

일부 병원 실내에서의 공기중 미생물 오염에 관한 연구

서울대학교 보건대학원 환경보건학과 산업보건전공

정 선 회 · 백 남 원

— Abstract —

A Study on Airborne Microorganism in Hospital

Sun Hoi Jung, Nam Won Paik

Department of Environment Health, Graduate School of Public Health, Seoul National University

To assess biological indoor air quality in hospital, concentrations of viable airborne microbes were determined at intensive care unit(ICU), patient room (PR), outpatient waiting room(OPWR) in hospitals of large(1000 beds), middle(500 beds), small(100 beds) hospitals, respectively.

Gram positive bacteria, gram negative bacteria, fungi were sampled using suctional sampling method by RCS sampler (Reuter centrifugal air sampler) and RCS GK-A agar plate. In gram positive bacteria groups, CNS(Coagulase Negative Staphylococcus), Micrococcus, Lactobacillus, S. aureus, Enterococcus, St. viridans identified. In gram negative bacteria groups, A. baumannii, Kl. pneumoniae and E. coli were identified, and Penicillium was identified in fungi groups.

Results of the study were as follows.

1. The highest concentrations of airborne microbes was 971 CFU/m³ at 5:00 PM in small hospital patient room, and average concentrations of airborne microbes in large, middle and small hospitals were 282 CFU/m³, 289 CFU/m³ and 625 CFU/m³, respectively. Average concentrations of airborne microbes in office(control) was 90 CFU/m³. Thus, the small hospital showed the worst condition.

2. Representatives of 8 different genera were identified in 150 samples. The most frequently isolated organisms were Staphylococcus (73.0%), Micrococcus (20.7%) and Lactobacillus (4.7%), respectively. Pathogenic microbes isolated were A. baumannii, E. coli, Enterococcus, Kl. pneumoniae, S. aureus, St. viridans and Penicillium as fungi. In office, no pathogenic microbes were identified. Average concentrations of airborne pathogenic microbes in large, middle and small hospital were 5 CFU/m³ (2%), 11 CFU/m³ (4%) and 12 CFU/m³ (2%), respectively. Thus, condition in a large hospital was better than those in a middle and a small hospital.

Key Words : Biological Indoor Air Quality, Airborne Microbes Concentration,
RCS(Reuter Centrifugal Air Sampler), RCS GK-A Agar Plate, Pathogenic Microbe

I. 서 론

병원의 공기오염에 대한 연구(Hambraeus et al., 1980; Mashall, 1980)는 현재 지속적으로 되고 있으며, 많은 연구에서 병원 오염에 관한 사례를 제시하며 병원의 청정을 유지하기 위한 여러방법을 제시하고자 하는 시도가 있었지만 병원의 특징상 병원 전 영역의 청정도 혹은 오염도를 측정할 수 없고, 다만 개별적인 구역에서의 오염에 관한 연구는 많이 진행(Howorth, 1987)되고 있었다. 본 연구에서는 병원의 전체적인 면에서 실내오염실태를 파악하고자 병원의 각 영역별로 세군대를 선정하여 병원의 오염을 연구하고, 병상수에 의한 병원의 크기와 병원 각 영역의 청정도는 어떤 차이가 있으며, 각 영역의 넓이와 온도 및 습도, 청소상태 등의 요소가 오염도에 어떤 영향을 미치며, 시간대별로 환자와 보호자의 이동이 오염도에 미치는 영향을 고찰해 보고자 하였다.

