

보육시설의 PM₁₀, CO₂ 농도와 보육교사의 실내 공기질 인식에 관한 연구

이지은¹ · 최병선²

중앙대학교 사회개발대학원 보건학과¹, 중앙대학교 의과대학 예방의학교실²

A Study on PM₁₀, CO₂ Concentrations in Child Daycare Centers and Teachers' Awareness of Indoor Air Quality

Ji-Eun Lee¹ · Byung-Sun Choi²

¹Department of Public Health, Graduate School of Social Development, Chung-Ang University,

²Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Chung-Ang University

ABSTRACT

Purpose: The purposes of this study were: (a) to assess indoor air quality such as PM₁₀, CO₂ concentrations in child daycare centers, (b) to compare the levels with each standard, and (c) to identify teachers' awareness of indoor air quality in child care centers.

Methods: Data were obtained from seventeen child daycare centers and ninety-eight teachers in a district of Seoul, from April 3 to May 12, 2009. Collected data were analyzed by SAS 8.2, and descriptive statistics, χ^2 test, student t-test, Pearson correlation analysis, and Spearman rank correlation were used.

Results: The mean of PM₁₀ and CO₂ level were 50.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 792.1ppm. Sixteen child daycare centers (94.2%) met the guidelines of the PM₁₀ level, so did thirteen child daycare centers (76.5%) in the CO₂ level. CO₂ levels were significantly low in child daycare centers using air cleaners than those do not using them ($t=-6.03$, $p<.001$). Types of child daycare centers were significantly correlated to the levels of CO₂, which public child daycare centers were low in CO₂ levels than those of private child daycare centers ($t=-2.54$, $p=.013$). There was no significant correlation between teachers' awareness and management attitude of indoor air quality while teachers' awareness of indoor air quality significantly raised the frequency of carpet cleaning. Methods of cleaning routines were significantly correlated with PM₁₀, and CO₂ levels.

Conclusion: The PM₁₀ and CO₂ concentrations in child daycare centers were satisfactory. Those conditions are affected by general characteristics of child daycare centers and teachers' attitude regarding management of indoor air quality.

Key Words: PM₁₀, CO₂, Child daycare centers, Awareness

서론

인구의 급속한 증가, 도시화와 공업화는 광범위한 환경 오염을 발생시켰으며, 이 중 대기오염은 공기에 포함되어

있는 유해물질이 물, 토양 등 다른 환경요인에 비하여 사람에게 노출되는 양이 많아 건강적인 측면에서 매우 중요하다고 할 수 있다(Peters et al., 1997). 다량의 유해물질 또는 자극성 물질은 호흡을 통하여 흡수되어 넓은 표면적을 가

Corresponding author: Byung-Sun Choi, Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Chung-Ang University, 221 Heuksuk-dong, Dongjak-gu, Seoul 156-756, Korea, Tel: 82-2-820-5692, Fax: 82-2-815-950, E-mail: bschoi@cau.ac.kr

2010년 6월 1일 접수, 2010년 6월 9일 채택

진 폐를 손상시키며(Droste et al., 1999; Von et al., 2002), 특히 미세먼지는 폐 깊숙히 침투할 수 있어 사망률의 증가와 관련성이 있다(유승도 등, 2007).

대부분의 사람들은 하루 80% 이상을 실내 환경에서 생활하고 있어 실내공기오염은 재실자의 건강에 많은 영향을 미칠 수 있어 대기환경과 더불어 중요하게 거론되고 있다(Kelly et al., 1999; Kim, 2005). 최근 건축물의 경향이 에너지 절약형을 강조하여 외부로부터의 침투를 막는 것에 초점을 맞추어 건축되고, 건물의 유지·관리비를 줄이기 위한 공기의 유입과 환기를 의도적으로 환기량을 감소시켜 공기의 유입과 환기가 감소됨으로써 자연히 실내공기가 오염되었으며(김윤신, 1994), 이러한 실내공기오염은 크게 오염된 외부의 공기가 실내로 들어와 오염의 농도를 가중시키는 것과, 실내에서의 인간 활동 및 기타 발생원으로 인한 오염 등으로 구분된다(손부순 등, 2008). 사람의 활동 자체가 먼지를 비롯한 각종 오염물질을 만들어 내고 카펫이나 커튼에서는 곰팡이, 세균, 진드기들이 살고 화장품, 분무식살충제, 세제 등도 실내오염물질의 발생원이며 최근에는 건축자재나 가구에서 발생하는 휘발성유기화합물과 포름알데히드 등에 많은 관심이 모아지고 있으며, 이들 오염물질의 경우는 인체에 미치는 영향이 크다(신동인, 2007).

특히 어린이들은 그들의 몸무게에 비해 더 많은 양의 공기를 호흡해야 하므로 어른들보다 민감하며 같은 농도의 오염물질에 노출되었을 경우 더 많은 신체적 부담을 초래하게 된다(학교환경위생관리, <http://www.bogun.seoul.kr>). 어린이가 성인에 비해 환경오염물질에 더 취약한 이유는 첫째, 성장과 발달에 빠른 변화를 겪으며, 미성숙한 몸과 조직, 약한 면역체계로 환경위험에 더욱 민감하다. 둘째, 체중에 비해 많은 공기, 물, 음식을 섭취하고 옥외에서 뛰어놀기 때문에 많은 환경위험물질에 노출되어 있다. 셋째, 땅이나 바닥을 기어 다니는 등 자가보호가 약하여 환경오염물질에 노출우려가 높기 때문에 일반적으로 어린이의 발달 시스템은 쉽게 손상될 가능성이 커서, 생후 수개월 동안에는 성인에 비해 신진대사가 원활하지 못하며, 내분비, 면역, 신경계통 시스템이 발달해 가는 과정에 있게 된다(고연정, 2008). 따라서 우리나라는 '다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법'으로 보육시설을 다중이용시설 등의 실내 공기질 유지기준 적용대상에 포함하여, PM₁₀, CO₂, HCHO, 총부유세균, CO, NO₂, 라돈, VOC, 석면, 오존 10개 항목으로 관리하고 있다.

최근 보육시설을 이용하는 미취학 아동의 수도 점차 증가하여 현재는 대략 110만명(2008. 12월말 기준)에 이르고 있으나 전체 보육시설의 1.7%, 취학 전 아동의 7.3% 만이 법규정에 의한 실내 공기질(다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법)관리를 받고 있는 실정이다. 또한 2006년 국립환경원이 서울지역 29개 보육시설을 대상으로 4계절 실내공기 오염특성을 조사한 결과를 보면, 총 휘발성 유기화합물(TVOCs), 부유세균, 미세먼지의 오염도가 높게 나타나 보육시설 실내공기질 관리가 시급함을 시사하고 있다(환경부, 2007).

