하는 해부학적 위치와 발생원을 기준으로 크게 기도 질환, 간질성 폐질환 및 감염성 질환으로 나눌 수 있습니다. 대부분의 호흡기 질환은 기침 또는 호흡 곤란을 동반하며 그 외에도 천명음(wheezing), 객혈(hemoptysis), 가슴 불편감(chest discomfort) 등의 증상이 나타납니다.

[표 2] 호흡기계 질환의 구분

기도질환	<ul style="list-style-type: none"> • 상기도 질환 • 천식 • 천식양 증후군(asthma-like syndrome) • 만성기도 질환(만성폐쇄성폐질환, 만성기관지염)
간질성 폐질환	<ul style="list-style-type: none"> • 유기물 먼지 독성 증후군(organic dust toxic syndrome) • 외인성 알레르기 폐포염(extrinsic allergic alveolitis) • 과민성 폐렴(hypersensitivity pneumonitis) • 간질섬유증
감염병	<ul style="list-style-type: none"> • 탄저병 • 브루셀라증 • 렙토스피라병

소규모 농장에서는 작업 분담이 이루어지기 어려우므로 광범위한 물질 노출이 발생할 수 있습니다. 농가의 가장 흔한 호흡기 위험 물질은 유기 분진, 곡물 분진, 미생물, 내독소와 같은 바이오에어로졸과 곡물 및 동물 폐기물의 분해로 인한 가스와 흙입니다. 산성 흙(황산(H₂SO₄), 질산(HNO₃)), 암모니아는 비료로부터 발생할 수 있는 독성 물질입니다. 산성 흙의 경우 고농도로 노출되었을 때 급성 영향으로 점막 자극과 노출 2~3일 후에 폐렴이 발생할 수 있습니다. 또한 상대적으로 적은 양의 산성 흙에 만성적으로 노출될 경우에도 기관지염이 나타날 수 있습니다. 고농도의 암모니아 노출이 있는 경우 급성 영향으로 산성 흙 노출과 같이 점막 자극과 폐렴이 발생할 수 있으며 기관지확장증 또한 보고되고 있습니다. 상대적으로 낮은 농도의 암모니아에 만성적으로 노출될 경우에도 상기도 자극과 만성 기관지염이 나타날 수 있습니다.

곡물 분진에 노출되는 작업자의 폐쇄성 기도 질환은 지속적인 기침, 점액 과다 분비, 천명음(쌉쌉거림)과 호흡 곤란, 폐기능 검사에서의 이상 등 흡연자에게서 관찰되는 것과 같은 임상적 특징을 나타냅니다. 작업자가 흡연자일 경우 폐쇄성 폐기능 장애가 발생할 가능성이 더욱 높아집니다. 또한 내독소(Endotoxin)는 곡물 분진으로 발생한 만성 기관지염과 만성 폐쇄성 폐질환에 영향을 미칠 수 있습니다. 그 밖의 다양한 유기 분진은 과민성 폐렴의 발생과 관련이 있습니다. 2013년부터 2015년까지 한양대학교 농업안전보건센터에서 실시한 현장조사³⁾에서는 농업인 1,697명에 대하여 현재 농사 중인 농업인의 천식 유병률이 남성 4.1%, 여성 5.4%로 나타났습니다. 국민건강영양조사 상 비슷한 연령대의 일반 인구 천식 유병률이 남성 2.9%, 여성 4.4%와 비교했을 때, 농업인 집단이 일반 인구 집단보다 높은 천식 유병률을 나타냅니다. 작목별로 비교했을 때 축사 및 화훼작업자의 천식 유병률은 식량작물, 채소류, 과수 재배자에 비해 높게 나타났습니다.

[표 3] 작목별 유기분진 노출 매트릭스 구축 결과

작목		유해등급 (엔도톡신 노출농도)	노출등급 (연간 노출시간)	위험도 점수 ⁴⁾
노지	벼	2 (4.9 EU/m ³)	2 (795)	4
	일반 밭 작목	2 (4.9 EU/m ³)	2 (782)	4
	과수	2 (4.9 EU/m ³)	4 (1835)	8
시설	채소류	3 (12.0 EU/m ³)	4 (1646)	12
	화훼	3 (12.0 EU/m ³)	5 (2644)	15
축산	우사	4 (52.0 EU/m ³)	4 (1998)	16
	계사	5 (305.0 EU/m ³)	4 (1998)	20
	돈사	5 (317.1 EU/m ³)	4 (1998)	20

표 3의 연구에서는 유기분진 노출 매트릭스에 따라 노지 작목(벼)과 일반 밭 작목은 낮은 위험도 등급으로 나타났으며, 과수, 하우스 시설 작목은 중간 위험도 등급으로, 화훼, 축사(우사, 계사, 돈사)는 높은 위험도 등급으로 분류하였습니다. 위험도가 높은 등급 군(화훼, 우사, 계사, 돈사)은 낮은 등급에 비해 통계적으로 유의하게 높은 위험도(교차비) 2.21(1.21-3.36)를 보였으며, 이는 축사 작업 및 화훼 재배작업이 농업인 천식의 주요 위험요인에 해당하는 것을 시사합니다.

알레르기

알레르기는 인체 면역 시스템의 오작동으로 꽃가루, 동물의 털, 곰팡이, 음식 등에 비정상적으로 과민 반응을 나타내는 것을 말합니다. 알레르기의 발병에는 유전적 원인과 환경적 원인 두 가지 모두가 관여합니다. 알레르기 증상은 호흡기 질환과 관련한 콧물, 재채기, 기침, 호흡 곤란 등이 있으며, 기타 증상으로는 가려움, 두드러기, 눈의 충혈, 위장관의 알레르기 반응, 전신의 심한 알레르기 반응인 아나필락시스⁵⁾가 있습니다. 기관지 천식은 기도를 자극할 수 있는 집먼지 진드기, 꽃가루, 곰팡이 등의 알레르기 원인 물질이나, 감기, 운동, 담배연기의 자극에 의해 기관지 점막 내 염증 반응이 일어나고 기관지가 좁아지는 병입니다. 증상은 기침, 가래, 흉부의 압박감, 호흡곤란, 쌉쌉거리는 소리로 나타납니다. 알레르기성 비염은 알레르기 원인 물질에 의해 생긴 코와 그 주변 공간의 염증을 의미하며, 재채기, 가려움증, 콧물, 후비루(점액이 부비동에서 인후 뒤쪽으로 빠져나가는 느낌) 등 다양한 증상으로 나타날 수 있습니다.

알레르기 치료의 첫 번째 원칙은 원인을 찾아 완전히 제거하는 것입니다. 항히스타민제, 스테로이드성 항염증제, 기관지확장 흡입제, 코혈관수축제와 같은 약물치료로 증상을 완화할 수 있으며, 알레르기 원인 물질에 대한 내성을 유도하는 면역치료의 방법도 있습니다. 주위 환경이 위생적이고 청결할수록 신체가 세균이나 바이러스, 기생충 등 면역을 유발시키는 항원들에게 노출이 되지 못해 면역력을 키워 나갈 수 있는 기회를 잃어버리게 된다는 주장이 있습니다⁶⁾.

3) 이지훈, 김인아, 이수진. 농업인 천식 유병률과 유기분진 노출수준. 한양대학교 의과대학 직업환경의학과 석사학위 논문. 2016.

