



실내 휘발성유기화합물 노출과 알레르기 질환

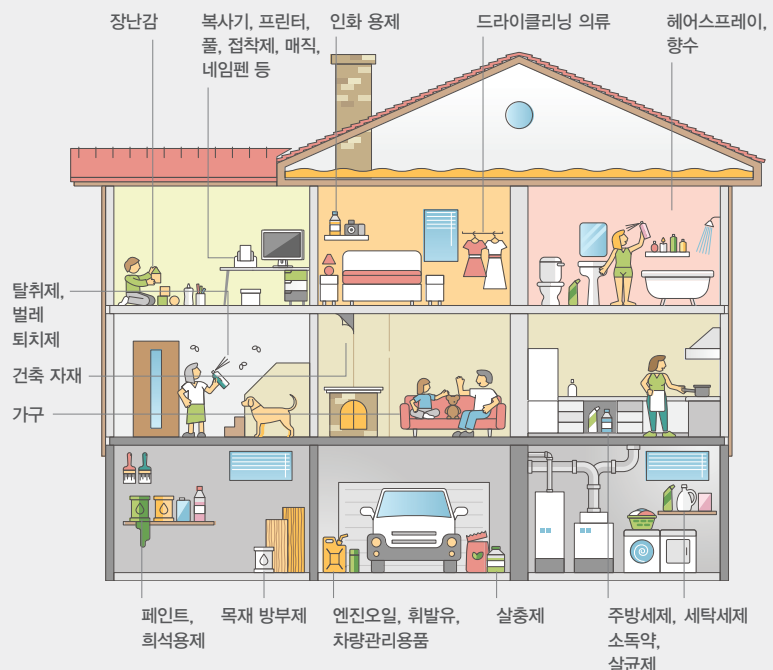
휘발성유기화합물은 생활속 다양한 공간에 존재하는 인체에 유해한 대기오염물질입니다. 실내 환경에서는 고농도에 노출될 수 있으며 이는 급성 및 만성 건강영향을 일으킬 수 있습니다. 특히 천식, 아토피피부염 등 알레르기 질환의 발생과 증상 악화에 영향을 줄 수 있어 적절한 환경관리와 노출관리가 필요합니다.

휘발성유기화합물 이란?

끓는점(비점)이 낮아서 대기 중으로 쉽게 증발되는 액체 또는 기체상 유기화합물을 총칭한 용어이며 VOCs(volatile organic compounds)로 표기합니다. 환경부 관리대상 VOCs는 37종이 있고¹⁾ 대표적인 VOCs로 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 포름알데히드 등이 있습니다. 실외 대기 중으로 배출된 VOCs는 질소산화물과 광화학반응하여 오존 및 광화학스모그를 유발하기도 하며, 실내에서는 국소공간별, 환기상태에 따라 농도변화의 차이가 크게 나타납니다.

[참고문헌]

1. 환경부「다중이용시설 실내공기질 관리」(2008)
2. 환경부 수도권대기환경청「휘발성유기화합물이란?」
3. 국립환경과학원 생활환경정보센터「휘발성유기화합물」



휘발성유기화합물 노출이 알레르기 질환에 미치는 영향은?

VOCs는 호흡기 흡입 혹은 피부 접촉을 통해 인체에 영향을 미치는데 눈, 목, 코를 자극하고 피부발진, 현기증 및 메스꺼움 등의 다양한 증상이 나타날 수 있습니다. VOCs의 노출은 천식, 알레르기비염, 아토피피부염 등 알레르기 질환의 발생과 악화에 영향을 미치는 것으로 알려져 있습니다. 실내 농도가 갑작스럽게 증가하는 건물 리모델링의 경우, 아토피피부염 발생 위험성이 높아질 수 있습니다¹⁾. 알레르기 체질을 가진 산모가 출산 전 집을 리모델링 할 경우, 제대혈 알레르기 관련 면역반응의 증가로 알레르기 질환 발생 가능성이 높아질 수 있습니다²⁾.

[참고문헌]

1. 김지현, 김영민, 안강모. (2020). 실내 환경 요인이 소아 아토피피부염에 미치는 영향. Allergy, Asthma & Respiratory Disease, 8(4), 175-183.
2. Yu, J., Ahn, K., Shin, Y. H., Kim, K. W., Suh, D. I., Yu, H. S., ... & Hong, S. J. (2016). The interaction between prenatal exposure to home renovation and reactive oxygen species genes in cord blood IgE response is modified by maternal atopy. Allergy, asthma & immunology research, 8(1), 41-48.