이러한 관리에 큰 영향을 미칠 수 있는 보육교사는 보육서비스의 핵심적인 역할을 담당하며, 보육교사의 역할과 인식은 보육의 질 뿐 아닌 실내 공기질 관리에도 중요한 영향을 미치고 있는데 비해, 선행연구들의 경향은 실내 공기질 문제가 공동주택, 규모가 큰 이용시설에 집중되어 있고, 초·중·고등학교 학생, 보건교사, 담임교사 그리고 보호자를 대상으로 한 실내 공기질 인식에 관한 연구가 대부분으로 보육교사 대상의 실내 공기질 인식 연구는 거의 전무한 편이다. 따라서 본 연구는 보육시설의 실내 공기질 현황을 파악하기 위해 미세먼지(PM₁₀), 이산화탄소(CO₂)의 수준을 측정하여 법령에 따른 실내 공기질 유지기준과 비교하고, 보육시설 특성에 따른 실내 공기질 측정값 간의 상관관계, 보육교사의 실내 공기질에 대한 인식도와 보육교사의 일반적 특성에 따른 실내 공기질 인식차이를 확인하며, 아울러 보육교사의 실내 공기질 인식과 실내 공기질 관리 태도 간의 상관관계와 보육교사의 실내 공기질 관리 태도와 실내 공기질 측정값 차이를 확인하여 건강한 보육환경을 제공할 수 있도록 실내 공기질 관리를 위한 제도 및 정책방안의 기초자료를 제공하고자 한다.

연구내용 및 방법

1. 연구대상

2009년 4월 3월부터 5월 12일까지 서울시 일개 구 지역의 「영유아보육법」 제10조의 규정에 따른 보육시설 중 설립년도와 연면적이 고른 분포가 되도록 임의 추출하여 연구에 참여하기로 동의한 시설로 국공립보육시설 10개, 민간보육시설 7개의 실내 공기질 현황 측정값과 원장을 포함한 보육교사가 실내 공기질에 관한 설문에 응답한 98명을 최종분석에 이용하였다.

2. 연구방법

17개 보육시설의 실내 공기질 측정은 환경분야시험·검사 등에 관한 법률에 따른 환경오염공정시험기준에 따라 측정하였다. 2009년 4월 3일부터 5월 12일까지 보육시설을 매주 목 또는 금요일, 오전 혹은 오후시간에 방문하여 실내 공기질을 대표할 수 있는 장소인 교실/보육실 혹은 전실에서 미세먼지(PM₁₀), 이산화탄소(CO₂), 온도, 습도를 2개 지점에서 측정 후 평균값을 측정값으로 제시하였다. 대부분 오전 9시 또는 오후 1시 30분쯤부터 기기 설치 후 미세먼지(PM₁₀)는 Ecotech의 Microvol 1100 Low Flow-Rate Air Sampler 장비를 이용하여 8시간 채취한 먼지의 중량을 분석하였고, 이산화탄소(CO₂)는 KD Engineering의 AIRBOXX 장비로 비분산적외선법으로 1시간 동안 측정하였다.

보육교사의 실내 공기질 인식은 이상복 등(2001)의 연구, 정유신(2005)의 연구, 김인환(2005)의 연구의 설문지를 토대로 연구자가 수정·보완하여 일반적 특성과 관련된 내용 8문항과 실내 공기오염에 관련된 내용 25문항을 포함한 33문항으로 구조화한 설문지를 활용하였다. 보육시설 실내 공기질 측정 시 시설에 소속된 원장을 포함한 보육교사 98명을 대상으로 연구의 목적을 설명들은 후 동의한 경우 자기기입식으로 응답하여 회수하는 방식을 이용하였다.

17개 보육시설의 실내 공기질 측정값과 98명의 보육교사가 응답한 설문지 자료는 SAS/WIN 8.2 통계 프로그램을 이용하여 보육시설의 실내 공기질 측정값과 보육시설의 특성과의 상관관계를 Spearman rank correlation, 보육시설 특성에 따른 실내 공기질 측정값의 차이는 t-test 검정, 보육교사의 실내 공기질에 관한 인식과 실내 공기질 측정값과의 상관관계는 Pearson's correlation를 이용하여 분석하였다. 보육교사의 일반적 특성과 실내 공기질에 관한 인식은 실수와 백분율로 산출하였고, 보육교사의 일반적 특성에 따른 실내 공기질 인식의 차이는 χ^2 test, 보육교사의 실내 공기질에 관한 인식과 태도와의 상관관계는 Spearman rank correlation를 보육교사의 실내 공기질 관리 태도에 따른 실내 공기질 측정값의 차이는 t-test를 이용하여 분석하였다.

연구결과

1. 보육시설 실내 공기질 현황

1) 보육시설 일반적 특성과 실내 공기질 측정값

10개 국공립보육시설의 평균면적은 461.4 m², 평균보육 아동 정원은 85.6명이며, 7개 민간보육시설의 평균면적은 204.0 m², 평균보육아동 정원은 63.1명이었다. 공기청정기를 국공립보육시설은 10개(100%), 민간보육시설은 3개(42.9%) 보유하고 있었고, 2006년부터 보육서비스 향상을 위해 진행되고 있는 보건복지가족부의 보육시설 평가인증을 받은 기관은 국공립보육시설은 9개(90%), 민간보육시설은 4개(57.1%)였다.

10개 국공립보육시설과 7개 민간보육시설에서 측정된 PM₁₀, CO₂, 온도, 습도의 결과와 실내공기질관리법에 따른 유지기준과 비교하면 다음과 같았다(표 1). 17개 보육시설의 PM₁₀ 평균값은 50.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 기준 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 16개 기관(94.2%)이 충족하였고, CO₂ 평균값은 792.1 ppm로 13개 기관(76.5%)이 유지기준인 1,000 ppm을 충족하였다.

2) 실내 공기질 측정값의 분석결과

보육시설 특성에 따른 실내 공기질 측정값의 차이를 분석한 결과 국공립보육시설의 CO₂ 측정값이 민간보육시설보다 통계적으로 유의하게 낮았으며($p=.013$), 공기청정기를 사용하지 않는 기관의 CO₂ 측정값이 사용하는 기관보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<.001$). 또한, 카펫을 깔아 놓는다고 응답한 보육시설의 CO₂ 측정값은 깔아 놓지 않는다고 응답한 기관보다 통계적으로 유의하게 낮았다($p=.002$)(표 2).

보육시설 특성, 만족도 수준과 PM₁₀, CO₂ 측정값 간의 상관관계 검정결과 보육시설의 연면적은 CO₂ 측정값과 음의 상관관계($r=-.231, p=.022$)가 있는 것으로 나타났으며, 아동1인당 면적과 보육교사의 실내 공기질 만족도 수준은 실내 공기질 측정값과 상관관계가 없는 것으로 나타났다(표 3).