본 연구에서는 이러한 병원의 오염도를 측정하기 위해, 실내에서 인체에 영향을 미칠 수 있는 여러 유해인자중 미생물학적인 유해인자 특히 감염성세균(Rylander et al., 1984), 곰팡이 (Morring et al., 1983)등을 파악하고자 하였다. 이러한 미생물학적 유해인자에 폭포시 호흡기계통 및 피부계통에 감염성 질환과 과민성 질환이 발생할 수 있다는 보고가 되고 있으며 그 예로는 미생물을 취급하는 실험실(Pike, 1979), 가축농장(Clark et al., 1973; Kang et al., 1989; Kang et al., 1988), 농산물 농장(Palmgren et al., 1983), 고체폐기를 처리장(Lembke et al., 1980), 재활용 공장(Duckett et al., 1980), 폐수처리장(Adams et al., 1970) 등에 종사하는 사람들에 대한 연구조사가 보고되고 있다. 실내공기에 대한 연구와의 비교로 도시의 실외 공기(Mancinelli et al., 1978; Bovallius et al., 1978)에서의 연구 등도 보고되고 있으며 이 연구에서 공기중 생균농도는 공기 오염과 밀접한 연관이 있다는 것을 보여주고 있다.

실내 오염 공기중의 미생물은 먼지, 피부파편, 머리카락 등의 위에 붙어있거나, 스프레이, 재채기 등의 액체포말안에 있거나, 증기의 기화로 단일 개체로 있는 경우(Kang et al., 1988)가 대부분이라고

하며, 이러한 공기중 미생물의 정성 및 정량분석(Lundholm, 1982)과 공기중 미생물 포집에 관한 연구(Burge et al., 1987)가 현재 여러 방면에서 되고 있으며, 중력침강법에 의한 공기중 오염 수준의 측정은 흡인포집에 비해 그 효율이 떨어진다는 보고(Kang et al., 1989)가 되고 있는 바 본 연구에서는 흡인포집만을 이용하여 연구를 시행하였다.

흡인포집은 Glass impinger-30(AGI-30), Anderson 6-stage sieve air sampler (Anderson impactor) (Andersen, 1958), Reuter centrifugal air sampler(RCS sampler)(Macher et al., 1983), Millipore open type membrane filter sampler (Filter sampler) 등의 포집기가 현재 사용되고 있으며 각각은 모두 특유의 장단점을 가지고 있지만, 본 연구에서는 사용하기 간편하고, 자체에 공기흡인기가 있어 별도의 흡인기를 설치할 필요가 없으며, 많은 연구(Macher et al., 1984; Macher et al., 1987; Brachman et al., 1964; Placnta et al., 1982; Zimmerman et al., 1987)에서 좋은 재현성을 보인 Reuter centrifugal air sampler(Kang et al., 1988)와 총세균포집에 사용되는 GK-A 한천배지를 이용하여 대기 중 미생물을 포집한 다음 적절한 조건에서 배양하여 집락(colony)으로 성장시킨 후 이들을 계수하여 공기중 생균 농도를 계산하고 각각을 동정한 후 생균 종류와 분포를 검정하여 공기중 생균농도와 병상수별로 본 병원간의 군분포 차이와 시간의 변화에 따른 균농도의 변화를 알고자 하였으며, 병원의 특이한 오염 상태를 파악하기 위해 병원성균의 유무를 판정하여 그에 관한 이유를 고찰해 보고 기타 실내 오염에 미칠 수 있는 여러 가지 요소를 검정하여 실내 공기 오염에 관한 기준설정 등을 제시하고자 함을 목적으로 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 대 상

본 조사는 1997년 3월 17일부터 4월 9일까지 서울 시내에 위치한 1000병상, 500병상, 100병상대의 종합병원중 각 1개씩을 택하고 각 병원의 중환자실, 병동1실, 환자대기실을 대상으로 평가를 실시하였다.

표본채취는 RCS 포집기를 이용한 흡인포집을 하여 오전 8시, 오전 10시, 오후 1시, 오후 5시 및 오후 8시에 2분간, 바닥에서 90-100cm 상층에서 실시하고 7일 간격으로 각 포집장소에서 각 3회씩 동일한 위치에서 표본을 채취하였다.

