

다중이용시설에서의 실내공기중 미생물 분포에 관한 연구

김윤신 · 이은규[†] · 염무종 · 김기영*

한양대학교 환경 및 산업의학연구소, *한양대학교병원 산업보건센터

Distribution and Classification of Indoor Concentration of Microorganisms in Public Buildings

Yoon Shin Kim · Eun Gyu Lee[†] · Moo Jong Yup · Key Young Kim*

Institute of Environmental and Industrial Medicine, Hanyang University

*Center for Occupational Health, Hanyang University Hospital

ABSTRACT

A measurement of indoor microorganism using Reuter Centrifugal Air Sampler(RCS) was undertaken during October 1991 - February 1999 and 6-Stage Cascade Air Sampler was undertaken during May 2001 - June 2001 in Seoul. Sites including book store, department store, theater, subway station, underground shopping center, hospital, office building, sports facility, and educational institution were chosen to measure indoor microorganism.

The results were as follows :

1. The average of total microorganism collected on the agar strip GK-A media were, in the order, subway station, hospital, underground shopping center, department store, book store, theater, sports facility, educational institution, office building in sites. The highest concentration of 711cfu/m³ was found in the subway station and the lowest concentration of 44cfu/m³ was found in office building.
2. The average of staphylococci collected on the agar strip GK-S media, in the order, were subway station, underground shopping center, hospital and department store, department store, theater, office building, sports facility and educational institution in sites. The highest concentration of 502cfu/m³ was found in the subway station and the lowest concentration of 14cfu/m³ was found in sports facility and educational institution.
3. The average of fungus collected on the agar strip GK-HS media, in the order, were underground hospital, shopping center, theater, subway station, department store, book store, sports facility, educational institution, and office building in sites. The highest concentration of 252cfu/m³ was found in the hospital and the lowest concentration of 32cfu/m³ was found in office building.
4. Ratio of Indoor/Outdoor, determined by site was 1.12-2.38 in total count, 1.00-2.35 in staphylococci, and 0.99-1.34 in fungus.
5. The positive results of test were 12-24% in indoor and 9-43% in outdoor.
6. By gram staining gram positive cocci were 59.9%, gram positive bacilli 24.4%, gram negative bacilli 10.4%, and gram negative cocci 0.5%.

Keywords : Microorganism, staphylococci, fungus, Coagulase test

I. 서 론

산업화 시대를 지나 정보화 시대에 이르러 인간의 생활방식 및 거주환경 등에도 많은 변화를 가져오게 되었다. 특히 실내에서의 거주시간이 증가함에 따라

새로운 환경문제가 나타나게 되었다.¹⁾ 실제로 하루 24시간 중에서 약 2/3정도의 시간을 가정, 교통시설 내, 일반사무실 및 실내작업장, 공공건물, 상점, 유흥업소 등의 실내에서 생활하는 현대인에 있어서 실내 환경의 건강영향에 대한 평가가 중요시되고 있다.²⁾ 실내공기오염을 유발하는 주요 오염물질로는 각종 가스상물질(SO_x, NO_x 등), 방사선물질(라돈, 전자파), 먼지(분진), 흡연, 포름알데히드 등과 미생물학적 유해물질들이 있다.

[†]Corresponding author : Institute of Environmental and Industrial Medicine, Hanyang Univ.

Tel : 02-2290-1510, Fax : 02-2299-3915
E-mail : envil10@hanyang.ac.kr

이러한 실내공기 오염물질 중 먼지에는 일정부분 미생물로 구성되었을 것이며, 대부분의 미생물은 공기 중에 오랜 시간 생존하지 못하므로 적당한 서식처로 전파되게 된다. 병원성 세균중에서 특정한 종들(種, Genus) 예를 들어 *Staphylococcus*(포도상구균종), *Streptococcus*(연쇄상 구균종)은 건조한 상태에서도 매우 잘 생존하며 오랜 기간 동안 먼지 속에서 살 수 있을 것으로 여겨진다.¹⁹⁾

한편, 미생물들의 일부는 실내공기 중에 피부과편, 머리카락, 꽃가루, 곤충 등의 위에 붙어서 기생하기도 한다.¹⁸⁾ 먼지 중에 있는 어떤 종류는 살아있는 생물학적 물질로 이루어져 있어서 바이러스나 세균을 포함하고 있으며, 이런 입자들은 알레르기에서부터 심한 경우 사망에 이르게 할 수도 있다.¹⁸⁾