2. 보육교사의 실내 공기질 인식조사 결과

1) 대상자의 일반적 특성

98명 원장을 포함한 보육교사는 모두 여성으로 평균연령 29.5세, 학력은 전문대졸이 44.9%로 가장 많았으며, 최종 학교의 주전공은 유아교육학이 38.0%로 가장 많았다. 평균 경력은 54.2개월이고 년수로는 4년 미만과 4년 이상이 각각 50%이었고, 76.5%의 보육교사가 실내공기오염에 관한 교육은 받지 않았으며, 보육교사가 담당하는 미취학 아동 연령군은 4세 이상 유아반이 25.3%, 총 아동수는 1~20명 미만이 51.1%로 가장 많았다.

<표 1> 보육시설의 실내 공기질 현황

(N=17)

항목	PM ₁₀ (μg/m ³)	CO ₂ (ppm)	온도(°C)	습도(%)	측정위치
기준	100.0	1,000	17~28	40~60	
국 -1	26.3	564	22.2	37.2	1층 교실 1층특별교실
-2	67.8	1,104	26.8	28.0	1층 교실 (2지점)
-3	55.6	566	20.5	45.0	1층 교실 (2지점)
-4	44.4	649	27.6	24.3	2층 교실 (2지점)
-5	41.7	455	22.2	31.1	1층 교실 1층 전실
-6	76.2	1,423	25.7	38.5	1층 교실 (2지점)
-7	43.3	600	23.6	26.1	2층 교실 (2지점)
-8	41.7	473	26.8	24.9	1층 교실 (2지점)
-9	25.9	598	24.6	26.4	1층 교실 (2지점)
-10	27.8	918	24.8	32.9	2층 교실 2층 전실
민 -1	47.2	854	23.2	35.8	1층 교실 (2지점)
-2	37.8	634	20.9	47.2	2층 교실 (2지점)
-3	72.2	760	21.9	44.8	1층 교실 2층 교실
-4	18.5	941	26.5	33.2	1층 교실 1층 전실
-5	112.4	1,024	27.1	28.9	2층 교실 (2지점)
-6	80.6	1,036	21.0	42.7	1층 교실 (2지점)
-7	36.3	866	28.2	28.4	1층 교실 2층 교실
평균	50.34	792.06	24.33	33.85	

<표 2> 보육시설 특성에 따른 PM₁₀, CO₂ 측정값의 차이

(N=98)

구분	분류	PM ₁₀		CO ₂		온도		습도	
		M±SD	t (p)	M±SD	t (p)	M±SD	t (p)	M±SD	t (p)
설립 구분	국공립	45.88±16.72	-1.79	748.64±316.21	-2.54	24.51±2.09	0.03	33.28±9.27	-1.85
	민간	56.43±31.25	(.081)	864.41±135.04	(.013)	24.48±2.98	(.974)	36.76±7.55	(.068)
공기 청정기	사용함	46.29±16.16	-1.84	750.93±286.48	-6.03	24.40±2.39	-0.95	34.47±9.46	0.21
	사용하지 않음	64.87±39.77	(.085)	968.44±69.37	(<.001)	25.02±2.45	(.343)	34.13±4.97	(.832)
카펫 설치	깔아놓음	46.31±19.18	-1.93	740.58±269.44	-3.21	24.15±2.38	-2.76	34.95±9.54	1.45
	깔아놓지 않음	59.72±30.99	(.065)	944.86±238.72	(.002)	25.70±2.11	(.007)	32.57±5.74	(.152)

<표 3> 보육시설 특성, 만족도 수준과 PM₁₀, CO₂ 측정값 간의 상관관계

(N=17)

변수	PM ₁₀	CO ₂	온도	습도
보육시설의 연면적	-0.066	-0.231*	0.093	-0.489
정원 아동수	0.029	-0.099	0.207*	-0.579***
아동 1인당 면적	-0.094	0.110	0.356*	-0.521***
만족도 수준	-0.136	-0.197	0.120*	-0.011

*p<.05, ***p<.001.

2) 보육교사의 실내 공기질에 대한 인식

69.4%의 보육교사는 보육시설의 실내 공기질에 대해 만족을 하고 있으며, 27.6%의 보육교사는 보육시설 중 가장 오염이 심한 장소를 교실/보육실로 인식하고 있었다. 보육시설의 먼지에 대해 대다수인 79.4%가 ‘보통이다’, ‘적은편이다’로 응답하였고, 먼지발생은 영유아들의 활동 69.8%, 외부에서 유입 때문이라고 21.7%의 보육교사가 인식하고 있었다.

실내 공기질 실태에 대해 71.1%의 보육교사는 직접 확인해 보고 싶다고 응답하였고, 보육교사의 68.4%는 공기오염이 인체에 영향을 미친다고 인식하고 있었다. 외부 대기오염이 실내 공기오염보다 더 위험하다고 57.1%의 보육교사가 인식하고 있었으며, 건강에 가장 큰 해를 끼치는 오염은 대기오염이라고 41.7%가 인식하고 있었다. 또한 84.7%의 보육교사는 실내공기 오염물질을 들어보았으며, 가장 많이 알고 있는 오염물질은 미세먼지라고 29.0%의 보육교사가 응답하였다(표 4).

보육교사의 42.1%는 진공청소기를, 41.1%는 물걸레로 보육시설을 주로 청소한다고 가장 많이 응답하였고, 44.9%의 보육교사가 1일 5~6회 주기로 환기한다고 가장 많이 응답하였다. 보육시설이 보유하고 있는 장비로 에어

컨은 대부분 있다고 98명 중 94명이 응답하였고, 공기청정기는 98명 중 84명의 보육교사가 있다고 응답하였다. 공기청정기, 에어컨 필터 청소 필요성에 대해 98.0%의 보육교사가 알고 있었으며 필터 청소는 44.9~53.3%의 보육교사가 1회/주 간격으로 청소한다고 응답하였다. 또한 보육시설 공간 중 71.4%의 보육교사가 교실/보육실에, 64.3%의 보육교사가 놀이감 공간에 카펫이 깔려 있으며 60.2~68.4%의 보육교사가 1회/주 간격으로 청소한다고 응답하였다(표 5).

3. 보육교사의 실내 공기질 인식과 실내 공기질 관리 태도와의 관련성

보육교사의 일반적 특성에 따른 실내 공기질 인식에는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 전공이 교육학(보육학, 유아교육학, 교육학, 특수교육학)인 보육교사가 타 전공(사회복지학, 아동복지학, 가정관리학, 영양학, 기타) 보육교사 보다 실내공기오염 물질을 들어본 경험이 있는 비율에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=4.10, p=.043$)(표 6).