실내 휘발성유기화합물 노출을 줄이자



- ▶ 실내에서는 금연하기
- ▶ 적절한 실내 온도(18~22℃)와 습도(40~60%) 유지하기



- ▶ 요리시 주방의 레인지후드 사용, 창문개방 등을 통해 환기를 하며, 요리가 끝난 후 최소 30분 이상 레인지 후드 사용
- ▶ 친환경 인증 건축 자재 및 생활용품 사용하기
- ▶ 차량의 내부온도가 높을 경우, 운행 전 환기하기



- ▶ 드라이클리닝 후 3일 이상 환기 후 옷장에 보관하기
- ▶ 공기청정기를 사용하고 주기적으로 환기하고 물걸레로 청소하기 (공동주택의 환기량 권고치 0.7회/시간)



- ▶ 새 차 구매 시 최소 3개월은 충분히 환기시키기
- ▶ 베이킹 아웃 3회 이상 시행하기 (베이킹 아웃: 실내 가구의 문을 모두 열어두고 창문을 닫아 외부공기 차단한 후 난방온도를 30~40℃로 5~6시간 유지한 다음 모든 문을 열어 환기를 시키는 방법)



[출처]

환경부 「실내공기 제대로 알기 100문 100답」(2019); 환경부 국립환경과학원 「주택 실내공기질 관리를 위한 매뉴얼」(2019); 질병관리청 국가건강정보포털 「다중이용시설에서의 건강문제(실내공기오염)」(2021); 서울특별시 보건환경연구원 「드라이클리닝으로 발생한 실내공기 오염물질을 줄이는 보관법」(2018); 국가법령정보센터 「산업표준화법 제27조 및 한국공기청정협회 정관4조」, 환경기술 및 환경산업 지원법 제17조, 「실내공기질 관리법 제 11조」

전문가 컬럼

실내 VOCs 노출과 알레르기 질환

VOCs는 피부와 점막에 자극을 유발하여 아토피피부염과 같은 피부병변이 있거나 알레르기비염 또는 천식이 있는 경우 증상을 악화시키는 역할을 합니다. VOCs 중에서도 특히 방향족, 포름알데히드, 알칸 및 테레핀류 등이 알레르기 질환을 유발하거나 기존의 질환을 악화시키는데 이는 주로 호흡기의 만성적 염증 유발 및 반응성 산소를 생성하기 때문입니다. 임신중 VOCs에 노출될 경우 사람에 따라 영향이 다르게 나타나는데, 일반적으로 Th2 편향의 면역반응을 강화시키며, 폐성숙 지연 및 다양한 태아독성과 관련이 있습니다. 실내 VOCs가 증가하는 경우는, 새집으로 이사하거나, 벽지와 장판의 교체, 실내 리모델링 과정에서 새로운 건축자재를 사용하는 것입니다. 실내 VOCs 노출수준을 확인하는 방법은 실내 공기중 VOCs농도를 측정하거나, 대사산물을 소변에서 측정하는 방법, 호기에서 나오는 VOCs의 양을 측정하는 방법이 있습니다. 실내 VOCs 농도의 증가가 알레르기 질환의 악화와 발현에 영향을 미치지만 농도와 반드시 비례하는 것은 아닙니다. 환경관리를 하더라도 알레르기 증상이 악화되는 경우에는, 다른 원인에 의한 발현 및 개인의 감수성 차이가 의심되므로 전문의와 상의하여 증상완화 방안을 강구하는 것이 좋습니다. 노출을 줄이는 방법은 우선 **VOCs의 배출이 적은 건축자재, 가구 등을 사용하고, 헤어스프레이, 향수, 방향제는 사용하지 않는 것이 좋습니다.** 최근 주택의 냉난방 효율성을 강화하기 위한 외부공기의 차단이 실내 VOCs 농도의 증가와 밀접한 관련이 있습니다. **자연환기는 실내 오염물질의 농도를 현저하게 낮출 수 있는 방법이며 1일 3회 30분 이상 환기를 권장합니다.**

이치호 교수 울산대학교병원 환경보건센터장

- 삼성서울병원 아토피 환경보건센터
- 고려대 안암병원 천식 환경보건센터
- 울산대병원 아토피질환 환경보건센터
- 제주대학교 아토피피부염/알레르기비염 환경보건센터
- 단국대의료원 쇼아발달장애 환경보건센터
- 서울대 의과대학 선천성기형 환경보건센터