4) 위험도 점수 = 유해등급 × 노출등급

* 위험도 점수 5점 이하: 낮음, 6점~14점: 중간, 15점 이상: 높음

5) 아나필락시스: 특정 물질에 과민 반응이 일어나는 것으로 목의 부종(부어오름), 구토, 호흡 곤란, 저혈압, 의식 소실 등이 나타날 수 있어 발견 즉시 빠른 대처가 필요함.

6) 위생가설(hygiene hypothesis)

다르게 말하면 유아기에 특정 미생물(장내 세균총, 기생충 등)에 노출되면 면역 체계의 발달에 기여함으로써 알레르기 질환을 예방한다는 것입니다. 농업인에 대한 위생가설은 활발히 연구되고 있는 분야로, 어린 시절 농촌 생활을 한 것이 알레르기 반응에 보호적인 효과를 일으킨다는 결과가 밝혀지고 있습니다. 우리나라의 일반 인구집단에서 가장 흔하게 감작을 일으키는 알레르겐으로는 집먼지 진드기, 쉼, 바퀴벌레 등이 있다고 보고되고 있습니다.

2013~2014년도에 경기도에서 1,143명의 농업인을 조사한 결과, 농업인의 피부반응검사 일차양성률은 18.6%였으며 주요 알레르겐은 집먼지 진드기, 바퀴벌레, 잔디꽃가루혼합물 등이었고, 화훼농업과 과수농업에서 그 위험도(교차비)가 높은 것으로 나타났습니다. 이는 농업인에서도 직업적 원인에 의한 것보다 일반적인 실내 환경에 의한 알레르기 질환이 지배적일 수 있음을 시사하지만, 일반 실내환경의 집먼지 진드기와 농업환경에서 주로 나타나는 저장진드기 종류 사이의 교차반응⁷⁾ 가능성도 염두할 수 있습니다. 한편 화훼재배자의 경우, 잔디 꽃가루 감작률이 다른 작목 재배자들에 비해 높게 나타나는 데, 이는 화훼꽃가루와 잔디꽃가루 간의 교차반응 가능성 때문일 것으로 생각됩니다.

2019년에 한양대학교 연구진에 의한 다른 연구⁸⁾에서는, 농작업 환경에 따라 알레르기 피부반응검사의 양성 유병률과 호흡기 증상의 유병률의 다름이 밝혀졌습니다. 농업인 149명을 조사한 결과, 피부반응검사 일차양성률은 비닐하우스 작업자에서 30.9%로 가장 높았으며, 야외 작업자에 비해 위험도(교차비)가 5.59로 위험이 유의하게 높았습니다. 또한, 피부반응검사 양성률은 재채기, 콧물, 코막힘 등의 알레르기 증상과 연관성이 있었습니다. 이와 같이, 우리나라 농업인은 일반 인구 대비 천식 유병률이 높았으며, 원인물질 중 하나가 될 수 있는 유기분진 노출위험도는 화훼, 우사, 계사, 돈사 등이 가장 높았습니다. 또한, 실제 현장조사 결과에서 화훼농업과 과수농업의 피부반응검사 양성 위험도가 가장 높았습니다. 최근의 다른 조사 결과에서는, 비닐하우스 작업자에서 알레르기 반응의 위험도가 높았습니다. 보다 정확한 작업환경위험과 원인 규명을 위하여 우리나라 실제 농업환경이 반영된 통계자료 및 현장 조사자료의 누적이 더욱 필요하며, 이를 기반으로 알레르기와 호흡기질환 예방정책 수립 마련이 필요합니다.

미세먼지는 최근 주요 대기환경 오염지표로 대두되고 있으며, 농업인은 직업적으로 토양의 무기 분진,

7) 교차반응 : 신체의 면역체계가 특정 물질(예: 과일껍질)에 들어있는 단백질을 알레르기 항원물질(예: 꽃가루)에 들어있는 단백질과 유사하다고 식별하여, 특정물질(과일껍질)에 접촉하게 되는 경우 알레르기 반응을 일으키는 것을 말함.

8) Han JY, Kim YW, Lee SY, Lee SJ. Association between the prevalence of allergic reactions to skin prick tests and workplace types among agricultural workers in South Korea. *Ann Occup Environ Med.* 2020;32.

02 ▶ 실내 농작업자와 야외 농작업자의 호흡기능평가 주요 결과

꽃가루 분진, 비료, 농약 등의 화학적 자극제, 암모니아, 산화질소 등의 가스와 흙에 노출되고 있습니다. 따라서 비닐하우스 및 축사 등의 실내 농작업자와 실내 농작업을 하지 않는 야외(옥외) 농작업인들의 직업적 건강 위험성에 대한 예방 접근이 필요합니다.

대한민국 전역의 농업인 403명을 대상으로 3년에 걸쳐 인구학적 특성과 의학적 과거력 및 가족력, 주요 경작 작목에 대한 작업환경조건을 조사하였고, 호흡기능평가와 알레르기반응 평가를 실시하였습니다. 이 연구에서는 경작 작목별 조사 대상자 수가 많지 않아 구체적인 평가에는 한계가 있으나 실내 농작업자와 야외 농작업자들에 대한 추후 연구제안과 예방대책 수립에 기여할 수 있을 것으로 판단합니다.

대상자의 인구학적 특성

실내 농작업자와 야외 농작업자간의 남녀성비, 평균나이 및 나이분포, 현재 농작업여부, 농약사용상태, 체질량지수, 비만여부, 운동여부, 흡연상태, 음주상태를 비교한 결과는 다음과 같습니다(표 4 참조).