보육교사의 실내 공기질 인식(실내공기오염에 관한 교

<표 4> 보육교사의 실내 공기질에 대한 만족도 및 관심도

내용	n (%)
실내 공기질의 만족도	
불쾌적, 매우 불쾌적이다	2 (2.04)
보통이다	28 (28.57)
쾌적, 매우 쾌적하다	68 (69.39)
소계	98 (100.00)
실내 공기오염이 가장 높은 장소 (무응답 제외)	
1순위 교실·보육실	27 (42.19)
2순위 교실·보육실	27 (42.19)
3순위 교실·보육실	10 (15.63)
소계	64 (100.0)
보육시설 내 먼지정도 (무응답 제외)	
적은편, 매우 적은편이다	22 (22.68)
보통이다	55 (56.70)
많은, 매우 많은편이다	20 (20.62)
소계	97 (100.00)
먼지 발생의 원인¹⁾	
영유아들의 활동	90 (69.77)
외부에서 유입	28 (21.71)
기타	11 (8.53)
소계	129 (100.00)
보육시설 내 습도 상태	
건조한편이다	39 (39.80)
적당하다	55 (56.12)
습한편이다	4 (4.08)
소계	98 (100.00)
보육시설의 공기 질 실태 확인 욕구 (무응답 제외)	
있다	69 (71.13)
없다	28 (28.87)
소계	97 (100.00)
실내 공기오염이 인체에 미치는 영향	
영향을 미치지 않는다	14 (14.29)
보통이다	17 (17.35)
영향을 미친다	67 (68.37)
소계	98 (100.00)
외부대기오염과 실내공기오염 중 해로운 것	
외부대기오염	56 (57.14)
실내공기오염	42 (42.86)
소계	98 (100.00)

1) 복수응답.

<표 4> 보육교사의 실내 공기질에 대한 만족도 및 관심도 (계속)

내용	n (%)
건강에 가장 큰 해를 끼치는 오염¹⁾	
대기오염	48 (41.74)
수질오염	17 (14.78)
실내공기오염	35 (30.43)
토양, 폐기물(쓰레기)기타	15 (13.04)
소계	115 (100.00)
실내공기오염 물질 들어본 경험	
있다	83 (84.69)
없다	15 (15.31)
소계	98 (100.00)
알고 있는 실내공기오염물질¹⁾	
미세먼지	91 (28.98)
오존	20 (6.37)
일산화탄소	30 (9.55)
이산화탄소	38 (12.10)
이산화질소	10 (3.18)
포름알데히드	26 (8.28)
석면	44 (14.01)
라돈	6 (1.91)
휘발성유기화합물	25 (7.96)
부유세균	23 (7.32)
기타	1 (0.32)
소계	314 (100.00)

1) 복수응답.

육을 받은 경험, 실내 공기오염 물질에 대 하여 들어본 경험, 보육시설에서 사용하고 있는 장비필터 청소 필요성 지식)과 보육교사의 실내 공기질 관리 태도(보육시설에서의 주된 청소방법, 보육시설의 공기청정기와 에어컨 필터 청소 주기, 보육시설의 카펫청소 주기)와의 상관관계를 분석한 결과, 보육교사가 실내 공기오염 교육을 받은 경험, 실내 공기오염 물질을 들어본 경험과 보육교사의 실내 공기질 관리 태도와는 통계적으로 유의한 상관관계가 없었다. 그 외 보육교사가 공기청정기, 에어컨 필터 청소 필요성을 알고 있는 것이 실제로 필터 청소를 하는 주기와 유의한 상관관계는 나타나지 않았다. 공기청정기 필터 청소 필요성 인식은 빗자루 청소를 하는 태도와는 양의 상관관계($r=.199$, $p=.050$), 공기청정기 필터 청소 태도 즉 청소주기와 양의 상관관계($r=.429$, $p<.001$), 에어컨 필터 청소 필요성 인식은 진공청소기 청소, 물걸레 청소를 하는 태도와 양의 상관

<표 5> 보육교사의 실내 공기질 관리 현황

(N=98)

구분	분류	n (%)							
주된 청소방법 ¹⁾	진공청소기	90 (42,06)							
	빗자루청소	20 (9,35)							
	물걸레 청소	88 (41,12)							
	기타(소독액, 스팀, 열탕 청소 등)	16 (7,48)							
	소계	214 (100,00)							
1일 환기 횟수	1~2회	2 (2,04)							
	3~4회	30 (30,61)							
	5~6회	44 (44,90)							
	그 이상	22 (22,45)							
	소계	98 (100,00)							
보유 장비 ¹⁾	환풍기	55 (19,57)							
	공기청정기	84 (29,89)							
	가습기	48 (17,08)							
	에어컨	94 (33,45)							
	소계	281 (100,00)							
필터청소 필요성	안다	96 (97,96)							
	모른다	2 (2,04)							
소계	98 (100,00)								
공기청정기 필터 청소주기(해당자)	1회/주	49 (53,26)							
	1회/월	34 (36,96)							
	1회/2~3개월	5 (5,43)							
	1회/계절별	3 (3,26)							
	청소하지 않음	1 (1,09)							
	소계	92 (100,00)							
에어컨필터 청소주기(해당자)	1회/주	44 (44,90)							
	1회/월	26 (26,53)							
	1회/2~3개월	8 (8,16)							
	1회/계절별	19 (19,39)							
	청소하지 않음	1 (1,02)							
	소계	98 (100,00)							
구분	분류	항상			기타		깎지않음		
		n (%)		n (%)		n (%)			
카펫 설치현황(n=98)	교실/보육실	70 (71,43)		6 (6,12)		22 (22,45)			
	놀이감	63 (64,29)		6 (6,12)		29 (29,59)			
	체육(활동)공간	17 (17,35)		15 (15,30)		66 (67,35)			
	기타(복도)	1 (1,02)		0 (0,00)		97 (98,98)			
구분	분류	1회/주		1회/월		기타주기		해당없음	
		n (%)		n (%)		n (%)		n (%)	
카펫 청소현황(n=98)	교실/보육실	67 (68,37)		5 (5,10)		5 (5,10)		21 (21,43)	
	놀이감	59 (60,20)		8 (8,16)		2 (2,04)		29 (29,59)	
	체육(활동)공간	25 (25,51)		6 (6,12)		2 (2,04)		65 (66,33)	
	기타(복도)	0 (0,00)		1 (1,02)		0 (0,00)		97 (98,98)	

1) 복수응답.

관계($r = .242, p = .017, r = .212, p = .036$)가 있는 것으로 나타났다. 실내 공기질 인식도와 태도와의 상관관계 분석결과 물걸레 청소를 하는 태도($r = -.205, p = .043$), 교실/보육실 카펫청소 주기($r = -.381, p < .001$), 놀잇감 영역의 카펫청소 주기($r = -.224, p = .026$)와는 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다(표 7).