표본수는 각 병원당 3장소, 각 장소에서 5회씩 실시하여 각 15개씩 3일 채취로 45개로 하고 병원 전체 표본수는 135개로 하였고, 모빌딩 로비에서 채취한 대조군의 표본수는 15개로 총 표본갯수는 150개로 하였다.

2. 재 료

1) 포집기

RCS 포집기(Reuter centrifugal air sampler, Biotest Diagnostics Co.)를 이용하였다 (Fig. 1 참조).

2) 배지

총 세균용 RCS 포집기 배지 (Fig. 2 참조)로서 GK-A 한천 배지(TSA-Agar strip for total count)를 이용하였다(성분 : Pancreatin digest of Casein 15g, Soy bean peptone 5g, NaCl 5g, KH_2PO_4 3.7g, K_2HPO_4 9.3g, Agar 16g).

3. 방 법

1) 포집

RCS 포집기에 GK-A 한천 배지를 넣고 Macher와 First (1984), Kang과 Frank(1988)가 제안한 방법의 변형법으로 흡인포집하였다. 채취기의 배지교환은 무균장갑을 착용하고 실시하였고, RCS의 포집기의 날개(impeller)는 각 일 사용전에 고압멸균하여 사용하였다.

각 조작에는 40L/min의 유량으로 각 조작당 80L의 공기를 포집하고 포집이 완료된 배지는

RCS 포집기에서 꺼내어 수분의 증발과 이차 오염을 방지하기 위해 배지를 싸서 37℃의 배양기에 넣어서 72시간동안 배양하고 총 형성된 집락을 계수하여 각 배지 장당 C.F.U(Colony Forming Unit)를 측정하고 공기중 농도를 입방미터당 C.F.U로 나타냈다.

2) 일반미생물과 진균류의 동정

배지에서 성장한 집락들은 Lennette et al. (1985), Cappucino와 Sherman(1987), 이삼열과

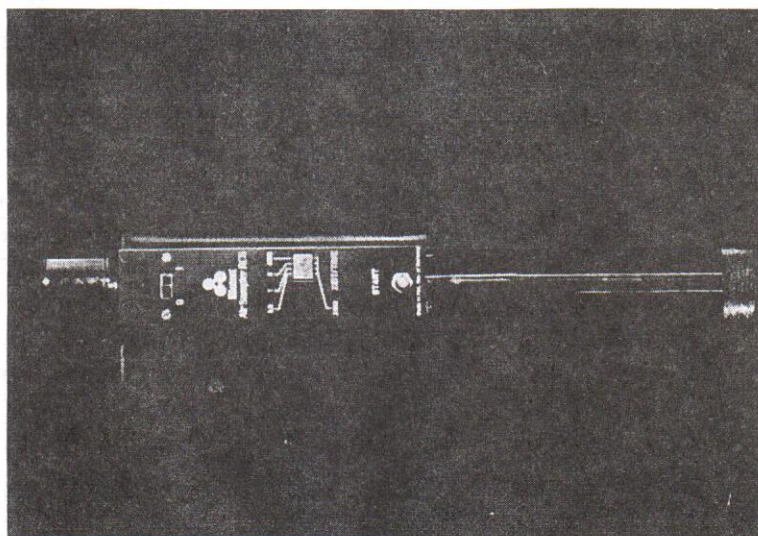


Fig. 1. Reuter Centrifugal Air Sampler (RCS Sampler).