이에 본 연구는 실제 생활과 밀접한 장소인 지하상가, 지하철역, 극장, 사무용건물, 서점, 체육시설, 학원 등 어린 유·소년부터 장년에 이르기까지 많은 사람들이 왕래하거나 이용하는 공중이용시설과 면역억제 상태의 환자들을 다수 수용하고 있어 미생물에 의한 노출영향이 클 것으로 예상되는 병원의 공기에서 각종 미생물의 오염도를 다년간 조사 분석된 자료를 토대로 하여, 실내 환경상태가 건강에 미치는 영향과 적절한 실내 환경유지를 위한 미생물 오염 방지 및 개선방안에 있어 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구기간 및 연구대상

본 연구는 1991년 10월 5일부터 11월 8일까지 대학병원의 실내26개 지점, 실외 1개 지점(현관 앞), 1993년 11월 1일부터 11월 30일까지 그리고 1994년 3월 27일부터 4월 10일까지는 3개서점 6개 지점, 4개 백화점 8개 지점, 3개 극장 6개 지점, 4개 지하철역 1-4호선 각각 8개 지점, 3개 지하상가 6개 지점, 각 지점의 대조지점으로 실외 17개 지점, 1995년 1월 4일부터 2월 28일까지 3개 병원 각각 7개 지점, 3개 병원 실외 각각 1개 지점(현관 앞), 그리고, 1998년 10월 2일부터 1999년 2월 27일까지 사무실, 백화점, 학원, 체육시설의 각각 1개 지점, 2001년 5월 1일부터 6월 30일까지 1개 병원 3개 지점, 실외 1개 지점(현관 앞)을 연구대상으로 하였다.

미생물에 의한 공기오염이 병원감염의 10~20%를 차지하는 병원³⁾과 타 건물에 비해 매장이 복잡적으로 이루어져 실내오염 발생원이 다양하고, 교통 및 사람의 왕래가 많아 도시 중심지에 위치한 백화점은 유

의농도를 확실히 알기 위해 장소를 달리하며 반복 측정되었다.

2. 미생물 채취 및 배양

본 연구에서 사용한 실내 공기 중 미생물 채취법은 관성충돌 포집법(Inertial Impaction sampling Method)을 적용한 미생물 채취기인 Reuter Centrifugal Air Sampler(RCS)를 사용하였으며, 2001년 측정시에는 같은 관성충돌 포집법을 적용한 6-Stage Cascade Air Sampler를 사용하였다.

RCS Air Sample로 측정시 사용한 배지는 RCS Air Sample 전용 배지인 Agar Strip GK-A(Trypic Soy Agar for total colony counts), Agar Strip S(Mannitol-salt Agar for staphylococci), Agar Strip HS(Rose-bengal Agar for yeast & molds)를 사용하였다. RCS Sampler와 배지를 이용하여 각각의 장소에서 40 l/min의 유량으로 4분 동안 총 160 l의 공기를 채취 후 Agar Strip GK-A, Agar Strip GK-S는 24시간동안 1차 그리고 48시간 동안 2차로 37 °C에서 배양시킨 후 1차와 2차의 Agar Strip 위의 군집(Colony) 수를 합하여 공기중 단위 용량당 집락수를 계산하였다. Agar Strip HS는 120 시간동안 25 °C Incubator에서 배양시킨 후, Agar Strip 위의 군집(Colony) 수를 세어 공기중 단위 용량당 집락수를 계산하였다. 공기중 단위 용량당 집락수는 다음과 같이 계산하였다.

$$CFU(\text{Colonies Forming Unit})/m^3 = \frac{\text{Colonies on Agar Strip} \times 25}{\text{Total Sampling Time}(\text{min})}$$