4. 보육교사의 실내 공기질 관리 태도와 실내 공기질 측정값과의 관련성

보육교사의 실내 공기질 관리 태도 중 청소방법에 따라

보육시설의 실내 공기질 측정값의 차이가 통계적으로 유의하였는데, 보육시설의 주된 청소방법이 진공청소기라고 응답한 보육교사가 있는 기관이 그렇지 않은 기관보다 PM₁₀ 측정값($t = 2.03, p = .046$)과 CO₂ 측정값($t = 4.96, p < .001$)이 유의하게 낮았으며, 빗자루 청소라고 응답한 보육교사가 있는 기관이 그렇지 않은 기관보다 PM₁₀ 측정값($t = -2.01, p = .047$), CO₂ 측정값($t = -2.53, p = .020$)이 유의하게 높았고, 물걸레 청소라고 응답한 보육교사가 있는 기관이 그렇지 않은 기관보다 PM₁₀ 측정값($t = 2.14, p = .035$), CO₂ 측정값($t = 2.14, p = .035$)이 유의하게 낮았다. 그러나 실내 공기질 관리 태도 중 환기횟수, 공기청정기, 에어컨 필터 청소

<표 6> 보육교사의 일반적 특성에 따른 실내 공기질에 대한 인식도 차이 (N=98)

일반적 특성	공기질 만족도		실내공기오염이 인체에 미치는 영향		실내공기오염 물질 들어본 경험		환기횟수	
	χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p
연령	0.572	.449	0.176	.895	0.147	.701	0.231	.631
학력	0.810	.368	2.330	.127	0.081	.776	0.012	.913
전공	0.256	.613	0.319	.573	4.100	.043	0.313	.576
총경력	0.001	.971	0.058	.811	0.342	.559	0.730	.393
건강상태	3.294	.070	0.053	.817		.382 ¹⁾	0.009	.924
실내공기오염 교육경험	0.290	.590	0.138	.710		.181 ¹⁾	0.062	.803

1) Fisher 검정.

<표 7> 보육교사의 실내 공기질 인식과 태도와의 상관관계 (N=98)

내 용	청소방법			환기 횟수	공기청정기 필터청소	에어컨 필터청소	카펫청소		
	진공 청소기	빗자루	물걸레 청소				교실/ 보육실	놀잇감	체육(활동) 공간
실내공기오염 교육받은 경험	.129	-.018	-.028	-.076	.040	.119	-.281	-.054	.142
실내공기오염물질 들어본 경험	-.102	.066	-.138	-.087	.096	.180	-.170	-.146	-.112
공기청정기필터 청소필요성	-.062	.199*	.046	.046	.429*	-.162	.014	-.082	.071
에어컨필터 청소필요성	.242*	-.028	.212*	-.153	-.041	.068	.014	-.082	.071
실내 공기질 인식도	-.052	.032	-.205*	-.117	-.085	-.117	-.381*	-.224*	-.289

* $p < .05$.

<표 8> 보육교사 실내 공기질 관리 태도에 따른 PM₁₀, CO₂ 측정값의 차이

(N=98)

내 용	PM ₁₀		CO ₂		온도		습도	
	M±SD	t (p)	M±SD	t (p)	M±SD	t (p)	M±SD	t (p)
청소 방법	진공 예	48.05±22.82 2.03	752.1±240.25 4.96	24.36±2.42 4.08	34.37±9.07 0.19			
	청소기 아니오	65.96±17.65 (.046)	1232.9±33.72 (<.001)	26.33±1.09 (.002)	35.03±6.05 (.851)			
빗자루 청소	예	58.38±19.50 -2.01	978.6±414.66 -2.53	24.66±2.20 -0.33	35.35±7.21 -0.52			
	아니오	47.00±23.23 (.047)	737.17±202.54 (.020)	24.46±2.46 (.739)	34.18±9.27 (.601)			
물걸레 청소	예	47.69±21.27 2.14	766.73±258.64 2.14	24.91±1.63 0.57	34.67±9.15 -0.85			
	아니오	63.74±31.88 (.035)	959.9±364.95 (.035)	24.45±2.47 (.570)	32.16±5.55 (.400)			
환기	5회 미만/일	53.50±24.20 -1.20	798.38±286.73 -0.30	24.04±2.24 1.32	33.74±7.82 0.52			
	5회 이상/일	47.40±22.17 (.233)	780.65±271.69 (.767)	24.72±2.46 (.192)	34.74±9.37 (.604)			

주기와 카펫 청소 주기에 따른 실내 공기질 측정값의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(표 8).

고 찰

2003년 다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법이 제정된 이후, 실내 공기질 측정연구가 다양한 대상으로 진행되었으며, 주로 면적이 큰 시설과 공동주택, 지하철역 등의 연구가 많았고, 환경오염에 민감군이며 성장이 계속 진행 중인 학생들을 대상으로 한 연구는 학교시설에 대한 실내 공기질 측정과 교사, 학생들의 인식 연구 등이었다. 본 연구에서 실내 공기질을 측정하기 위해 선택한 PM₁₀은 미세먼지로 크기가 작을수록 호흡 시에 인체에 쉽게 침투할 수 있어 노출 시 눈, 코, 상기도 점막과 호흡기 계통에 영향을 주며, 생리적으로 가역적인 반응이 일어나 계속 노출되면 급성 및 만성적인 질환이 발생하므로(정지원, 2006) 관리가 요구되는 오염물질이며, 그 외에 농도에 따라 인체에 미치는 영향이 크고 집중력 저하, 두통의 원인이 되며 실내의 환기상태를 평가할 수 있는 CO₂ 농도도 함께 측정하였다.

본 연구의 보육시설 실내 공기질 중 PM₁₀ 측정값의 수준은 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법 상 유지기준인 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 한 개 기관을 제외하고 대부분의 보육시설은 기준에 적합한 수준으로 측정되었고, 평균값이 50.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (18.5~112.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)수준으로 이는 선행연구의 평균 PM₁₀ 수준인 70~93.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4~294 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)비해 낮아 양호한 수준이었다(김도형 등, 2006; 손종렬 등, 2006; 장민선, 2009). 또한 싱가포르 어린이집을 측정한 결과 PM_{2.5} 측정값은 20.1~177.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고(Zuraimi et al., 2007), 호주

학교의 PM₁₀ 측정결과인 5.6~340 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Zhang et al., 2006)에 비해 PM₁₀ 측정값은 낮은 양호한 수준이지만 Zuraimi 등(2007)의 연구와 같이 최근 캐나다, 노르웨이는 실내 공기질의 기준 항목에 분진의 직경이 더 작고 인체에 위험성이 큰 PM_{2.5}로 20~100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 관리하고 미국, 핀란드는 PM₁₀ 기준이 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 것에 비추어 보면 낮은 양호한 수준이라고만 평가할 수 없다. 선행연구에서 PM₁₀ 실내에서의 농도는 지역적 특성에 따른 차이가 있고 재실자들의 활동과 측정한 계절에 따라 영향을 받는 측정값으로(김윤신 등, 2003; 서병량 등, 2006), 본 연구는 대부분 거주 지역에 위치해 있는 보육시설로 4, 5월에 측정하였고 일개 반의 미취학 아동 재원수가 초, 중, 고등학교의 정원수 보다 적어 PM₁₀ 측정값이 다른 연구에 비해 낮은 양호한 수준으로 측정된 것으로 사려된다.

