

2C5) 보육시설에서 미생물과 미세먼지의 시간적 및 공간적 오염 특성

The Temporal and Spatial Characteristics in Bioaerosol and PM10 from Daycare Centers

장성기 · 권기동 · 천재영 · 박숙영 · 서수연 · 이우석
국립환경과학원 실내환경과

1. 서 론

보육시설의 실내공기질은 성인에 비해 면역시스템이 약하고 스스로의 방어능력이 부족한 민감·취약 계층인 영·유아에게 직·간접적인 건강 영향을 미칠 수 있음에도 불구하고 이러한 시설에 대한 실내공기질 오염도 평가는 극히 한정적이고 미흡한 실정이다.

선행 연구에서는 주요 실내공기 오염물질에 대한 전반적인 평가는 시도되지 않았으며 지극히 제한적인 연구만이 보고되고 있다(Broms et al., 2006). 따라서 선행연구의 문제점을 보완하고 민감집단인 영·유아의 실내공기 오염물질로 인한 건강영향을 최소화할 수 있는 실내공기질 관리방안 마련을 위해 주요 실내오염물질에 대한 오염도와 오염원인을 평가하는 것이 무엇보다 중요하다.

본 연구에서는 영·유아에게 건강영향을 미칠 수 있는 미생물과 미세먼지에 대한 오염도 실태조사, 계절 및 측정지점에 따라 환경특성조사를 통해 보육시설의 공기질 특성을 평가하였다.

2. 연구 내용 및 방법

2.1 연구내용

본 연구는 서울지역에 위치한 29개 보육시설을 대상으로 미생물과 미세먼지에 대한 오염특성을 조사하였다. 실내공기오염 특성조사는 계절별, 측정지점별로 실시하였다. 계절별 조사는 겨울(2~3월), 봄(4~5월), 여름(7~8월) 및 가을(10~11월)로 구분하여 오염도를 조사하였으며, 측정지점은 영·유아의 활동이 많은 것으로 판단되는 놀이방 1곳 및 식당 또는 로비 1곳 등 총 2지점을 선정하였다.

2.2 시료채취방법

2.1.1 미생물

미생물 시료채취는 MAS-100(Merck) Cascade Impactor를 사용하여 50L/min 유량으로 2.5분간 3가지 배지(TSA, 박테리아; SDA, 진균; MAC, 그람음성박테리아용)를 이용하여 실시하였다. 박테리아 채취용 배지는 35°C incubator에서 48시간 배양한 후 colony를 계수하고 sample volume(m³)으로 환산하여 CFU/m³ 단위로 평가하였다. 곰팡이 채취용 배지는 25°C incubator에서 72시간 배양하였으며, 평가는 박테리아와 동일하게 하였다. 그람음성박테리아채취용 배지는 35°C incubator에서 72시간 배양하였다.

2.1.2 미세먼지

미세먼지는 시료채취용 여지(Pure Quartz Filter, 47mm)가 장착된 Mini-volume Air Sampler를 사용하여 5.0L/min 유량으로 8시간 동안 채취하였다. 채취용 여지는 온도(25 ± 2°C)와 습도(50 ± 2%)가 일정하게 유지된 항온·항습장치(desiccator)에서 48시간 이상 보관한 후 전자미세저울(Electronic Microbalance: Sartorius M2P, Goettingen, Germany)을 이용하여 칭량한 다음 사용하였다. 시료채취 후 여지 홀더에서 여지를 분리하여 항온·항습 장치에서 48시간동안 항량 후에 미리 검·교정(calibration)된 미세저울로 여지의 무게를 칭량하였는데, 한 시료에 대해서 3회 이상 반복 칭량하여 그 평균값을 대표치로 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 실내공기오염도