6-stage Air Cascade Sampler로 측정 시 사용한 배지로는 진균의 성장을 억제시키기 위해 Clindamycin 항생제 0.5g/L를 첨가하여 세균집락만을 성장시킬수 있는 Trypic Soy Agar (TSA)와 세균의 성장을 억제시키기 위해 Chloramphenicol 항생제 0.5g/L를 첨가하여 진균집락만을 성장시킬 수 있는 Sabouraud Dextrose Agar(SDA)를 사용하였고, 각각의 장소에서 배지 당 10분동안 28.3 l/min 유량으로 총 283 l 공기를 채취하였다. 포집 완료된 배지를 TSA배지는 37°C에서 SDA는 실온인 25°C에서 각각 72시간동안 Incubator에서 배양시킨 후, 집락(Colony)수를 세어 공기 중 단위 용량당 집락수를 계산하였다. 공기중 단위 용량당 집락수는 다음과 같이 계산하였다.

$$CFU(\text{Colonies Forming Unit})/m^3 = \frac{\text{Total Number of Colonies from all Sample Plates}}{\text{Total Sampling Time}(\text{min})} \times 35.31$$

3. 세균의 동정법

채취된 TSA 배지는 37°C incubator에서 48시간 배양시킨 후, 육안적으로 같은 집락을 새로운 TSA배지에 옮겨 증균 시켜 계대 배양하였다. 증균 후 세균 집락을 그람염색을 하여 우선 형태를 조사하였고, 그 양성구균은 catalase, oxidase, glucose 분해(산화, 발효배지)실험을 실시하여 catalase양성, oxidase음성, bacitracin 내성, glucose 발효능을 갖는 균주를 포도상구균종으로 정하여 다른 그람양성균과 분리하였다. 포도상구균 응고효소시험(Coagulase test) 양성 *Staphylococci*와 비병원성 응고효소 음성포도상구균의 감별 분리목적으로 mannitol 분해능, DNase 생산 및 -용혈소 생산을 비교하였다 (Fig.1).

응고효소 시험은 tube method에 의하여 유리응고소(free coagulase)를 조사하였으며 DNase시험은 Gilardi method에 의하여 실시하였다. -용혈소 생산 시험은 5% 인혈액 평판배지에 희석도말하여 24시간 배양할 때 세균집락 주위가 완전용혈되는 것은 -용혈소 생산균주로 판정하였다.

포도상구균 등의 동정에는 Mannitol agar배지를 그람음성균의 동정에는 Brain geart infusion agar와 MacConkey agar를 사용하였다.

일반 세균용 배지에서 성장한 집락들에 대하여 Gram 염색을 하여 현미경(1000×)으로 본 후 Gram(+) cocci, Gram(-) cocci, Gram(+) bacilli, Gram (-) bacilli으로 구분하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 장소별 전체미생물과 포도상구균, 진균의 분포 특성

Trypic soy agar(Agar strip GK-A)는 그람양성균과 그람음성균뿐만 아니라 진균들도 증균시키는 배지로 장소별 전체미생물의 평균 집락수는 Table 1에서 보는 것과 같이 지하철역, 병원, 지하상가 순으로 높은 분포를 보였고, 사무실건물이 가장 낮은 집락 형성 단위수를 나타내었다.

Rose-bengal Agar (Agar Strip HS)와 Sabouraud Dextrose Agar(SDA)는 주로 진균만을 선택적으로 증균시키는 배지로 Table 2에서 보는 것과 같이 병원, 지하상가, 극장, 지하철역순으로 높은 분포를 나타내었고, 사무용 건물이 가장 낮은 집락 형성 단위수를 나타내었다.

Mannitol-salt Agar (Agar Strip S)는 포도상구균만을 증균시키는 배지로 장소별 평균 집락수는 Table 1에서 보는 것과 같이 지하철역, 지하상가, 백화점과 병원순으로 전체 미생물과 유사하게 높은 분포를 보였고, 체육시설과 학원이 가장 낮은 집락 형성 단위수를 나타내었다.

2. 장소별 실내·외 미생물의 비율

서점, 백화점, 극장, 지하철역, 지하상가, 병원만을 대상으로 실내에서 측정된 평균 집락형성 단위를 실

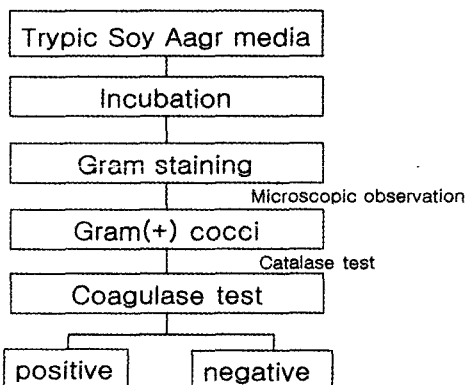


Figure 1. Chart for isolation and identification of Staphylococcus.