그 외, CO₂ 측정값의 수준은 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법 유지기준인 1,000 ppm를 4개 기관(23.5%)만 초과한 대부분은 기준에 적합하였고, CO₂ 평균값은 792.1 ppm, 최소값은 455 ppm이었다. 선행연구에서 CO₂ 평균값은 747~1,180 ppm, 268~3,350 ppm (강정희, 2006; 손종렬 등, 2006; 장민선, 2009; 정창현, 2006)이었고 또한 싱가포르 어린이집의 측정 결과는 CO₂ 평균값은 713 ppm이며 357~3,344 ppm 범위에서 측정한 것과 유사한 수준이었다(Zuraimi et al., 2007).

보육시설 내의 CO₂ 농도는 실내 재실자의 밀도와 밀접한 관련성을 가지고 있는데(정창현, 2006), 본 연구에서 유지기준을 초과한 시설은 재실인원이 다른 보육시설에 비해 많이 있었기 때문인 것으로 사려된다.

보육시설 특성과 실내 공기질 측정값의 통계분석 결과

국공립시설, 공기청정기를 사용하는 시설이 실내 공기질이 양호한 것으로 나타났는데 이는 공기청정기가 실내 공기오염물질 제거와 건강 영향까지 긍정적이라는 선행연구와 동일하게 나타나(김윤신 등, 2004; 이태형 등, 2005), 실내 공기질 개선에 긍정적인 역할을 하는 기기로 보육시설의 의무적인 배치가 요구된다. 또한 실내에서 먼지를 증가시킬 수 있는 카펫이 본 연구에서는 실내 공기질에 영향을 미치지 않았는데, 카펫 사용 시설의 60~68%가 1회/주 간격으로 청소하였기 때문인 것으로 여겨진다.

보육교사가 실내 공기질에 대해 69.4%가 만족하고, 먼지 정도는 20.6%만이 많은 편이라고 인식하였는데, 선행연구에서 성장기 고등학생들은 70% 이상 불만족스럽다고 응답하였고(전석진, 2007), 학교 교실의 공기 상태가 일반 가정의 공기상태보다 좋다고 7.3~13.6%의 교사와 학생이 만족하고, 51.2~82.9%가 교실에 먼지가 많다고 응답한(이상복 등, 2001; 홍은주 등, 2007) 것에 비해 만족감이 높고, 먼지도 많지 않다고 하였는데, 이는 보육시설의 환경이 학교보다는 연면적이나 학생수가 학교에 비해 훨씬 작고 재실 인원도 82.3%가 20명 미만이기 때문인 것으로 생각된다.

실내공기 오염이 인체에 미치는 영향에 대해 보육교사는 68.4%가 영향을 미친다고 답하였는데 이는 학생들의 85.4~92% 이상, 교사의 95.8~97.6%가 실내공기오염이 건강에 나쁜 영향을 주어 성장에 피해를 준다고(이상복 등, 2001; 전석진, 2007; 홍은주 등, 2008)한 것에 비해서는 심각하지 않게 생각하고 있었는데, 이는 보육교사의 실내 공기질 만족도가 선행연구 보다 양호하기 때문인 것으로 보이나, 한편으로는 보육교사의 실내 공기오염에 대한 교육이 부족하여 심각성을 인식하지 못함을 나타내는 것으로도 보인다.

또한 보육교사들은 외부대기오염(57.1%)이 실내공기오염(42.9%)보다 해롭다고 인식하며 건강에 가장 큰 해를 끼치는 오염도 대기오염(41.7%), 실내공기오염(30.4%) 순으로 중요하게 생각하고 있으며, 이러한 결과는 환경부(2008)에서 서울, 6개 광역시 1,000명에게 조사한 '환경보건 국민 인식 조사' 결과에서 외부 대기오염을 5점 만점에 3.87, 실내공기오염 3.74와 유사하였다. 이는 보육교사에게 실내공기오염은 실외와는 달리 실내의 오염원과 실외 오염물질의 유입에 의해 오염될 경우 쉽게 정화되지 않고, 실내에서 생활하는 시간이 하루 중 80% 이상을 차지하여 건강영향을 주게 되므로 환경오염물질 중 실내오염물질과 실내 공기질은 최우선적으로 관리되어야 하는 교육이 필수적임을 설명하는 것이다. 즉 실내 공기질에 관한 교육을 받은 보육교사

는 23.5%에 불과하고 실내 공기질 인식이 일반 국민 보다 나은 수준이 아닌 현실은 향후 보육시설에서 보육 서비스를 받는 미취학 아동의 건강보장을 확신할 수 없으므로 이에 대한 보완책이 필요하겠다.

98.0%의 보육교사는 에어컨, 공기청정기 등 필터의 청소 필요성을 안다고 응답하였고, 1회/주 간격으로 53.3%의 보육교사가 공기청정기 필터 청소를, 44.9%의 보육교사는 에어컨 필터 청소를, 1회/월 간격으로 37.0%의 보육교사가 공기청정기 필터 청소를, 26.5%의 보육교사가 에어컨 필터 청소를 한다고 응답하였다. 98.0%의 보육교사는 환기를 1일 3~4회 보다 그 이상 한다고 하였으며, 42.1%의 보육교사는 주로 진공청소기로 청소를, 41.1%의 보육교사는 물걸레 청소를 한다고 하였다. 보육시설 내의 먼지와 관련 있는 카펫이 교실/보육실에 제일 많이 활용(77.6%)되는 것으로 나타났다. 청소, 세탁이 1회/주 68.4%, 1회/월 5.1% 수준으로 잘 관리되고 있었다.

다중이용시설 대부분은 백화점, 상가, 도서관, 점포, 터미널 등으로 대규모의 많은 인원이 사용하는 장소로 환경관리 책임자가 있어 체계적이고 정기적으로 엄격하게 관리되고 있다. 이에 비해 보육시설은 면적이나 이용인원이 작아 보육교사가 전담하여 환경관리를 하고 있어 보육시설의 실내 공기질 수준은 보육교사의 인식이 매우 중요하다. 보육교사의 실내 공기질 인식은 보육교사 특성에 따른 차이점이 없었으며 실내 공기질 관리 태도와도 통계적으로 유의한 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 보육교사가 실내 공기오염 교육을 받은 경험, 실내 공기오염물질에 대해 들어본 경험이 있는 보육교사의 실내 공기질 관리 태도인 필터 청소 주기, 카펫 청소 주기 등과 상관관계가 없었으며, 공기청정기와 에어컨 필터 청소 필요성을 안다고 응답한 보육교사가 공기청정기, 에어컨 필터 청소 주기가 단축되지는 않아 유의한 상관관계가 없었는데 이는 이미애와 문윤섭(2006)의 연구결과 학교 실내공기질이 좋지 않고, 건강 및 학습에 영향을 미친다고 생각을 하면서도 학교 실내 공기질 관리에는 무관심하거나 소극적인 태도를 보이는 결과와 유사하다.