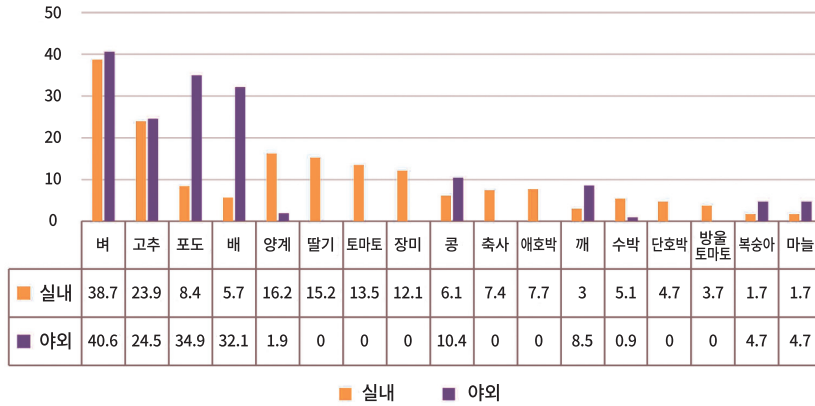
[표 4] 실내 농작업자와 야외 농작업자의 인구학적 특성 비교

		실내 농작업자 (n=297)		야외 농작업자 (n=106)	
		명수	(%)	명수	(%)
성별 (명(%))	남성	191	(64.3%)	68	(64.2%)
	여성	106	(35.7%)	38	(35.8%)
나이 (세)		59.1 ± 9.8		64.9 ± 10.1	
나이분포 (명(%))	40세 미만	16	(5.4%)	2	(1.9%)
	40대	27	(9.1%)	5	(4.7%)
	50대	82	(27.7%)	21	(19.8%)
	60대	134	(45.3%)	41	(38.7%)
	70대	32	(10.8%)	30	(28.3%)
	80세 이상	5	(1.7%)	7	(6.6%)
현재농작업 여부(명(%))	비농업인	7	(2.4%)	1	(1.0%)
	과거농작업자	1	(0.3%)	3	(2.9%)
	현재농작업자	281	(97.2%)	101	(96.2%)
농약사용 (명(%))	비노출	47	(15.8%)	9	(8.5%)
	과거노출	14	(4.7%)	6	(5.7%)
	현재노출	236	(79.5%)	91	(85.8%)
체질량지수 (kg/m ²)		25.3 ± 3.3		25.7 ± 4.0	
비만 (명(%))	비만	20	(7.6%)	12	(15.4%)
운동 (명(%))	고강도운동	50	(16.8%)	20	(18.9%)
흡연 (명(%))	비흡연	144	(49.1%)	62	(58.5%)
	과거흡연	86	(29.4%)	28	(26.4%)
	현재흡연	63	(21.5%)	16	(15.1%)
음주 (명(%))	위험음주	179	(60.3%)	59	(55.7%)

주요 경작 작목 재배현황

실내 농작업과 야외 농작업을 병행하는 사람이 많은 우리나라 농업 특성상, 가장 많은 재배작목은 벼(쌀)로 나타났습니다. 실내 농작업자에서 높은 비율로 취급하는 작목은 ‘양계, 딸기, 토마토, 장미, 축사, 애호박, 단호박’이었으며, 야외 농작업자에서 높은 비율로 취급하는 작목은 ‘포도, 배, 개’입니다(그림 1 참조).

[그림 1] 실내 농작업자와 야외 농작업자 주요 경작 작목 재배현황



실내 농작업자와 야외 농작업자의 의학적 과거력 비교

설문조사를 통하여 과거 의사로부터 진단을 받거나 현재 치료 중 혹은 치료가 완료된 질환 이력을 조사했을 때, 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증, 아토피피부염에서 두 그룹 간의 유병률 차이가 없었습니다. 결핵, 만성폐쇄성폐질환, 천식, 알레르기성 비염은 통계적으로 유의하지 않았지만, 실내 농작업자가 야외 농작업자에 비해 높았습니다. 유일하게 ‘암’에 대해서만 실내 농작업자에 비해 야외 농작업자에서 그 빈도가 3배 이상 유의미하게 높았습니다(표 5 참조).

[표 5] 실내 농작업자와 야외 농작업자의 의학적 과거력 비교

증상	실내 농작업자 (n=297)		야외 농작업자 (n=106)	
	작업자 수	비율	작업자 수	비율
고혈압	39	(25.5%)	16	(25.4%)
당뇨	22	(14.4%)	9	(14.3%)
이상지질혈증	31	(20.4%)	13	(20.6%)
결핵	4	(2.6%)	0	(0.0%)
아토피피부염	3	(2.0%)	1	(1.6%)
암	6	(4.1%)	8	(12.7%)
만성폐쇄성폐질환	9	(3.2%)	1	(0.9%)
천식	7	(2.5%)	2	(1.9%)
알레르기성 비염	31	(11.2%)	10	(9.7%)

대상자의 최근 6개월의 호흡기 증상

기침과 가래는 폐렴, 결핵과 같은 감염성 폐질환의 주요증상이나, 천식이나 담배, 알레르기 물질이 염증을 일으켰을 때도 나타날 수 있는 호흡기 증상입니다. 호흡곤란은 만성폐쇄성폐질환, 진폐증 등에서 특히 심하게 나타날 수 있습니다. 천명은 숨을 내쉴 때 쇠소리와 같은 쌉쌉거리는 소리가 나는 증상으로, 천식의 특이적 증상입니다. 재채기, 콧물, 눈자극, 눈물은 농약과 같은 자극성 물질에 노출되어 점막의 손상 및 염증이 있거나, 알레르기 반응이 있을 때 보일 수 있는 증상입니다.

표 6의 농업인에 대한 설문조사를 통하여 최근 6개월간의 농작업 중 다음 증상이 있는지 확인을 해보았을 때, 실내 농작업자와 야외 농작업자간 ‘기침, 가래, 천명, 재채기, 콧물, 눈자극, 눈물’ 등의 호흡기 증상에서의 유의미한 빈도 차이는 없었으나 야외 농작업자(16.7%)에서 호흡곤란을 호소하는 자가 실내 농작업자(8.8%)에 비해 약 2배 가량 높았습니다(표 6 참조).

양계, 축사 등의 작업이 실내에서 이루어진다는 것을 고려했을 때, 다른 연구결과들과 일치하지 않는 결과입니다. 표본의 숫자가 적은 관계로 호흡곤란 증상이 있는 사람은 축사나 양계, 비닐하우스 등의 실내 농작업에서 배제되어 나타난 ‘건강근로자효과’로 해석할 수 있습니다. 또는 야외 농작업자가 실내 농작업자보다 고연령대의 작업자가 많기 때문에, 호흡곤란 증상자가 많다고 해석할 수도 있습니다.

[표 6] 실내 농작업자와 야외 농작업자의 호흡기 증상 비교

증상	실내 농작업자 (n=297)	야외 농작업자 (n=106)
	작업자 수 (비율)	작업자 수 (비율)
기침	23 (8.2%)	6 (5.8%)
가래	29 (10.3%)	11 (10.7%)
호흡곤란	25 (8.8%)	17 (16.7%)
천명	15 (13.2%)	6 (14.6%)
재채기, 콧물	70 (25.3%)	25 (25.0%)
눈자극, 눈물	43 (33.9%)	17 (44.7%)

실내 농작업자와 야외 농작업자의 호흡기 기능 검사

‘노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC)’은 다른 말로 ‘강제폐활량’, ‘최대흡기값’, ‘최대들숨수준’이라고도 하며, 최대한 숨을 내쉬는 노력을 했을 때의 공기량을 말합니다. ‘1초간 노력성 호기량(Forced Expiratory Volume in 1 second, FEV1)’은 최대로 흡기한 상태에서 가능한 힘껏 숨을 내쉬었을 때 처음 1초간 내뿜은 양을 말합니다.

폐를 고무풍선이라고 생각했을 때, 풍선을 최대로 부풀렸을 때의 부피를 ‘노력성 폐활량’, 그 상태에서 공기를 쭉 뿜을 때 첫 1초에 빠진 공기량을 ‘1초간 노력성 호기량’으로 생각할 수 있습니다.

‘노력성 폐활량’은 폐섬유증과 같이 폐조직이 손상되어 폐활량이 감소하는 제한성폐질환에서 감소할 수 있으며, ‘1초간 노력성 호기량’의 경우, 폐기종, 천식, 만성폐쇄성폐질환과 같이 기도저항이 증가하는 폐쇄성폐질환에서 감소할 수 있습니다.

‘노력성폐활량’에 대한 ‘1초간 노력성 호기량’의 비가 0.7보다 작은 경우, 폐쇄성 환기 장애라고 합니다. 실내 농작업자에서 폐쇄성 환기 장애를 보이는 자의 비율(16.7%)이 야외 농작업자(10.6%)에 비해 높았으나, 통계적으로 유의하지 않았습니다(표 7 참조).