- 동아대학교 중금속노출 환경보건센터
- 강원대병원 호흡기질환 및 권역형 환경보건센터
- 순천향대 천안병원 충청남도 환경보건 기반건축 환경보건센터
- 순천향대 구미병원 환경독성 환경보건센터
- 한국환경연구원 환경보건정보 환경보건센터
- 서경대학교 환경보건 연구정보 환경보건센터

- 원주 세브란스기독병원 환경보건정보 환경보건센터
- 가톨릭대학교 환경보건 전문인력 육성 환경보건센터
- 서울시립대학교 환경보건 전문인력 육성 환경보건센터
- 인하대병원 환경보건 전문인력 육성 환경보건센터
- 평택대학교 환경보건 전문인력 육성 환경보건센터

실내 VOCs 노출과 알레르기 질환 관련 연구 동향

Indoor total volatile organic compounds exposure at 6 months followed by atopic dermatitis at 3 years in children

(6개월 유아의 실내 총휘발성유기화합물 노출과 3세 아토피피부염)

Jung Hyun Kwon (Ewha Womans University) 등

배경 및 목적

휘발성 유기화합물(Volatile organic compounds, VOCs)는 천식 및 다른 알레르기질환을 악화요인이다. 그러나 아토피피부염의 발생에 미치는 영향을 임상연구에서는 여전히 분명히 규정되지 못하고 있다. 이 연구에서는 한국의 어린이를 대상으로 실내 총 휘발성유기화합물(TVOCs) 노출과 아토피피부염 발생과의 관련성을 조사하고자 한다.

방법

출생코호트(MOthers and Children's Environmental Health, MOCEH)로부터 257명의 유아가 부모동의를 얻어 이 연구에 참여하였다. TVOC 측정이 출생 6개월 시점에 침실에서 이루어졌다. 총 105명의 부모가 36개월 시점에 설문에 응답하였다. TVOC 농도는 3분위로 구분되어 두 그룹으로 나누었다. VOCs 노출그룹과 36개월 시점 아토피피부염 발생과의 관련성을 다중로지스틱회귀분석으로 통해 추정하였다.

결과

TVOC 평균농도는 $174.7 \pm 115.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. TVOCs 고농도 노출그룹은 75 percentile이상의 농도($242.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)가 측정된 대상자로 하였다. 아토피피부염 발생위험의 증가(OR = 3.116, 95% CI 1.041-9.323)는 부모가족력, 가계수입, 6개월이상 모유수유 변수를 보정한 후 고농도 노출그룹에서 관찰되었다. 또한 1년 이내 새가구 구입은 아토피피부염 발생위험을 증가시켰다.

Table 4 Associations between the level of total VOC exposure and atopic dermatitis

VOCs exposure	No. of total subjects	No. of atopic dermatitis	Unadjusted analysis odd ratio (95% CI)	Adjusted analysis odd ratio (95% CI)
Low TVOCs (<75th) group	71	20 (27.8%)	1.0	1.0
High TVOCs (≥75th) group	34	16 (48.5%)	2.447 (1.010-5.757)	3.116 (1.041-9.323)

These odds ratios and 95% CIs adjusted for allergy history of parents, household income, and breastfed longer than 6 month.

VOCs, volatile organic compounds.

High and low VOCs divided by upper 75% of the VOCs distribution of the study subjects ($242.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

결론

이 연구의 결과는 유아시기 고농도의 VOCs 노출이 36개월 시점 아토피피부염 발생의 위험을 증가시킴을 보여주었다.

[출처: Kwon, J. H., Kim, E., Chang, M. H., Park, E. A., Hong, Y. C., Ha, M., Park, H., Kim, Y., Park, C., Ha, E. H. (2015). Indoor total volatile organic compounds exposure at 6 months followed by atopic dermatitis at 3 years in children. *Pediatric allergy and immunology*, 26(4), 352-358.]

Indoor air pollution aggravates symptoms of atopic dermatitis in children

(실내 대기오염이 어린이 아토피피부염 증상을 악화시킴)

Eun-Hye Kim (Sungkyunkwan University School of Medicine) 등

배경 및 목적

실내 대기오염이 아토피피부염에 미치는 영향을 분석하는데 있어 종적연구로부터 아토피피부염 환자의 인체자료를 기반으로 수행한 연구는 드물다. 이 연구는 대기오염이 어린이 아토피피부염 증상에 미치는 영향을 평가하는 것이 목적이다.