Table 1. Average Concentration of Total Airborne Microorganism and Staphylococcus, Determined by Site

(Unit : cfu/m³)

Classification Sampling Sites	No. of samples	Total Airborne Microorganism	Fungus	Staphylococcus
Bookstore	12	324	68	178
Department store	46	325	76	233
Theater	12	262	139	170
Subway station	16	711	122	502
Underground Shopping center	12	450	220	373
Hospital	78	554	252	233
Office building	63	44	32	41
Sports facility	12	206	47	14
Educational institution	12	55	43	14

Table 2. Ratio of Indoor/Outdoor, Determined by Site

(Unit : Ratio)

Classification Sampling Site	No. of samples	Total Airborne Microorganism	Fungus	Staphylococcus
Bookstore	12	1.14	0.99	1.00
Department store	46	1.62	1.11	1.38
Theater	12	1.12	1.09	1.09
Subway station	16	2.38	1.34	2.35
Underground shopping center	12	1.15	1.04	1.33
Hospital	78	1.44	1.21	2.26

외에서 측정된 평균 집락 형성 단위로 나누어 실내·외비 (I/O ratio)를 구한 결과를 Table 2에서 보면 전체 미생물의 경우 지하철역이 가장 높고, 극장이 가장 낮았고, 포도상구균 또한 지하철역이 가장 높고, 서점은 실내외의 비가 같은 값을 나타내어 가장 낮았다. 진균의 경우도 지하철역이 가장 높고, 서점이 가장 낮았다. 지하철역의 실내 전체 미생물수와 포도상구균 그리고 병원의 포도상구균의 집락수가 실외보다 2배 이상 높은 것을 시사하였다. 전체적인 실내·외 비를 보면 실외보다는 실내가 모두 평균 집락 형성수가 높음을 알 수 있었다.

3. 포도상 구균의 Coagulase Test 결과

Coagulase test (포도상구균 응고효소시험)는 병원성인 *Staphylococcus aureus*균을 동정하는 데 이용되는 시험으로 양성이면 *Staphylococcus aureus*균을 나타낸다. Table 4에서 보는 것과 같이 병원실외를 제외하고는 실내·외에서 양성은 9-21%의 비율을 나타내어 비슷한 비율을 나타내었다.

4. 측정연도별 병원내 미생물의 평균농도 현황

Table 4에서와 같이 측정연도별로 미생물의 평균 농도를 비교해 보면 Andersen 6-stage Cascade

Table 3. Result of Coagulase test

(Unit : %)

Classification Sampling Site	No. of samples	Coagulase positive	
		Indoor	Outdoor
Bookstore	12	12	12
Department store	46	18	14
Theater	12	12	9
Subway station	16	24	15
Underground shopping center	12	21	21
Hospital	48	21	43

Table 4. Average Concentration of airborne microbial particles according to sampling years on hospital

(Unit : cfu/m³)

Classification Sampling Date	No. of samples	Total Airborne Microorganism	Fungus	
			Staphylococcus	
1991.10. 5 - 11. 8	27	597	38	291
1995. 1. 4 - 2.28	21	358	49	174
2001. 5. 1 - 6.30	30	706	670	

Air Sampler로 각각 Anti-fungi용 TSA배지와 Anti-bacteria SDA배지를 사용하여 병원실내의 전체미생물농도와 진균농도만을 측정하였던 2001년도 가 다른 연도에 비해 전체미생물농도와 진균농도 모두 높게 나타났다.

5. 병원 내 공기 중 세균의 그람염색성 결과
병원 내 공기 중 채취한 세균을 Incubator에서 배양 후 집락들을 그람염색 실험을 한 결과 Fig. 2에서 보는 것과 같이 평균적으로 비율이 그람양성구균이 가장 높고, 그람음성구균이 가장 낮게 조사되었다.