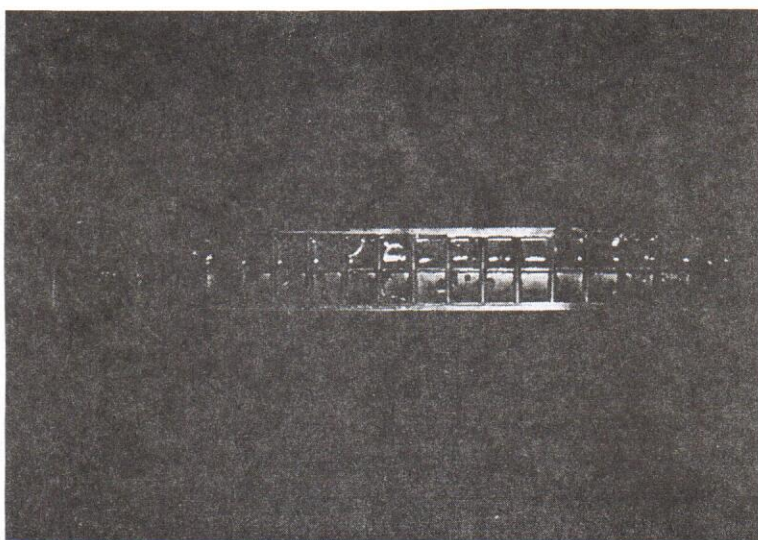


Fig. 2. RCS GK-A Agar Plate.

정윤희(1989)이 제시한 방법으로 동정 실험을 실시하였다.

3) 표본의 통계처리

SAS version 6.11의 통계프로그램을 이용하여 모든 검정의 유의수준을 0.05로 두고 two factor ANOVA test와 single factor ANOVA test, Duncan's multiple range test, Tukey test를 실시하였다.

4) 기타 자료의 수집

각 병원의 청소실태를 파악하기 위하여 병원청소인의 청소유무와 청소시간 및 사용되는 소독제의 종류를 조사하고, 그 외 환자면회시간, 일일환자수 등을 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 공기중 전체 생균 농도

전체 생균 농도는 식(1)과 같이 포집된 공기 시료에서 배양된 집락수를 포집 공기량(m^3)으로 나눈 CFU/m^3 의 값으로 표시하였다.

$$\text{공기중 전체 생균농도}(CFU/m^3) = \frac{\text{plate당 측정된 집락수} \times \text{희석배수}}{\text{포집공기유량}(m^3)} \quad (1)$$

병원별 공기중 평균 생균 농도는 Table 1과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 100병상, 500병상, 1000병상 순으로 각각 $625 CFU/m^3$, $289 CFU/m^3$, $282 CFU/m^3$ 로서 100병상대 병원의 평균 생균 농도가 다른 병상의 병원보다 유의하게 높았다.

Table 2에서 생균 농도에 영향을 미칠 수 있는 요소를 two factor ANOVA test를 사용하여 검정하였을 때 각 병원과 장소별의 생균 농도는 서로 유의한 차이가 있었으며($p < 0.01$), duncan's multiple range test에서 1000병상과 500병상 병원간의 평균 생균 농도는 유의한 차이가 없었지만, 100병상의 생균 농도는 타병상 병원에 비해 유의하게 높았

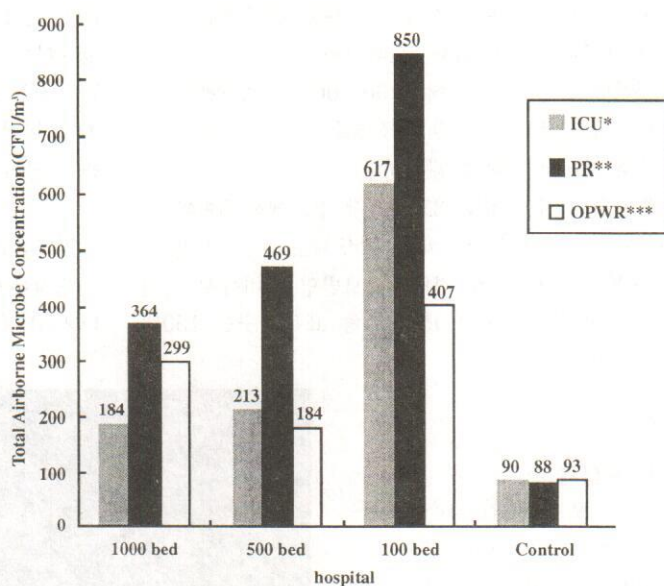


Fig. 3. Average Concentrations of Total Airborne Microbes, determined by Hospitals and Sites.