또한 공기청정기와 에어컨 필터 청소 필요성 인식은 보육시설에서 이용하는 주된 청소방법과는 유의한 상관관계가 있었으나 98.0%인 대다수 보육교사가 필터 청소 필요성의 인식이 있고 과반수의 보육교사가 중복으로 선택한 청소방법이기 때문인 것으로 여겨진다.

보육교사 실내 공기질 인식의 총합(실내 공기오염 교육 받은 경험, 실내 공기오염물질에 대해 들어본 경험, 공기청

정기와 에어컨 필터 청소 필요성 인지)은 보육교사들로 하여금 교실/보육실, 놀이감 영역에 설치되어 있는 카펫 청소 주기를 단축시키는 것으로 나타났다. 전체적으로 보육교사의 실내 공기질 인식이 실내 공기질 관리 태도에 영향을 미치지 않아 보육시설이 환경관리를 위해서는 보육교사가 실내 공기질 관리의 필요성을 인식하고 그에 따라 제대로 정기적으로 할 수 있는 지원체계가 필요하다. 환경부에서 작성한 보육시설을 위한 실내공기질 개선을 위한 매뉴얼대로 보육시설에서 제대로 시행될 수 있도록 보육교사를 위한 교육 프로그램 개발이 요구된다.

보육교사의 실내 공기질 관리 태도와 실내 공기질 측정값과의 관련성을 살펴본 결과 공기청정기와 에어컨 필터 청소 주기와는 유의한 결과가 나타나지 않았으나 보육시설의 주된 청소방법 중 진공청소기와 물걸레 청소 방법으로 청소를 하는 경우 통계적으로 유의하게 미세먼지와 이산화탄소 측정값을 감소시키는 것으로 나타나 실내 공기질 관리 태도는 실내 공기질에 영향을 미치므로 실내공기오염을 줄이기 위한 청소방법, 칠판, 애완동물, 책장 등이 영향을 받으므로 관리가 필요하다는 선행연구와도 일치하여(Zhang et al., 2006; Smedje, & Norbäck, 2001) 다시 한번 관리의 중요성이 확인되었다.

영유아보육법 시행규칙 별표2에 ‘영유아 100인 이상을 보육하는 시설에는 간호사(간호조무사) 1인을 둔다’라는 규정이 있으나 현재 서울시 소재 보육시설 1,385개소 중 100인 이상 시설은 295개소이나 실제로 고용한 시설은 100개소에 불과하여 이는 초·중·고등학교의 보건교사 확충률에 비하면 낮은 수준으로 미취학 아동의 건강이 체계적으로 관리되고 있지 못함을 알 수 있다. 이러한 현실에서는 보육교사의 인식과 태도가 미취학 아동의 건강에 영향을 미치는 중요한 요소라 할 수 있다.

본 연구결과 공기 청정기의 사용과 보육교사의 실내 공기질 관리 태도는 실내 공기질에 매우 중요한 역할을 하고 있는 것으로 나타났다. 건강한 보육환경을 위한 보육교사의 태도를 변화시킬 수 있는 인식이 요구되는데 이는 교육을 통해서 가능할 것으로 기대되므로, 보육교사를 위한 실내 공기질 교육이 뒷받침되고 공기청정기 등 기기의 공급도 확대된다면 보육시설의 실내 공기질은 건강한 환경으로 개선, 유지될 것으로 여겨진다.

본 연구의 제한점으로는, 보육시설의 CO₂ 측정값은 기관별로 2회 측정 후 평균값을 제시하였는데 비해 PM₁₀ 측정값은 검사장비가 한 개로 유속 2~7 mL/min로 8시간 채취해야

하기에 부득이하게 1개 지점에서만 측정된 값으로 추후 연구에서는 보완되어야 하며, 17개 보육시설의 실내 공기질 측정 시 각 기관의 측정환경을 동일한 조건에서 측정하려 하였으나 보육교사의 요청과 보육시설의 스케줄에 따라 재실아동수가 모든 측정지점에서 동일하지 못하여 CO₂ 측정값에 영향을 미칠 수 있었으므로 향후 재실 아동수가 유사한 환경에서 측정하여 기관별로 비교해 볼 필요가 있다.

결론 및 제언

보육시설의 실내 공기질 현황을 파악하여 법적 허용기준과 비교하고 보육교사들의 실내공기질의 만족도, 관심도, 자각증상, 실내공기질 관리방법 그리고 개선의견 등 인식조사를 위하여 서울시 일개 구에 소속된 17개 보육시설, 98명 보육교사로부터 2009년 4월 3일부터 5월 12일까지 자료수집을 하였으며 SAS/WIN 8.2 통계 프로그램을 이용하여 전산처리하여 빈도, 백분율, χ^2 test, t-test, Pearson's correlation, and Spearman rank correlation 을 이용하여 분석하였다.

실내 공기질 측정 결과, 17개 보육시설의 PM₁₀ 평균값은 50.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 다중이용시설 등의 실내공기질관리법 유지기준인 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 16개 기관(94.2%)이 충족하였다. CO₂ 평균값은 792.1 ppm으로 13개 기관 (76.5%)이 유지기준인 1,000 ppm을 충족하였다. 보육시설 특성 중 국립보육시설은 민간보육시설보다 CO₂ 측정값이 통계적으로 유의하게 낮았으며($t=-2.54, p=.013$), 공기청정기를 사용하는 기관의 CO₂ 측정값이 사용하지 않는 기관보다 통계적으로 유의하게 낮았다($t=-6.03, p<.001$).

보육교사의 실내 공기질의 인식조사 결과 69.4%의 보육교사가 실내 공기질에 만족하였고, 57.1%의 보육교사는 외부대기오염이 실내공기오염보다 건강에 해롭다고 인식하고 있었다. 보육교사 중 76.5%가 실내공기오염 교육을 받은 경험이 없었으나, 실내공기오염물질 84.7%는 들어본 경험이 있었고 공기청정기와 에어컨의 필터 청소 필요성은 98.0%가 알고 있었다. 보육교사의 실내 공기질 인식은 관리 태도 중 카펫 청소주기를 단축시켰으며 그 외는 실내 공기질 인식은 실내 공기질 관리 태도와 상관관계가 없었다. 보육교사의 실내 공기질 관리 태도는 보육시설 실내 공기질 측정값에 영향을 미치지 않았으나 청소방법 중 진공청소기의 청소방법과 물걸레 청소방법을 사용한다고 응답한 보육교사가 있는 보육시설의 PM₁₀, CO₂ 측정값이 통계적으로 유의하게 낮았다($t=-2.58, p=.011$).