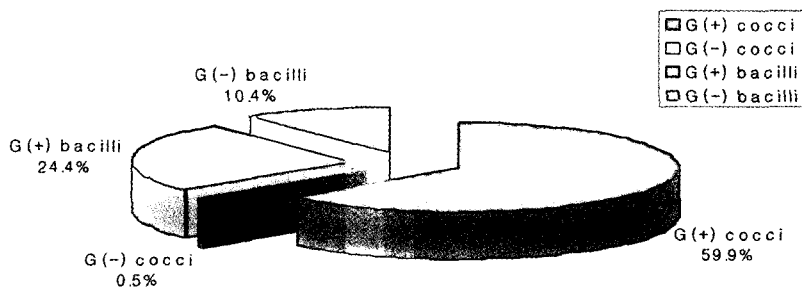


Fig. 2 Result of the gram stain at airborne Bacteria in hospital.

인류의 생활양식이 변화하고, 생활공간이 넓어지면서 우리들은 새롭게 실내 환경중의 미생물에 관한 여러 가지 문제에 직면하게 되었으며, 미생물성 물질들은 직접적으로 사람의 인체에 여러 가지 질병을 유발할 가능성이 더욱 높아지고 있다.

본 연구는 독일의 Biotest사 제품인 공기오염 측정기(RCS Air Sampler)와 Andersen사 제품인 공기오염 측정기(6-Stage Cascade Air Sampler)를 사용하여 실내 일부 공간의 공기중 미생물 오염상태를 조사하였다.

장소별로 전체 미생물의 분포를 조사한 결과 지하철역, 지하상가가 높은 분포를 보여 거주시간이 점차 길어지고 있는 지하생활 공간에서의 미생물 제어의 필요성을 시사하는 것으로 사료된다. 또한 지하철역 구내, 지하상가에는 아직도 환기설비가 충분치 못하고 자연환기에 의한 시설이 많기 때문에 사료된다.¹²⁾ 한국소비자 보호원⁹⁾에서 측정한 백화점 150cfu/m³, 지하철환승역 560cfu/m³, 환승되지 않는 일반 지하철역 220cfu/m³의 값과 비교하면 본 연구에서는 백화점 375cfu/m³, 지하철역 711cfu/m³의 값을 나타내어 더 높은 측정값을 나타냈다.

병원은 평균 집락수가 554cfu/m³를 나타내어, 본 연구와 같은 측정기로 측정한 손등⁴⁾, 한동⁵⁾의 86년 연구와 87년 연구, 박⁶⁾의 중환자실과 중앙로비보다는 낮은 농도였고, 정등³⁾, 조⁷⁾의 중환자실과 신생아실, Groschel²¹⁾, 정⁸⁾의 1000병상과 500병상보다는 높게 측정된 결과를 보여 주었다.

본 연구를 비롯한 병원에서의 결과들은 Reinartz가 공기오염이라고 간주한 수치를 단위 환산한 1766cfu/m³ 값보다는 작지만, 병원 내 미생물에 의한 공기오염이 병원성 감염을 야기할 수 있으므로 병원환경 오염 등에 대한 관리의 병원 환경 위생상 중요한 의의를 가지며 병원내 공기오염에 대한 새로운 측면에서의 병원환경관리가 이루어져야 할 것으로 사료된다.⁵⁾

장소에 따른 포도상구균의 평균농도비교도 지하철역, 지하상가, 백화점과 병원이 높은 분포를 보였다. 특히, 병원성 포도상구균(*pathogenic staphylococci*)은 우리의 환경과 생활에 밀접한 관계를 가짐과 동시에 가장 널리 분포되어 있으므로 문제시되어 오고 있다.¹⁰⁾

병원의 평균 집락수는 233cfu/m³를 나타내어 본 연구와 같은 측정기로 측정한 정³⁾등의 중환자실, 박⁶⁾의 중환자실과 중앙로비보다 낮은 농도를 보였고 흡인포집법으로 측정된 하¹¹⁾의 측정값보다는 높은

농도를 보였다. 이 결과는 포집원리의 차이와 장소간의 차이가 영향을 주었을 것이라 사료된다.

ACGIH에서 허용기준으로 추천하는(Morey, P etal²⁰⁾) 75cfu/m³보다는 지하철역, 지하상가, 병원, 백화점, 서점, 극장에서 더 높은 농도를 보여 이 장소들이 포도상구균에 의한 유해효과가 더 있을 것이라 사료된다.