Table 1. Average Concentrations of Total Airborne Microbes, Determined by Hospitals and Sites.

Sampling Site	Airborne Microbe Concentration (CFU/m^3) by Hospital			
	1000 bed	500 bed	100 bed	Control
ICU*	184	213	617	90
PR**	364	469	850	88
OPWR***	299	184	407	93
Mean	282	289	625	90

ICU* : Intensive Care Unit

PR** : Patient Room

OPWR*** : Out Patient Waiting Room

다. Tukey test의 결과에는 병원과 장소의 상관관계가 있었으며($p < 0.01$), 이는 각 병원내 장소의 오염도가 병원 전체의 오염도에 종속되어 영향을 받고 있다는 것을 의미하므로 병원 전체의 공기 오염 관리의 각 장소별 오염 관리와 밀접한 연관이 있다는 것을 알 수 있다. 병원 전체공기 오염의 영향 요소로는 병원에서 사용되는 공기 순환 장치의 성능과 병원의 지리적 위치 즉 주위의 공기 오염 정도등 병원 공기 환경상의 차이가 우선 중요한 요소가 되었으리라 생각되며, 1000병상과 500병상에 비해 100

Table 2. Airborne Microbes Concentrations, Determined by Hospitals, Sites and Sampling Time.

Sampling Site	Sampling Time	Airborne Microbes Concentration (CFU/m ³) by Hospital			
		1000 bed	500 bed	100 bed	Control
ICU*	8:00	204	216	741	63
	10:00	171	313	666	100
	13:00	213	225	509	100
	18:00	125	116	659	100
	20:00	209	196	509	88
	Submean	184	213	617	90
PR*	8:00	296	396	688	50
	10:00	366	579	884	113
	13:00	296	359	954	100
	18:00	488	300	971	88
	20:00	371	713	754	88
	Submean	364	469	850	88
OPWR***	8:00	313	100	375	88
	10:00	434	359	491	100
	13:00	175	171	404	100
	18:00	346	150	425	100
	20:00	229	138	341	75
	Submean	299	184	407	93
Mean	282	289	625	90	

ICU* : Intensive Care Unit

PR** : Patient Room

OPWR*** : Out Patient Waiting Room

Table 3. Square, Number of Beds of Sites and Other Variables, Determined by Hospitals.

Hospital	Site	Square (m ²)	Bed No.	Space/pt.(m ²)	Cleaning time	Cleaning man	Cleaner	Pt. meeting time	Out pt. No.
1000 bed	ICU	630	12	53	7시, 14시	병원청소인	Rax(200:1), 물, 중성세제	10시, 19시	3000명
	PR	48	6	8	7시, 14시	병원청소인	Rax(200:2), 물, 중성세제		
	OPWR	646			7시	병원청소인	기름걸레, 물		
500 bed	ICU	446	19	24	6시 30분, 14시	병원청소인	Rax(200:1), Cresol(100:1) 물, 중성세제	10, 20	1400명
	PR	36	6	7	7시, 14시	병원청소인	Rax(200:1), Cresol(100:1) 물, 중성세제	10, 20	
	OPWR	162			5시 30분, 1시 20분	병원청소인	기름걸레, 물		
100 bed	ICU	250	13	19	7시, 11시, 12시 30분, 17시 30분, 20시 30분	병원청소인	99% alcohol, 물, 중성세제	12시, 17시, 20시	300명
	PR	40	7	6	6시	보호자	물		
	OPWR	100			7시 이후 수시로	병원청소인	물		

병상의 균농도가 유의하게 높은 이유는 100병상의 병원이 전체적으로 환경상태가 열악함을 나타낸다고 생각된다. 병원의 생균 농도를 평가한 선행 연구인 하권철과 백남원(1991)에 의한 1000병상 모 병원 로비에서의 중력침강법에 의한 생균 평가에서의 결과는 21.5 CFU/plate로 보고되고 있는데 포집 방법의 차이로 인해 본 연구 결과와 직접적인 오염 상태의 비교는 할 수 없었다.