방법

연구기간 중 day-care 센터 거주한 30명의 아토피피부염 어린이 환아를 조사하였다. 주중(월요일에서 금요일) 하루 8시간 머물고 매일의 증상점수를 기록하였다. 12개월 동안(기간 1-4) 24시간 연속으로 매일의 실내·외 대기오염도를 측정하였다. 자료분석은 generalized linear mixed model을 이용하였다.

결과

분석결과 day-care 센터에 거주 전(기간 1, 32.7%)과 비교하여 거주 후(기간 2)와 환기 및 bake-out 시기(기간 3, 4)에 아토피피부염 증상이 43.8%와 50.5%까지 각각 유의하게 상승하였다. 실내 대기오염도와 2일 후의 아토피피부염 증상을 분석한 결과 톨루엔 농도수준 1 ppb 증가할 때 아토피피부염 증상이 12.7% (95% CI: -0.01 to 27.1) 증가하였다($p=0.05$).

Table 3. The effect of indoor air pollutants on pruritus in patients with atopic dermatitis in unlagged and lagged models.

Indoor air pollutant [†]	Unlagged model				Lagged model*			
	% change of risk	95% CI		P value	% change of risk	95% CI		P value
PM ₁₀ (μm/m ³)	0.17	-0.11	0.46	0.236	0.24	-0.18	0.66	0.264
PM _{2.5} (μm/m ³)	-0.01	-0.42	0.39	0.946	0.04	-0.58	0.67	0.899
PM _{1.0} (μm/m ³)	-0.04	-0.46	0.39	0.857	0.04	-0.62	0.71	0.899
NO (ppb)	0.24	-0.50	0.99	0.518	0.21	-0.76	1.18	0.678
NO ₂ (ppb)	-0.47	-1.44	0.51	0.347	-1.08	-2.50	0.36	0.140
NO _x (ppb)	-0.01	-0.54	0.52	0.960	-0.18	-0.93	0.58	0.641
Benzene (ppb)	12.00	-0.93	26.62	0.070	5.94	-11.62	26.99	0.533
Toluene (ppb)	7.78	-1.19	17.57	0.091	12.73	-0.01	27.09	0.050
Ethyl-benzene (ppb)	4.29	-5.08	14.58	0.382	1.87	-9.82	15.07	0.766
Xylene (ppb)	2.68	-1.83	7.40	0.249	0.74	-5.05	6.88	0.807
Styrene (ppb)	2.95	-4.94	11.49	0.475	-2.47	-12.97	9.30	0.667
TVOC (ppb)	0.03	-0.25	0.31	0.843	0.00	-0.38	0.39	0.982

Percent change of risk and 95% CI were calculated by using a regression coefficient (β) and the following equation: percent change of risk = $(\exp[\beta] - 1) \times 100$ and 95% CI = $(\exp[\beta] - 1 \pm 1.96 \text{ SE})$. Percent change of risk indicates a change in AD symptoms according to an increase of 1 unit of each pollutant. PM₁₀, particles < 10μm in diameter; PM_{2.5}, particles < 2.5μm in diameter; PM_{1.0}, particles < 1.0μm in diameter; NO, nitrogen oxide; NO₂, nitrogen dioxide; NO_x, nitrogen oxide compounds; TVOC, total volatile organic compound; ppb, parts per billion.

*In lagged model, a moving average was used to evaluate the lag effect of indoor air quality on symptoms of atopic dermatitis 2 days later.

[†]Adjusted by temperature, humidity, season, SCORAD at initial visit, and age.

결론

실내 대기오염물질은 어린이 아토피피부염 증상 악화 위험을 증가시키고 실내환경의 톨루엔은 증상 악화요인으로 작용할 수 있다.

[출처: Kim, E. H., Kim, S., Lee, J. H., Kim, J., Han, Y., Kim, Y. M., Kim, G. B., Jung, K., Cheong H. K., Ahn, K. (2015). Indoor air pollution aggravates symptoms of atopic dermatitis in children. PLoS One, 10 (3), e0119501.]

Association between sum of volatile organic compounds and occurrence of building-related symptoms in humans: A study in real full-scale laboratory houses (휘발성유기화합물과 건물 관련 증상의 발생과의 연관성: 실제 연구실을 대상으로 한 연구)

Suzuki (Center for Preventive Medical Sciences, Chiba University) et al.