[표 7] 실내 농작업자와 야외 농작업자의 호흡기 기능검사 결과

분류	실내 농작업자 (n=297)	야외 농작업자 (n=106)
	평균 ± 표준편차	평균 ± 표준편차
노력성 폐활량 (L)	3.2 ± 0.8	3.3 ± 0.9
1초간 노력성 호기량 (L/sec)	2.5 ± 0.6	2.4 ± 0.7
폐쇄성 패턴 (명%)	49 (16.7%)	11 (10.6%)

농업인의 알레르기반응평가

‘피부단자시험검사(skin prick test, SPT)’는 특정 물질에 대한 알레르기 반응 여부를 보는 검사입니다. 알코올로 피부 표면을 닦아낸 후, 소독된 바늘로 피부 표피층에 알레르기물질을 주입하고 15분 후 피부팽진반응의 크기⁹⁾로 측정합니다. 이 때 대조군으로 정제수(음성대조군), 히스타민(양성대조군)을 주입하게 되는데¹⁰⁾, 히스타민에 대한 팽진크기 보다 원인 물질의 팽진크기가 큰 경우, 이 물질에 대해 ‘알레르기가 있다’라고 이야기 합니다. ‘일차양성’은 시행한 원인물질 중 하나라도 반응이 나타난 경우, ‘양성’으로 정의했습니다. 시행한 알레르기물질은 ‘유럽집먼지진드기, 아메리카집먼지진드기, 수중다리가루진드기, 개, 고양이, 플라스틱&비닐류에 서식하는 곰팡이류, 누룩곰팡이(아스퍼길루스), 바퀴벌레, 썩, 돼지풀, 오리나무&자작나무(참나무류), 잔디혼합종’의 12가지 항원입니다.

일차 양성의 경우, 실내 농작업자와 야외 농작업자가 비슷한 비율로 나타났습니다. 실내 농작업자에서 ‘아메리카집먼지진드기, 썩, 오리나무&자작나무’ 항원은 야외 농작업자에 비해 2~3배가량 높은 비율로 나타났으나, 통계적으로 유의하지 않았습니다. 이는 통계적 유의성 검정에 필요한 표본 숫자에 비해 실제 조사 표본이 충분하지 않아서 나타난 결과라고 생각합니다. 한편, 야외 농작업자에서는 특별히 높은 비율로 나타나는 알레르기항원이 없었습니다. 개, 고양이의 털과 상피세포에 대한 알레르기는 두 그룹 모두 나타나지 않았습니다(표 8 참조).

[표 8] 실내 농작업자와 야외 농작업자의 알레르기피부반응 검사

분류	실내 농작업자 (n=297)	야외 농작업자 (n=106)
	양성자 수 (비율)	양성자 수 (비율)
일차양성	74 (27.8%)	23 (22.8%)
유럽집먼지진드기	30 (11.2%)	9 (8.9%)
아메리카집먼지진드기	36 (13.4%)	7 (6.9%)
수중다리가루진드기	5 (1.9%)	5 (5.0%)
개	0 (0.0%)	0 (0.0%)
고양이	0 (0.0%)	0 (0.0%)
플라스틱/비닐 곰팡이	2 (0.7%)	0 (0.0%)
누룩곰팡이	4 (1.5%)	1 (1.0%)
바퀴벌레	4 (1.5%)	0 (0.0%)
썩	16 (6.0%)	2 (2.0%)
돼지풀	4 (1.5%)	2 (2.0%)
오리나무&자작나무	11 (4.1%)	2 (2.0%)
잔디혼합종	21 (7.8%)	6 (5.9%)

농업인의 호흡기능평가 및 알레르기반응평가 결론 및 제안사항

선행연구와 기존 문헌조사 결과, 실내 농작업자와 야외 농작업자 간의 호흡기증상, 폐기능, 알레르기 반응 간의 빈도 차이가 있으나, 표본 수의 부족으로 통계적으로 유의하지는 않았습니다. 또한, 대부분의 농업인들이 실내 농작업과 야외 농작업을 병행하기 때문에 작업환경에 대한 세부적인 분류가 추가적으로 필요할 것으로 보입니다.

기침, 콧물, 가래, 가슴 답답함 등의 호흡기 증상이 있을 때 적절한 시기에 증상 조절을 하지 않으면 병이 악화할 수 있습니다. 호흡기 증상이 만성적으로 악화하거나 다른 호흡기 감염이 동반될 경우, 폐렴 등의 심각한 상황이 초래될 수 있습니다. 따라서 의료진의 지도 하에 증상 조절 및 병의 관리, 주변 환경 관리가 필요합니다. 또한 호흡기 질환이 있는 농업인의 경우 독감 예방 접종을 통해 추가적인 호흡기 감염을 예방하는 것도 중요합니다.



9) 피부단자검사결과 판독: 피부에 원인물질을 주입한 후 15~20분 경과 후에 시행함. 팽윤반응 부위의 지름이 3 mm를 초과하는 경우 양성이라고 판단함.

10) 양성대조군의 팽윤부위가 4 mm이하 혹은 음성대조군의 팽윤부위가 3 mm이상인 경우, 해당 검사의 정확성을 의심해야 함.



미세먼지 노출과 농업인 건강영향





C
h
a
p
t
e
r

II

농작업 미세먼지 노출관련 면역체계 영향

1. 농업인 면역력 평가 주요 지표치 해설
2. 포도, 양파, 장미 재배 농업인 면역력 비교 주요 내용 소개
3. 포도, 양파, 장미 재배 농업인 면역력 비교 결론 및 참조 사항

01 ▶ 농업인 면역력 평가 주요 지표치 해설



면역력 또는 면역기능은 자연면역(선천면역)과 획득면역(후천면역)으로 대별됩니다. 자연면역이란 호흡기, 피부 등을 통해 이물질이 체내에 들어왔을 때 코 또는 기관(기관지) 점막에 있는 점액, 땀, 눈물을 통해 이를 체외로 배출하거나 또는 병원성 미생물의 경우 몸에서 열을 내는 것과 같이 인체의 이물질 제거를 위한 우리 신체의 자연적인 행위를 일컫습니다. 자연면역력을 유지하기 위하여 외부로부터 침입한 이물질에 대해 특정 이물질을 구분하지 않고 전체적으로 방어하는데 탐식세포, 일부 과립구, 자연살해세포 등의 면역세포가 관여합니다.

획득면역이란 특정 이물질 노출에 따라 체내 면역체계가 작동하여 해당 특정 이물질에 대해 ‘이물질(non-self)’임을 교육받게 되고 이후 노출되는 동일 물질에 대해서는 체내에서는 제거되어야 할 이물질로 면역체계에서 인식한 뒤 방어하는 현상을 말합니다. 획득면역은 다시 체액성면역(humoral immunity)와 세포 매개 면역(cell-mediated immunity)으로 나뉩니다. 혈액이나 점액 등 우리 몸의 체액에 존재하는 항체가 관여하여 면역기능을 수행하는 현상을 체액성면역이라 하며, 림프구, 과립구, 탐식세포 등 각종 면역세포간 상호작용을 통하여 면역력을 발휘하는 현상을 세포 매개 면역이라 합니다.