보육시설에 대한 미생물의 오염도 조사결과, 박테리아의 평균 농도는 $778.3\text{CFU}/\text{m}^3$, 최대값은 $1600\text{CFU}/\text{m}^3$ 으로 나타났다. 곰팡이의 평균 농도는 $381.3\text{CFU}/\text{m}^3$, 최대값은 $1248\text{CFU}/\text{m}^3$ 으로 나타났으며 박테리아 농도가 곰팡이 농도보다 2배 높은 수준이었으며, 그람음성박테리아의 농도는 박테리아 농도의 4.7% 수준으로 나타났다. 박테리아의 실내/실외 농도비는 4.2로 높게 나타났다($p < 0.05$). 이는 박테리아가 영·유아의 활동상태 등의 실내환경요인 영향에 기인하는 것으로 추정되어진다. 또한 곰팡이는 실내/실외 농도가 유사하게 나타났다(I/O ratio=1.3).

미세먼지(PM10)의 년 평균 농도는 $72.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났으며, 최대값은 $197.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났다.

3.2 계절별 실내공기 오염특성

박테리아와 PM10의 계절별 평균 농도는 가을철에 각 $1,009\text{CFU}/\text{m}^3$, $87.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높게 나타났으며, 여름철에도 각 $864.5\text{CFU}/\text{m}^3$, $72.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 높게 나타났다. 또한 겨울철에는 각 $491.4\text{CFU}/\text{m}^3$, $63.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 낮은 농도를 나타내었다. 곰팡이의 계절별 평균농도도 가을철에 $564.2\text{CFU}/\text{m}^3$ 으로 가장 높게 나타났으며, 여름철에도 $482.7\text{CFU}/\text{m}^3$ 으로 높은 수준으로 박테리아와 PM10과 동일한 양상을 보였다. Lee et al.(2002)의 보고에 의하면 거주자 수, 거주자의 활동상태, 열악한 위생상태, 옷의 종류 및 환기율 등의 환경적인 요인이 박테리아의 농도와 관련이 있다고 하였으며, 또한 여름철과 가을철 등 계절적 요인도 박테리아 발생에 많은 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Wanner et al., 1993). 따라서 본 연구에서도 이러한 환경적 및 계절적 원인에 의해 가을철과 여름철에 높은 농도로 나타났을 것으로 판단된다.

3.3 측정지점별 실내공기 오염특성

놀이방과 식당의 비교결과, 박테리아는 놀이방에서 $849.3\text{CFU}/\text{m}^3$, 식당에서 $540.2\text{CFU}/\text{m}^3$ 으로 놀이방에서의 농도가 식당보다 1.6배 높은 수준으로 나타났다($p < 0.05$). 미세먼지(PM10)의 경우, 놀이방에서 $70.5\mu\text{g}/\text{m}^3$, 식당에서 $76.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났다($p > 0.05$).

놀이방과 로비와의 비교결과, 박테리아는 놀이방에서 $904.4\text{CFU}/\text{m}^3$, 로비에서 $750.6\text{CFU}/\text{m}^3$ 으로 놀이방의 농도가 로비보다 1.2배 높은 수준으로 나타났다($p < 0.05$).

영·유아의 주요 생활공간인 놀이방에서 박테리아와 미세먼지(PM10)의 오염도가 식당이나 로비보다 높게 나타났다. 이러한 이유는 영유아의 수, 활동상태, 열악한 위생상태 등 환경적인 요인에 의한 것으로 판단된다.

따라서 놀이방에 대해 주기적인 환기 및 청소 등 철저한 위생관리가 필요하며, 더불어 공기청정기 및 환기시스템 설치도 필요할 것으로 사료되어진다.

참 고 문 헌

- Broms, K., K. Svardsudd, C. Sundelin, and D. Norback (2006) A nationwide study of inoor and outdoor environments in allergen avoidance and conventional daycare centers in Sweden. *Indoor air*, 16, 277-235.
- Lee, S.C., H. Guo, W.M. Li, and L.Y. Chan (2002) Inter-comparison of air pollutant concentration in different indoor environments in Hong Kong. *Atmospheric Environment*, 36, 1929-1940.
- Wanner, H.U. (1993) Sources of pollutants in indoor air. IARC Scientific Publications, 109, 19-30.