따라서 보육시설의 PM₁₀, CO₂ 농도는 비교적 양호하였으며 이들 농도는 공기청정기, 국공립기관등의 보육시설 특성과 보육시설의 주된 청소방법 등의 보육교사의 실내 공기질 관리 태도에 의하여 영향을 받는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 강경희 (2006). **실내공간의 공기질 특성에 관한 연구**. 진주산업대 산업대학원, 석사학위논문, 경남.
- 고연정 (2008). **유아교육시설 내 실내공기질 특성 및 위해성 평가에 대한 연구**. 서울시립대학교 도시과학대학원, 석사학위논문, 서울
- 김도형, 이경훈, 김종수, 이재근 (2006). 유아교육시설 내의 실내 공기질에 관한 연구. **한국대기환경학회 학술대회 논문집**, 540-541.
- 김수정, 전정윤 (2004). PC방의 실내공기환경-인간이 느끼는 주관적 공기질과 물리적 공기오염 도의 관련성을 중심으로. **한국생활환경학회지**, 11(1), 21-25.
- 김윤신 (1994). **실내환경과학**. 민음사, 서울.
- 김윤신, 이철민, 문정숙, 김상욱 (2003). 서울·경기지역 초·중·고등학교 교실의 실내공기오염에 관한 연구. **한국학교보건학회지**, 16(1), 81-90.
- 김윤신, 홍승철, 이철민, 이태형, 조정형, 전형진, 김중호, 김영생 (2004). 공기청정기 사용에 따른 실내 오염물질 제거효과에 관한 연구. **한국대기환경학회 학술대회 논문집**, 503-504.
- 김윤신, 홍승철, 김중호, 김중철, 전형진, 이태형, 이철민 (2005). 공기청정기의 일부 실내 공기 오염물질 제거효율에 관한 연구. **한국환경과학회지**, 14(5), 491-497.
- 김인환 (2005). **교실 실내 공기오염에 대한 고등학생의 의식연구**. 연세대 교육대학원, 석사학위논문, 서울.
- 서병량, 정만호, 전준민 (2006). 호남지역의 다중이용시설별 실내공기질 실태조사. **한국환경보건학회지**, 32(5), 387-397.
- 손부순, 양원호 (2006). **실내공기오염**, 신광출판사, 서울.
- 손종렬, 노영만, 손부순 (2006). 국내 일부학교 건축물의 실내공기질 평가. **한국환경보건학회지**, 32(2), 140-148.
- 신동인 (2007). 학교 건축물 실내공기질 측정 및 평가. **충주대학교 논문집**, 42.
- 유승도, 차정훈, 김대선, 이종태 (2007). 미세먼지가 울산지역 초등학교의 폐기능에 미치는 영향. **한국환경보건학회지**, 33(5), 363-371.
- 이미애, 문운섭 (2006). 학교주체들의 학교 실내 공기질에 대한 인식조사. **한국환경과학회 가을학술발표회지**, 15(2), 507-509
- 이상복, 이홍석, 김윤신 (2001). 초중등학교 학생들의 학교환경위생에 대한 인식과 태도에 관한 연구. **한국학교보건학회지**, 14(2), 177-186.
- 장민선 (2009). **보육시설의 실내공기질 현황 및 개선방안에 관한 연구**. 한양대학교 대학원, 석사학위논문, 서울.
- 전석진 (2007). **교육활동에 따른 실내오염도 변화에 관한 연구: 신설 초등학교를 중심으로**. 한국교육대학교 교육정책대학원, 석사학위논문, 청원.
- 정유신 (2005). **공동주택의 실내공기 환경에 대한 재실자들의 주관적 반응조사에 관한 연구**. 동의대학교 대학원, 석사학위논문, 부산.
- 정지원 (2006). **초등학교 교실 내의 실내 공기질 개선 방안에 관한 연구**. 인천대학교 산업대학원, 석사학위논문, 인천.
- 정창현 (2006). **실내 공기질을 고려한 유치원 보육실의 필요 환기량 산정에 관한 연구**. 연세대학교 대학원, 석사학위논문, 서울.
- 홍은주, 김정덕, 전용택, 이치원, 문정숙, 손부순 (2007). 학교 실내 환경의 실내공기질 인식에 관한 연구. **대한위생학회지**, 22(3), 51-64.
- 환경부 (2007). **실내공기질 관리대상 보육시설 100인 이상으로 확대**. 보도자료.
- 환경부 (2008). **국내 첫 환경보건 국민인식 조사결과**. 보도자료.
- Droste, J. H., Wieringa, M. H., Weyler, J. J., Nelson, V. J., Van Bever, H. P., & Vermeire, P. A. (1999). Lung function measures and their relationship to respiratory symptoms in 7- and 8-year-old children. *Pediatric Pulmonology*, 27(4), 260-266.
- Kelly, T. J., Smith, D. L., & Satola, J. (1999). Emission rates of formaldehyde from materials and consumer products found in california homes. *Environ Sci Tech*, 33(1), 81-88
- Kim, S. M., & Kim, H. J. (2005). Comparison of formaldehyde emission from building finishing materials at various temperature in under heating system; ONDOL. *Indoor Air*, 15(5), 317-325
- Lee, H. S., Kang, B. W., Cheong, J. P., & Lee, S. K. (1997). Relationship between indoor and outdoor air quality during the summer season in Korea. *Atmos Environ*, 31(11), 1689-1693
- Peters, A., Dockery, D. W., Heinrich, J., & Wichmann, H. E. (1997). Short-term effects of particulate air pollution on respiratory morbidity in asthmatic children. *Eur Respir J*, 10(4), 872-879
- Smedje, G., & Norabäck, D. (2001). Irritants and allergens at school in relation to furnishings and cleaning. *Indoor Air*, 11(2), 127-133.
- Von, K. S., Wölke, G., Tuch, T., Heinrich, J., Dockery, D. W., Schwartz, J., Kreyling, W. G., Wichmann H. E., & Peters, A. (2002). Increased asthma medication use in association with ambient fine and ultrafine particles. *Eur Respir J*, 20(3), 691-702
- Zhang, G., Spickett, J., Rumchev, K., Lee, A. H., & Stick, S. (2006). Indoor environmental quality in a 'low allergen' school and three standard primary school in Western Australia. *Indoor Air*, 16(1), 74-80
- Zuraimi, M. S., Tham, K. W., Chew, F. T., & Ooi, P. L. (2007). The effect of ventilation strategies of child care centers on indoor air quality and respiratory health of children in Singapore. *Indoor Air*, 17(4), 317-327.