1-1. 인체 주요 면역기관에 대한 이해

면역기능에 관여하는 기관은 1차면역기관(primary lymphoid organ)과 2차면역기관(secondary lymphoid organ)으로 나뉩니다. 1차면역기관이란 면역세포들이 형성, 발육되는 기관을 말하며 골수(bone marrow)와 가슴샘(thymus)이 속합니다. 2차면역기관이란 면역세포들이 각각의 기능을 수행하는 기관으로 비장(spleen), 림프절(lymph node), 혈액 등이 속합니다.

1 골수	인체에 존재하는 모든 면역세포들이 생성되는 면역기관입니다. 림프구 중 하나인 T 림프구는 골수에서 만들어진 후 가슴샘으로 이동하여 성숙·분화되는 반면 B 림프구는 골수에서 성숙되어 말초혈액으로 이동하여 면역기능을 수행하게 됩니다.
2 가슴샘 (또는 흉선)	골수에서 유래한 미성숙 T 림프구는 가슴샘에서 분화되는데, 인체 외부에서 들어온 이물질에 항원으로 인식하여 적절한 면역반응을 수행할 수 있는 T 림프구로 성장하게 되는 일차면역기관입니다.
3 비장	2차면역기관의 핵심 기관으로서 B 림프구가 약 50%, T 림프구가 30~40% 정도 차지하고 있으며 이외 탐식세포, 과립구와 같은 면역세포도 존재합니다. 각종 항원에 대한 면역반응이 일어나는 핵심 기관입니다
4 림프절	인체 내 500~600개 정도 있는 림프절 역시 B 림프구, T 림프구가 주로 위치하고 있으며 비장과 더불어 2차면역기관으로서 병원체, 암세포 등에 대한 면역반응이 일어나는 주요 기관입니다.

이외에도 편도선, 간, 소장, 피부, 뇌조직 등에도 면역세포가 존재하고 해당 인체 부위에서 만나게 되는 이물질에 대해 방어기능을 수행하게 됩니다.

1-2. 인체 주요 면역세포들의 면역력 관련 기능 소개

T 림프구(T lymphocyte)는 보조 T 림프구(helper T lymphocyte), 세포파괴 T 림프구(cytotoxic T lymphocyte)로 크게 나뉩니다. 최근에는 이들 T 림프구 기능을 조절하는 조절 T 림프구(regulatory T lymphocyte)의 존재도 보고되고 있습니다. 보조 T 림프구는 사이토카인(cytokine)이라는 매개물질을 분비하여 B 림프구가 항체를 생산하도록 유도한다든지, 탐식세포가 이물질을 탐식하도록 한다든지, 세포파괴 T 림프구의 암세포 혹은 바이러스 감염세포 파괴 기능을 유도, 촉진하도록 한다든지 하는 도움을 주게 됩니다. B 림프구(B lymphocyte)의 기능은 항체를 생성하는 것입니다. 병원체 혹은 화학물질과 같은 이물질 항원이 체내로 들어오면 B 림프구는 이들 이물질에 대한 항체를 생성하여 이들 항원이 표적 세포로 들어가는 것을 차단하는 중화기능을 수행하거나, 직접 포식 또는 병원체 등 이물질을 직접 녹이거나 하여 이물질 침입에 대한 방어기능을 수행하게 됩니다. 또한 탐식세포가 이물질 항원을 잘 포식할 수 있도록 도와주는 역할도 수행합니다.

과립구(granulocyte)는 면역세포 중에서 세포 내 많은 과립(granule)을 가지고 있으며, 과립구로 명명된 세포들로는 호중구(neutrophil), 호산구(eosinophil), 호염구(basophil)가 있습니다. 호중구는 병원체를 직접 탐식하거나 감염 부위로 다른 면역세포들을 유도하는 기능을 수행합니다. 호산구는 원래 기생충 감염에 대처하는 역할을 수행하는 것으로 알려져 있는데 최근 들어 호염구와 더불어 천식과 같은 알레르기성 질환의 진행에 관여하는 것으로 알려져 있습니다.

항원공여세포(antigen presenting cell)란 탐식세포, 수지상세포, B 림프구의 기능적인 측면을 고려하여 항원공여세포로 통칭합니다. 이들 세포는 외부로부터 들어온 이물질들을 각각의 세포내로 유입시킨 후 잘게 쪼개 다음 세포 밖 표면으로 이동시켜 이 이물질 조각을 T 림프구들이 인식하게 하여 이후 면역반응이 진행되도록 촉매작용을 합니다.

자연살해세포(natural killer cell)는 특정 암세포나 특정 바이러스 감염 세포를 구분하지 않고 비특이적으로 암세포 또는 바이러스 감염 세포를 용해시켜 제거하는 기능을 갖고 있는 세포입니다. 자연살해 T 세포(natural killer-T cell)는 T 림프구에서 유래한 세포로서 자연살해세포의 세포막에 발현하는 여러 단백질이 이 세포에도 발현되어 자연살해 T 세포라 불립니다. 여러 아토피성 질환 유병시에 이 세포가 증가하는 것이 보고되고 있습니다.

농업인들의 면역기능을 평가하는 방법은 세계보건기구에서 2012년 발행한 『Guidance for immunotoxicity risk assessment for chemicals』 (참조: WHO (2012) World Health Organization & International Programme on Chemical Safety)에서 기술한 ‘사람을 대상으로 유해인자들의 면역기능에 미치는 독성을 평가하는 방법’에 기초하였습니다.

1-3. 주요 면역 지표치들의 면역력 평가 관련성 설명

“체액성 면역력 지표치”는 혈액의 액상 성분(혈장) 중에 존재하는 각종 항체 수준을 정량 검사하여 평가합니다. IgE(Immunoglobulin E) 항체는 기생충 감염이나 알레르기 질환 유병 시 증가하는 것으로 알려져 있고, IgG1, IgG2, IgG3, IgG4 항체는 병원체를 포함한 외부에서 우리 몸으로 들어오는 것들에 대한 방어기능을 수행하는 가장 중요한 항체입니다. 종종 알레르기성 질환 유병시 IgG4의 증가가 보고되기도 합니다. IgA는 점액면역 항체로 분류되는데 콧물, 눈물, 땀과 같은 체외 배출 점액 뿐만 아니라 장점막에서도 분비되어 이들 호흡기, 피부 혹은 소화기계를 통하여 침투하는 이물질에 대한 방어기능을 수행합니다.

“세포 매개 면역력 지표치”는 면역세포 중에서 중심적인 면역기능을 수행하는 세포인 T 림프구를 정맥혈액에서 채취한 뒤 분리한 T 림프구를 시험관내에서 활성화시킨 후 생성되는 각종 사이토카인의 생성 수준을 분석하여 세포 매개 면역력을 평가할 수 있습니다. 인터페론-감마(interferon- γ , IFN- γ)의 경우는 바이러스 감염시 또는 암세포 퇴치에 중요한 역할을 수행하고, 반면 인터류킨 4(interleukin-4, IL-4), 인터류킨 13(IL-13)은 알레르기 질환 발생과 관련되기도 합니다. 종양괴사인자-알파(tumor necrosis factor- α , TNF α)는 염증이 생기기 시작하는 초기에 더 이상의 염증진행으로 초래될 수 있는 부작용을 최소화하기 위한 다양한 기능을 수행합니다. 세포 매개 면역력을 평가하는 지표치로서 인터페론-감마 생성 수준 대비 인터류킨 13 생성 수준의 비율(IFN- γ /IL-13) 또는 인터페론-감마 생성 수준 대비 인터류킨 4 생성 수준의 비율(IFN- γ /IL-4)을 계산하기도 합니다.