장소에 따른 진균의 평균농도비교는 병원, 지하상가, 극장, 지하철역순으로 높은 분포를 보였으며, 이것은 진균은 세균과 달리 사람과 관계없이 건물에 증식하는 균이 청소 등의 활동에 의해 공중에 부유하며¹²⁾, 가스나 석유 사용시 발생하는 일산화탄소가스나 건축자재로부터 발산되는 폼알데히드 등 화학물질의 체류, 습도의 상승에 의한 진균의 발생¹²⁾이 반영된 것으로 사료된다.

본 연구와 같은 측정기로 측정된 기존의 병원 내 공기 중 진균농도와 비교하면 박⁶⁾의 중환자실, 중앙로비보다는 낮은 측정값을, 그리고 정등³⁾의 중환자실, 조⁷⁾의 중환자실, 신생아실보다는 더 높은 측정값을 보여 주었다.

또한 흡인포집법으로 측정된 하¹¹⁾의 연구보다는 본 연구에서의 병원농도분포가 더 낮은 측정값을 보여 주었다.

이 결과 또한 측정원리의 차이와 장소간의 차이의 영향, 그리고 청소시간 등이 영향을 보여준다고 사료된다.

전체미생물과 포도상구균의 경우 장소별 차이에서 지하철역이 가장 높았던 것과 달리 진균은 지하철역보다는 지하상가가 높았는데, 그 결과는 앞에서 이야기 한 것과 같이 청소활동에 의한 진균의 공중부유, 일산화탄소, 화학물질의 체류, 습도의 상승에 의한 진균의 발생 등의 환경이 지하철역보다는 지하상가에서 진균의 농도에 영향을 주었다고 사료된다.

실내·외비를 ACGIH에서는 실내 대기중 전체 생균수는 실내의 경우 실외의 1/3 수준을 유지해야 한다고 추천하고 있다(Morey etal²⁰⁾). 이를 기준으로 본 연구의 실내 대기질을 평가해 보면 실외에 대한 실내의 허용 기준에 비해서 모두 초과하고 있을 뿐 아니라, 오히려 실외보다 실내가 더 높게 나타났다.

본 연구에서 Coagulase test 결과, 양성은 선행연구인 박⁶⁾의 P병원에서 39.3%, M병원에서 31.7%, 김¹³⁾의 24.8%, 홍¹⁰⁾ 27.5%보다 낮은 9~21%를 병원실외를 제외한 실내·외에서 나타내었다.

포도상구균에서 생겨나는 균체의 단백질은 배양온도, 시간, 배양배지성분 및 그 균의 희석액 등에 따라

서 균체의 단백질과 그 생화학적 반응작용에 차이를 나타내어 Coagulase 생산능이 억제된다.¹⁴⁾ 따라서, 실제로는 Coagulase 음성인 병원성 균주가 다수 포함되어 있으리라 사료된다.¹³⁾ Coagulase 음성 포도상균이 종래에 비 병원성 균으로 생각되어 왔으므로 임상상 비교적 경시하는 경향으로 깊은 주의를 하지 않았다. 그러나 Coagulase 음성 포도상 균이 감염 증례가 1972년 보고된후,¹⁵⁾ 심장수술후의 폐혈증,¹⁶⁾ 요로 감염증¹⁷⁾의 보고가 있었으며, Coagulase 음성 포도상 균이 임상적으로 문제가 되어 생물학적 성상에 대한 여러 분야의 연구가 진행되고 있다¹⁰⁾.

연도별로 병원내 미생물의 평균농도분포를 조사한 결과 전체미생물과 진균의 경우 2001년 측정값이 가장 높은 분포를 보였다. 이는 다른 측정연도에 사용하였던 RCS Air Sampler가 5 μ m이하의 작은 입자에서 포집효율이 적은 반면 2001년에 사용하였던 포집기 기인 6-Stage Cascade Air Sampler는 0.65 μ m ~ 5 μ m 이상의 입자까지 다양하게 포집할 수 있음이 일부 반영되었으리라 사료된다. 또한, 측정장소가 다른 장소에 비해 공간이 좁고, 창문이 없으며, 환기시설도 없는 병원내 중환자실 복도와 사람의 왕래가 많은 병원의 중앙로비를 집중적으로 연구하였기 때문이라 사료된다. 그리고 전체세균에 있어서 2001년 사용된 배지만 Anti-Fungi용 TSA배지였으므로 일반배지 사용시 더 많은 균수를 측정하였을 가능성을 시사한다.