시간대로 세분하여 본 각 병원 포집 장소에서의 생균 농도 결과는 Table 2와 같고 가장 높은 공기중 생균 농도를 나타낸 곳은 100병상의 병실 오후 5시이었으며 대조군에 비해 약 11배로 각각의 농도는 971 CFU/m³, 90 CFU/m³로 나타났으며, 병원별 포집 시간에 의한 각 장소의 생균 농도간에는 유의한 차이가 있었고($p < 0.01$), 모든 포집 시간대의 생균 농도간에는 서로 유의한 차이가 없었지만($p > 0.05$). Table 2에 서와 같이 1000병상 병원인 경우(Fig. 4 참조) 중환자실은 오후 1시, 병실은 오후 5시, 외래환자대기실은 오전 10시, 500병상 병원인 경우(Fig. 5 참조) 중환자실, 외래환자대기실은 오전 10시, 병실은 오후 8시, 100병상 병원인 경우(Fig. 6 참조) 중환자실은 오전 8시, 병실은 오후 5시, 외래환자대기실은 오전 10시에 가장 높은 생균 농도를 나타냈다.

위와 같은 시간대별로 균 농도의 변화가 일어나는 이유를 고찰하기 위해 중환자실은 환자의 면회시간 및 실내 청소시간을, 병실은 환자 1인의 공유면적과 보호자의 동태 및 실내 청소시간을, 마지막으로 환자대기실은 일일 외래 환자수와 청소시간등을 조사하여 Table 3에 나타내었다. 중환자실에서 환자의 면회시간과 청소시간에 의한 생균농도의 변화는 크게 관찰되지 않았으며, 청소시점 및 간격에 특히 영향을 받을 수 있는 곳으로 추정되는 병실은 2회 청소를 실시하는 1000병상과 500병상의 병

실이 중환자실과 비슷한 생균 농도의 증감형을 보이는 반면에, 1회 청소를 실시하고 병원청소인이 아닌 보호자에 의한 청소를 실시하는 100병상 병원의 병실은, 병실만의 요소로 duncan's multiple range test로 검정하였을 시 두 병원에 비해 병실 생균 농도가 유의하게 높게 나타났다. 이로 미루어볼 때 병원의 청소는 병원청소인에 의해 집중적으로 이루어

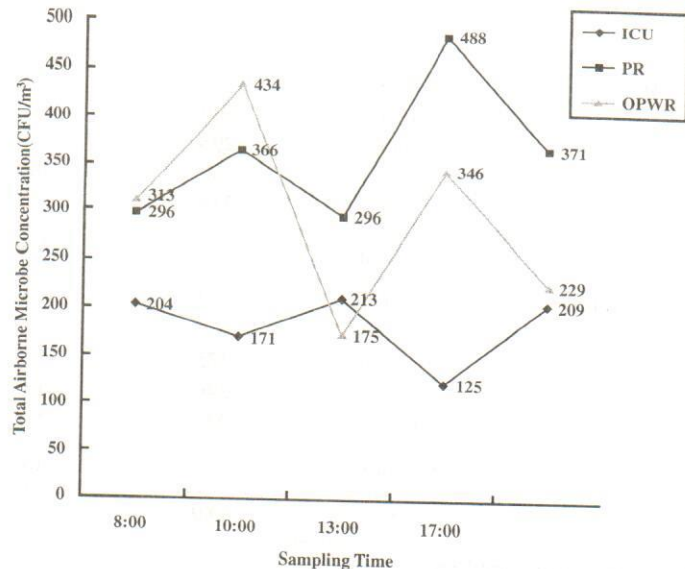


Fig. 4. Average Concentrations of Total Airborne Microbes, Determined by Sites and Sampling Time in 1000 bed Hospital.