이 비율이 높으면 상대적으로 세포 매개 면역력이 강하다고 이야기할 수 있고 이 비율이 낮으면 상대적으로 아토피 증상이 나타날 가능성이 높다고 이야기 할 수 있습니다.

02 ▶ 포도, 양파, 장미 재배 농업인 면역력 비교 주요 내용 소개

미세먼지가 주요한 대기환경 오염지표가 되어가고 있는 국내 현실을 감안할 때 선제적으로 옥외 및 시설재배 농작업인들의 미세먼지 노출에 따른 직업적 건강 위험성에 대한 선제적 정책적 접근이 필요합니다. 관련하여 성, 연령 구성 및 해당 농작업 경력에서 유의한 차이가 없는 포도 과수재배 농업인군(19명), 양파 노지재배 농업인군(48명, 양파 중심 단호박, 고추 등 혼합 노지재배), 장미 시설재배 농업인군(21명)을 대상으로 면역력 차이를 비교하였습니다(표 9 참조).

초기 조사, 연구로서 조사 대상자 수가 많지 않다는 한계는 있지만, 발작물 및 시설재배 작목 농작업 자들에 대한 교육자료로 공유되어 선제적 예방대책 수립에도 기여할 수 있을 것으로 판단되어 구체적인 결과를 소개합니다. 단, 결과에서 농업인군별로 차이가 있는 것은 미세먼지 이외에도 농약과 같은 독성물질 노출 등 다양한 농작업환경 유해인자 노출이 종합적으로 기여하고 있을 가능성도 있음을 염두에 두었으면 합니다.

[표 9] 농작업별 면역력 평가 대상자 특성

농작업 유형	성별	농업인 수	연령 (세, 평균±편차)	작업력 (년, 평균±편차)
양파 노지 재배	여	24	59.3±10.5	19.1±14.4
	남	24	63.8±8.9	37.1±21.2
포도 과수 재배	여	4	56.5±3.5	15.3±13.3
	남	15	67.3±7.1	26.4±21.5
장미 시설 재배	여	11	54.4±7.9	14.7±9.0
	남	10	59.3±5.8	19.2±9.4

농작업별 혈액학적 소견을 비교해보면 총백혈구 수가 포도 과수 재배 농업인군에서 다른 두 농업인군에 비해 유의하게 높았던 반면 호염구 비율은 유의하게 낮았습니다(표 10 참조). 호산구 비율은 양파 노지 재배 농업인군에서 다른 두 농업인군에 비해 유의하게 낮았습니다. 우리나라 성인 지표치와 비교할 때 모두 정상범위에 있었습니다(총백혈구 수, $3.6\sim 9.6 \times 10^3/\mu\text{l}$; 호중구, 37~72%; 림프구, 21~51%; 단핵구, 3~10%; 호산구, ~6%; 호염구, ~2%).

[표 10] 농작업별 정맥혈 내 주요 면역세포 정량 비교

지표치(평균±편차)	양파 노지 재배	포도 과수 재배	장미 시설 재배
총백혈구 수($10^3/\mu\text{l}$)	5.2±2.2	6.9±1.2	5.9±1.7
호중구%	54.7±10.1	56.4±9.9	50.5±9.3
림프구%	34.3±9.0	31.1±7.4	36.7±9.6
단핵구%	5.4±1.4	6.4±1.6	5.5±1.7
호산구%	3.2±2.2	3.8±2.5	4.5±1.9
호염구%	0.72±0.35	0.54±0.23	0.91±0.50

단핵구: 백혈구 중 하나로 혈액에서 다른 신체 조직으로 이동시 탐식기능을 갖는 세포로 분화되는 세포

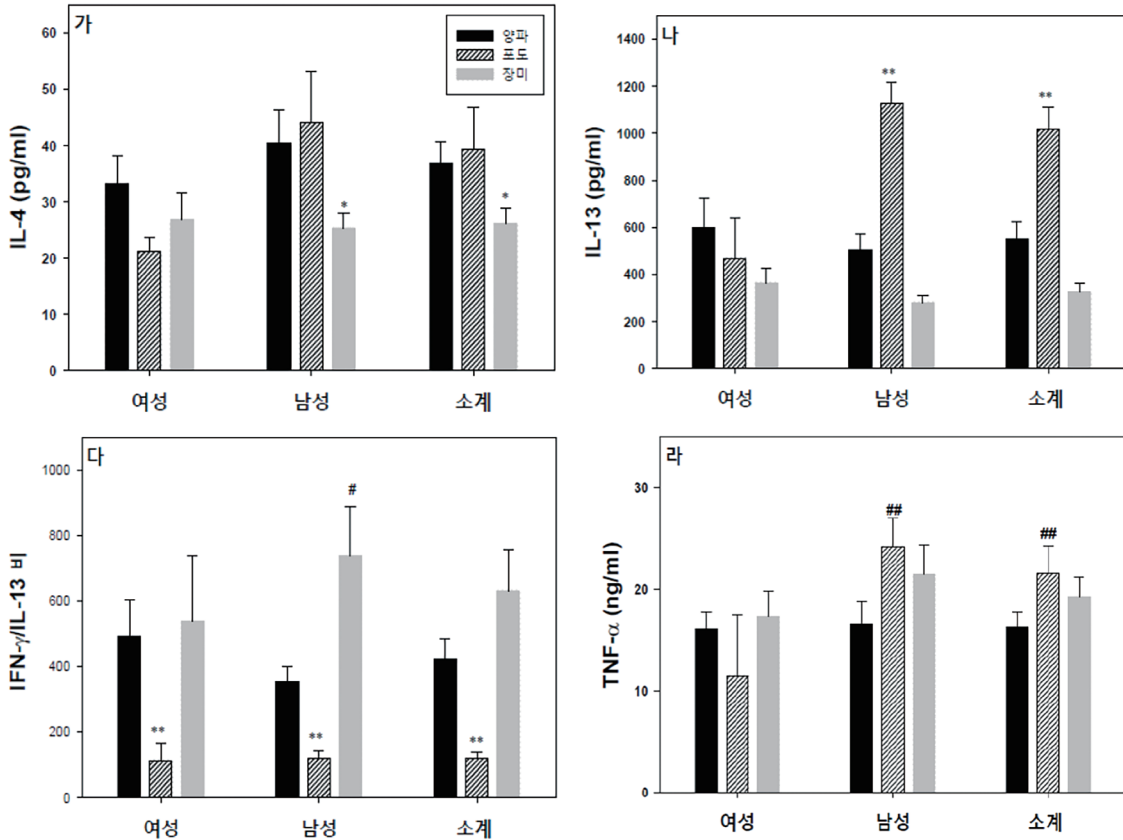
[표 11] 농작업별 정맥혈내 림프구 종류 정량 비교

면역세포 (%, 평균 ± 편차)	성별	양파노지재배	포도과수재배	장미시설재배
자연살해-T 세포	여	2.02±0.70	2.20±0.73	1.25±0.68
	남	2.03±0.99	2.36±0.39	0.70±0.25
	소계	2.02±0.60	2.32±0.33	0.98±0.37
자연살해세포	여	24.9±2.6	6.10±2.71	28.8±3.4
	남	28.1±3.0	23.4±3.6	24.8±4.1
	소계	26.5±2.0	19.8±3.3	26.9±2.6
세포파괴T림프구	여	16.6±1.0	13.7±4.3	20.5±2.7
	남	19.4±1.7	18.1±2.6	20.2±2.4
	소계	18.0±1.0	17.2±2.2	20.4±1.8
보조T림프구	여	34.8±1.7	35.0±6.9	34.0±2.1
	남	33.8±2.3	31.6±1.7	36.0±2.2
	소계	34.4±1.1	32.3±1.9	35.0±1.5
B림프구	여	3.23±0.37	6.14±1.72	2.51±0.35
	남	1.86±0.22	2.41±0.41	3.13±0.68
	소계	2.54±0.24	3.19±0.58	2.80±0.37