병원 내 공기 중 세균을 그람염색한 결과는 그람양성구균, 그람양성간균, 그람음성간균, 그람음성구균 순서로 나타나 정등³⁾, 조⁷⁾의 연구와 일치할 하였지만, 박⁶⁾은 그람양성구균, 그람음성간균, 그람양성간균, 그람음성구균 순서로, 흡인포집법으로 측정할 하¹¹⁾는 그람음성간균, 그람양성구균, 그람양성간균, 그람음성간균 순서로 나타났다. 그리고 부산시내 공업지역의 산업체를 낙하균법으로 측정할 강²⁾은 그람양성구균, 그 다음 그람양성간균과 그람음성간균이 같게, 그람음성구균의 순서로 나타나 다소 차이가 있었다. 이는 연구대상 장소가 다르고, 채취한 계절 및 시간적 차이, 기타 여러 환경조건의 차이가 결과에 영향을 주었을 것이라 사료된다.

IV. 결 론

서울시 일부 실내생활공간에서의 공기중 미생물 오염도를 평가하기 위해 1991년- 2001년에 걸쳐 무작위 추출된 지점을 대상으로 측정하였다. 따라서 1991년 10월 ~ 11월에 걸쳐 대학병원의 실내·외에서 조사하였고, 1993년 11월중과 1994년 3월 ~ 4월에 걸쳐 백화점, 극장, 지하철역, 지하상가, 실외를 조사하였다. 또한, 1995년 1월 ~ 2월에 걸쳐 병원을 조사하였고, 1998년 10월 ~ 1999년 2월에 걸쳐 사무실, 백화점, 학원, 체육시설을 조사하였다. 최근에는 2001년 5월 ~ 6월에 걸쳐 병원의 실내·외 미생물의 분포를 조사하여 요약한 결과는 다음과 같다.

1. 전체 미생물 농도는 지하철역, 병원, 지하상가, 백화점, 서점, 극장, 체육시설, 학원, 사무용건물 순서로, 지하철역이 711 cfu/m³로 가장 높고, 사무용건물이 44cfu/m³로 가장 낮은 농도를 보였다. 포도상 균의 농도는 지하철역, 지하상가, 병원과 백화점, 서점, 극장, 사무용건물, 체육시설과 학원 순으로, 지하철역이 502 cfu/m³로 가장 높고, 체육시설과 학원이 14 cfu/m³로 가장 낮은 농도를 보였다. 진균농도는 지하상가, 극장, 지하철역, 백화점, 서점, 체육시설, 병원, 학원, 사무용건물 순으로, 지하상가가 220 cfu/m³로 가장 높고, 사무용건물이 32 cfu/m³로 가장 낮은 농도를 보였다.

2. 장소별 실내·외비 (I/O ratio)는 전체미생물의 경우 1.12~2.38, 포도상구균의 경우 1.00~2.35, 진균의 경우 0.99~1.34를 나타냈고, 지하철역이 전체 미생물에서 2.38, 포도상구균이 2.35, 진균이 1.34로 가장 높았다.

3. Coagulase test(포도상 균 응고효소시험)는 양성 포도상구균과 비병원성 응고효소 음성 포도상 균의 감별목적으로 하는 시험 방법으로 결과는 서점의 실내·외에서 양성이 각각 12%이고, 백화점의 실내에서 양성이 18%, 실외에서 양성이 14%, 극장의 실내에서 양성이 12%, 실외에서 양성이 9%, 지하철역의 실내에서 양성이 24%, 실외에서 양성이 15%, 지하상가의 실내에서 양성이 21%, 실외에서 양성이 21%, 병원의 실내에서 양성이 21%, 실외에서 양성이 43%로 나타났다.

4. 연도별 병원내 공기중 미생물의 평균농도는 최근 2001년에 측정된 농도가 전체미생물의 경우 706cfu/m³, 진균이 670cfu/m³로 다른 연도의 측정농도와 비교하여 높게 나타났다.