배경 및 목적

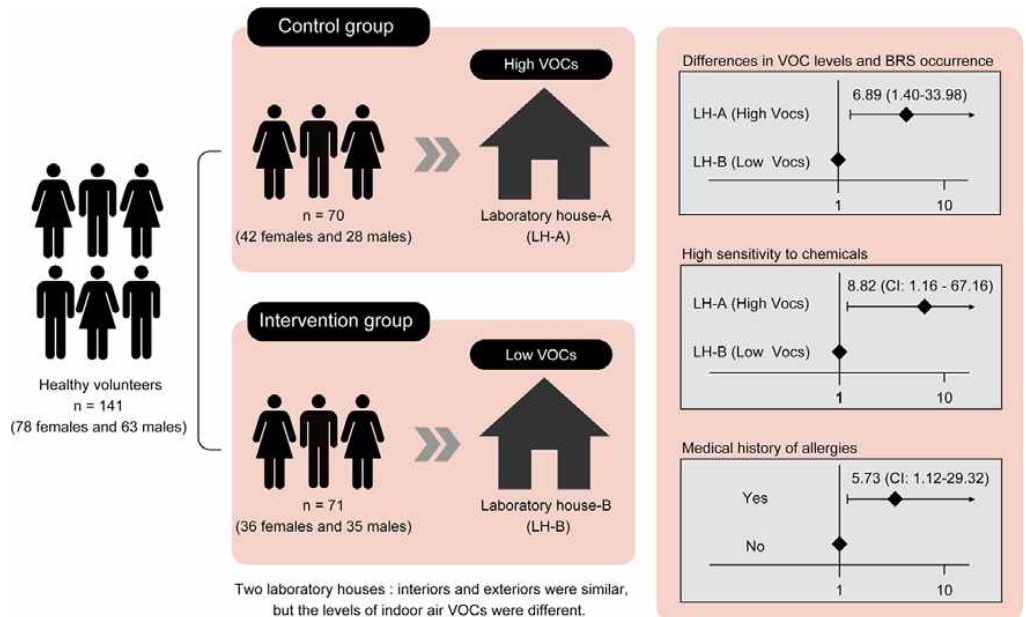
실내 환경, 특히 실내 공기질(Indoor Air Quality, IAQ)은 점막 자극, 두통, 천식, 아토피피부염, 기타 알레르기 증상과 같은 인체에 건물 관련 증상(building-related symptoms, BRS)에 상당한 영향을 미치는 것으로 잘 알려져 있다. 이 연구에서는 인간의 지각과 화학물질의 측정값을 이용한 평가를 수행하여 휘발성 유기화합물 수준과 BRS 발생과의 관련성을 조사하였다.

방법

2017년, 치바 대학은 IAQ와 인체 건강 사이의 관계를 조사하였다. 두 개의 실험공간(Two laboratory houses, LHs)은 내부와 외부가 유사하지만 실내 공기의 휘발성 유기화합물의 수준이 다른 대학 캠퍼스에 지어졌다. 총 141명(남: 78명 여: 63명)의 참가자가 감각 지각을 사용하여 IAQ를 평가했다. 실내 VOCs 측정은 두 침실의 중앙에 1.2m 높이에서 active sampling pumps를 통해 30분 동안 이루어졌다. 총 63종의 VOCs를 측정하고 분석하였다.

결과

VOC 수준의 차이와 BRS 발생 사이에는 유의한 관계가 있었다(OR: 6.89, 95% CI: 1.40-33.98). 알레르기 질환 과거력이 있는 사람(OR: 5.73, 95% CI: 1.12-29.32)과 화학물질에 대한 민감도가 높은 사람(OR: 8.82, 95% CI: 1.16-67.16)이 BRS를 경험하는 경향이 있었다.



결론

따라서 건물을 지을 때 알레르기 질환 병력이 있거나 화학물질에 민감한 사람은 BRS에 걸릴 위험이 높으므로 실내공기질 관리에 주의하여 천식, 아토피피부염 등 건물 관련 증상 예방하는 것이 중요하다.

[출처: Suzuki, N., Nakaoka, H., Nakayama, Y., Tsumura, K., Takaguchi, K., Takaya, K., ... & Mori, C. (2021). Association between sum of volatile organic compounds and occurrence of building-related symptoms in humans: A study in real full-scale laboratory houses. Science of The Total Environment, 750, 141635.]

- 울산대학교병원 환경보건센터 연구진 편집 -