농작업별 혈액 내 림프구를 종류별로 비교해볼 때, 자연살해-T 세포의 경우 포도 과수 재배 농업인군에서 다른 두 농업인군에 비해 유의하게 높았는데, 이는 남성 농업인에서의 차이가 기여한 것으로 판단됩니다(표 11 참조).

자연살해 세포의 경우는 포도 과수 재배 농업인군에서 다른 농업인군에 비해 1/4 수준으로 낮았던 반면, B 림프구 수는 포도 과수 재배 여성 농업인군에서 다른 농업인군 여성에 비해 2배 정도 높았습니다. 세포파괴 T 림프구 및 보조 T 림프구 %에 있어서는 농업인군간 유의미한 차이가 없었습니다.

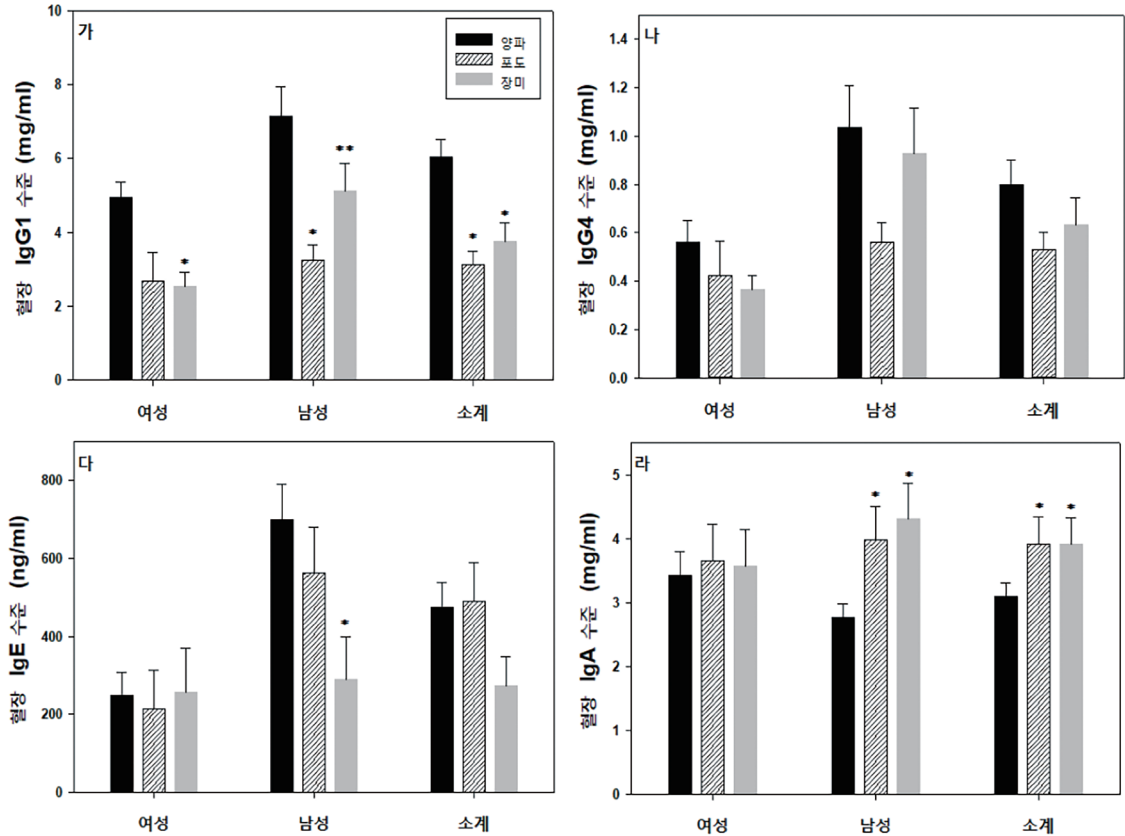
[그림 2] 농작업별 세포 매개 면역력 주요 지표치 비교¹¹⁾



농작업별 세포 매개 면역력 비교를 보면(그림 2 참조) 포도 과수 재배 농업인군, 특히 남성 농업인에서 인터류킨 4 및 인터류킨 13 생성 수준이 다른 농작업 농업인군에 비해 높았던 점에 기인하여 아토피성 면역편향성을 확인할 수 있었습니다. 이 결과와 연계하면 인터페론-감마 생성 수준 대비 인터류킨 13 생성 수준의 비율을 계산하였을 때(그림 2-다 참조), 포도 과수 재배 농업인군에서 다른 두 농업인군에 비해 유의하게 낮은 비율이 도출된 점은 포도 과수 재배 농업인군에서 상대적으로 세포 매개 면역력이 저하된 반면 아토피성향이 높아졌을 가능성을 제시한다고 항진되었음을 설명할 수 있습니다.

11) 그림 2: '평균±표준오차'로 표시되었으며 '가' 그림에서 *는 포도 재배 농업인군과 비교시, '나'와 '다' 그림에서 **는 양파 재배 농업인군 및 장미 시설 재배 농업인군에 비해서, '다' 그림에서 #는 양파 재배 농업인군과 비교하였을 때, '라' 그림에서 ## 역시 양파 재배 농업인군과 비교하였을 때 통계적으로 유의하게 차이가 있음을 표시함.

[그림 3] 농작업별 체액성 면역력 주요 지표치 비교¹²⁾



농작업별 체액성 면역력 비교를 보면(그림 3 참조) 혈장내 IgG1, IgG4 항체 수준은 포도 과수 재배 농업인군에서 가장 낮았는데, 이는 남성 농업인간 차이에서 기인된 것으로 여겨집니다. 아울러 IgE 수준 역시 포도 과수 재배 농업인군과 다른 두 농업인군을 비교하였을 때 유의미한 차이를 가져오지는 않았습니다. 반면, IgA 수준은 양파 노지 재배 농업인군에서 다른 두 농업인군에 비해 유의하게 낮았습니다.

12) 그림 3: 평균±표준오차로 표시되었으며 '가', '다', '라' 그림에서 *는 양파 재배 농업인군과 비교시, '가' 그림에서 **는 포도 재배 농업인군과 비교하였을 때 통계적으로 유의하게 차이가 있음을 표시함.