5. 병원내 공기 중에 채취한 세균의 Gram Stain 결과는 그람양성구균이 50.9%, 그람양성간균이 24.4%, 그람음성간균이 10.4%, 그람음성구균이 0.5%의 순으로 나타났다.

참고문헌

- 1) 김윤신 : 실내공기오염. 대한의학협회지, 32, 1279-1286, 1989.
- 2) 강경희 : 산업체 작업환경에서 실내공기의 세균오염도에 관한 연구. 고신대학교 보건대학원 석사논문, 15-17, 1996.
- 3) 정낙은, 정세운, 정용호, 김신규, 최태열, 김춘원, 김기홍 : 공기오염 측정기(RCS Air Sampler)를 이용한 병원내 공기오염도 측정에 관한 연구. 대한임상병리학회지, 6(1), 117-123, 1986.
- 4) 손향은, 전경소, 최태열, 김춘원 : 병원 내 공기 오염도 측정(II). 대한임상병리학회지, 12(1), 111-118, 1990.
- 5) 한진영, 남 령, 이은엽, 손한철, 김순호 : 병원환경의 오염상태와 임상 검체에서 분리된 병원균의 관계. 임상병리와 정도관리지, 10(1): 97-98, 1988.
- 6) 박천제 : 병원지하공간내의 공기중 미생물 분포에 관한 연구. 동아대학교 산업대학원 석사 학위 논문, 39-40, 1997.
- 7) 조현중 : 일부종합병원 내 영역별 공기 중 미생물 평가. 가톨릭대학교 의과대학 산업보건대학원 석사논문, 15-16, 1998.
- 8) 정선희 : 일부 병원 실내에서의 공기중 미생물 오염에 관한 연구. 서울대학교 보건대학원 석사논문, 7-17, 1997.
- 9) 한국소비자 보호원 : 가정 내 공기 중 세균 및 곰팡이 오염도 대형 유통점의 2배 이상!. 보도자료, 4-5, 2000.
- 10) 홍영이, 김성광, 김주덕 : 병원 내 공기 중 포도구균의 분리 동정 및 항생제 내성에 관 하여. 최신의 학지, 26(1), 97, 1983.
- 11) 하권철 : 미생물을 이용한 일부병원, 가정 및 일반 대기질의 평가. 서울대학교 보건대학원 석사논문, 10-12, 1991
- 12) 배경숙 : 실내 미생물 제어기술 - 주거환경의 곰팡이 대책. 제 16 회 공기청정기술 세미나, 73, 1999.
- 13) 김성광 : 공기 중에서 분리된 포도구균의 항생제 감수성. 대한미생물학회지. 20(1), 20, 1985.
- 14) Agnew S, Kayslan M. Spink W : Comparative inhibitory effect of penicillin and streptomycin upon the action of staphylococci. Proc. Soc. Expt. Biol. 65, 38, 1947.
- 15) Mahajan VM : Classification of staphylococci isolated from ocular tissue. J. Clin. path., 32, 396, 1972.
- 16) Willits RS, Hare R : The mechanism of cross infection of wounds in hospital by hemolytic streptococci. Can. Med. Asso. J., 45, 479, 1941.
- 17) John JF, Gramling PK and O' Dell NM Species identification of coagulase-negative staphylococci from urinary tract isolates. J. Clin. Microbiol., 8, 435, 1978.
- 18) Macher, J. M., M.W. First : Personal Air Sampler for Measuring Occupational Exposures to Biological Hazards. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 45, 76, 1984.
- 19) Michael T. Madigan, John M. Martinko, Jack Parker : Biology of Analytical Method. Prentice Hall International, 43-51, 1992.
- 20) Morey. P, J. Otten. H. Burge : Airborne Viable Microorganism in office Environments Sampling Protocol and Analytical Procedures. Appl. Ind. Hyg., 1(1), R19, 1986.
- 21) Groschel HDM : Air Sampling in hospitals. Am NY Acad. Sci, 353, 241-254, 1980.
- 22) S.Matthias-Maser, V.Obolkin, T.Khodzer, R. Jaenicke : Seasonal variation of primary biological aerosol particles in the remote continental region of Lake Baikal/Siberia. Atmos. enviro., 34, 3805-3811, 2000.