03 ▶ 포도, 양파, 장미 재배 농업인 면역력 비교 결론 및 참조 사항

포도 과수 재배 농업인들이 양파 노지 재배 농업인들 또는 장미 시설 재배 농업인들에 비해 1)항암, 항바이러스 면역력 관련 핵심 세포 중 하나인 자연살해세포의 수준이 낮았다는 점, 2)아토피성 면역편향성 관련 자연살해 T 세포의 수준은 높았다는 점, 3)인터페론-감마 생성 수준 대비 인터류킨 13 생성 수준의 비율이 현저히 낮았다는 점 등을 종합적으로 고려하면 포도 과수 재배 농업인들에게 알레르기를 유발할 가능성이 높아져 있음에 대해 편향성을 예측케 합니다.

상기 실험 결과에 의거하여 포도 재배 농작업환경 중 포도봉지 씌우기/수확 시 제거하기 또는 경운정지 작업, 인공 수정 중 화분 노출 등을 통하여 유기/무기성 미세먼지에 노출될 가능성이 높다는 점과 아울러 살충제 살포 및 이후 이들 농약이 포도 나무에 부착, 고형화되어 먼지 형태로 노출될 가능성이 있다는 점들을 고려하여 작업개선 노력 및 교육을 강화할 필요가 있다고 생각됩니다.

농업인들의 면역력 유지, 증진을 위하여 다음과 같은 사항을 알아 두시면 좋습니다.

하나. 면역력 증진에 도움 되는 먹거리

- 프로바이오틱 음식물 섭취는 장내 미생물을 건강하게 하여 면역력 증강에 도움이 됩니다(유산균, 김치, 된장/고추장/청국장 등 발효식품 및 홍삼).
- 프리바이오틱 식재료(생강, 마늘, 양파, 아스파라거스, 브로콜리, 시금치, 고추, 해초류 등) 및 녹황색 과채류(토마토, 당근, 늙은 호박 등)의 규칙적 섭취는 면역력 촉매제입니다.
- 비타민(특히 과일을 통한 비타민 C), 필수 금속들(셀레늄, 아연, 철분, 마그네슘 등)은 면역력을 중재하는 효소의 기능 유지에 중요합니다.
- 불포화지방산 및 단백질이 풍부한 음식물의 균형잡힌 섭취도 중요합니다(생선, 조개류, 아몬드/아보카도/올리브 오일 등 식물성 단백질).

둘. 이런 음식 섭취 줄이기

- 설탕류, 짠음식, 기름에 튀킨 음식, 삼겹살 등 동물성 포화지방산 과다 음식물, 햄버거 등 패스트 푸드 등.

셋. 적당한 운동하기

- 적절한 운동(매일 한시간 정도, 이마에 땀이 송글송글 맺힐 정도, 유산소운동, 약간의 근력이 소요되는 운동)을 통하여 체중조절 노력이 필요합니다.

넷. 금연 및 절주 하기

- 흡연, 과도한 음주는 면역기능을 저하시킵니다. 특히 천식 등 알레르기성 질환 또는 암발생, 바이러스 감염 등에 대한 대항능력이 저하될 수 있습니다.

다섯. 농작업 시 보호구 착용 잘하기

- 유기먼지, 미세먼지, 농약, 약취 등 농작업 유해인자 노출을 줄이도록 보호구 착용 확실하게 합니다. 특히 작업 후 손 세정은 아주 중요합니다. 아울러 이러한 유해인자 발생을 가급적 줄일 수 있는 영농을 지속적으로 해봅니다.

여섯. 적당한 시간 숙면하기

- 적절한 시간(7~8시간) 잠을 푹 자면 면역력 유지에 중요한 단백질(항체 포함) 생성에 큰 도움이 됩니다.

일곱. 정신적 스트레스 떨쳐내기

- 일명 스트레스호르몬(코티졸 등)은 면역력 저하를 촉발시킵니다. 스트레스가 없을 수 없으나, 보다 긍정적인 사고로 스트레스를 떨쳐버리는 습관을 갖도록 합니다. 대화는 중요한 수단이라 생각됩니다.

참고문헌

1. Linaker C, Smedley J. Respiratory illness in agricultural workers. *Occup Med (Lond)*. 2002 Dec;52(8):451-9.
2. Leynaert B, Neukirch C, Jarvis D, Chinn S, Burney P, Neukirch F; European Community Respiratory Health Survey. Does living on a farm during childhood protect against asthma, allergic rhinitis, and atopy in adulthood? *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 Nov15;164(10 Pt 1):1829-34.
3. Official Conference Report of the American Thoracic Society : Respiratory health hazards in agriculture. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 Nov;158(5 Pt 2):S1-S76.
4. Park HJ, Lee JH, Park KH, Ann HW, Jin MN, Choi SY, Lee YW, Hong CS, Park JW. A nationwide survey of inhalant allergens sensitization and levels of indoor major allergens in Korea. *Allergy Asthma Immunol Res* 2014;6(3):222-227.
5. Jeong KY, Park JW, Hong CS. House dust mite allergy in Korea: the most important inhalant allergen in current and future. *Allergy Asthma Immunol Res* 2012;4(6): 313-325

6. 김호길, 이지훈, 노수용, 이항석, 권순찬, 이수진. 피부 단자 검사로 평가한 경기도 일부 농업인의 흡입 알레르기 감작률. 농촌의학·지역보건 40.4 (2015):240-249.
7. Jiyoung Han, Yangwoo Kim, Sooyeon Lee, and Soo-Jin Lee. Association between the prevalence of allergic reactions to skin prick tests and workplace types among agricultural workers in South Korea. Ann Occup Environ Med. 2020 Nov 11;32:e36
8. 이지훈, 김인아, 이수진. 농업인 천식 유병률과 유기분진 노출수준. 한양대학교 의과대학 직업환경 의학과 석사 학위논문 (2016)
9. 박동욱, 허용, 김판기, 김수근 산업독성학. 한국방송통신대학교출판부. 113-134쪽 (2018)

본 기술보급서는 농촌진흥청 공동연구개발사업(PJ014269)의 수행을 통해 나온 성과물입니다.

주관과제명 : 미세먼지의 농작업자 영향 실태조사 및 농작업 환경개선 기술 개발 (국립농업과학원 김효철)

협동과제명 : 미세먼지 노출정도에 따른 농업인 직업성 질환 건강증상 연구 (한양대 이수진)

미세먼지 노출로 인한 작업자 면역체계 영향 평가 (대구가톨릭대 허용)

미세먼지 노출과 농업인 건강영향

발행일 2021년 12월

발행인 농촌진흥청 국립농업과학원 김상남

편집인 농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부장 이강진

편집기획 농촌진흥청 국립농업과학원 농업인안전보건팀장 김경란

편집위원 한양대 : 이수진, 이수연

대구가톨릭대 : 허용, Anju Maharjan, Ravi Gautam, 조지훈, Manju Acharya, 이다은, 김창열

국립농업과학원 : 김효철, 김경수, 채혜선

발행처 농촌진흥청 국립농업과학원

전라북도 완주군 이서면 농생명로 166

063-238-2000

발간등록번호 11-1390802-001541-01

ISBN 978-89-480-7167-2 93520

National Institute of Agricultural Sciences



미세먼지 노출과 농업인 건강영향

National Institute of Agricultural Sciences