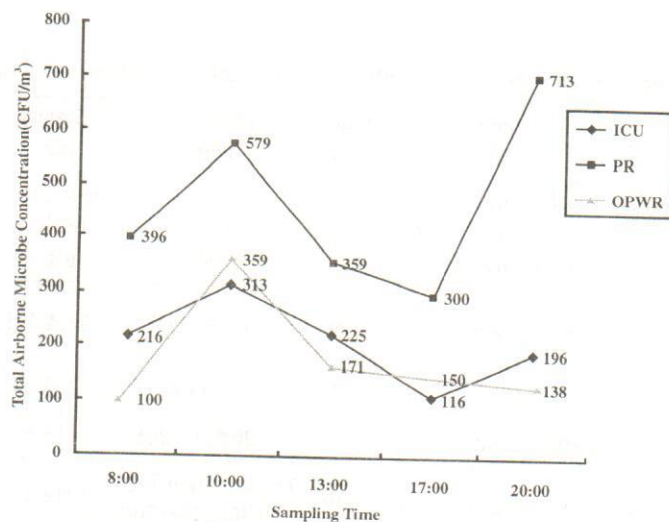


Fig. 5. Average Concentrations of Total Airborne Microbes, Determined by Sites and Sampling Time in 500 bed Hospital.

적야 한다고 생각되어지며, 특히 중환자실 및 병실은 병원의 전체 공기순환에 따르지만 장소 특유의 요소도 생균농도에 영향을 미칠 수 있다고 생각되며, 또한 100병상, 500병상, 1000병상순으로 중환자실 및 병실의 환자1인당의 공유면적이 넓었으므로 이의 차이가 공기오염정도를 변하게 할 수 있는 한 요소로 작용되었을 수 있다고 생각된다. 환자대기실의 공기오염은 일일 외래 환자수와 환자가 많은 시간대에 영향을 받을 수 있다고 생각되어지지만 대개 환자가 가장 많은 오전 10시경의 생균농도가 다른 시간대에 비해 통계학적으로 유의하게 높지는 않았다 ($p>0.05$). 이러한 병원의 각 장소별 생균 농도의 차

이의 원인으로 소독시 사용되는 소독제의 종류도 고려해 볼 수 있으며 이에 대한 깊은 연구가 행하여져야 한다고 생각된다.

2. 동정된 전체 생균과 병원성균

공기중 전체 생균의 종류 및 특징은 Table 4와 같이 8속의 균이 동정되었고, 그람 양성균이 4속 3종, 그람 음성균이 3속 3종, 진균이 1속 동정되었으며, 발현 빈도가 높은 속들의 종류 및 농도와 비율(%)은 *Staphylococcus* 291 CFU/m³, 73.0%, *Micrococcus* 83 CFU/m³, 20.7 %, *Lactobacillus* 19 CFU/m³, 4.6% 이었으며, single fac-

tor ANOVA test에서 각 균의 생균 농도는 유의한 차이가 있었고($p<0.01$), 특히 *Staphylococcus*가 높은 생균 농도를 나타내었다. Man-cinelli (Man-cinelli et al., 1978)의 Millipore Swinnex 47 filter holder를 이용한 도시 공기 포집 미생물 연구결과에서는 *Staphylococcus* 11%, *Micrococcus* 41%, *Bacillus* 8%, *Aerococcus* 8%로 병원 실내와 도시 실외 공기 모두에서 그람양성균이 그람음성균에 비해 많이 발견되었으며 가장 많이 포집된 *Staphylococcus*, *Micrococcus* 등은 카로틴 색소를 가지고 있어 다른 생균보다 빛에 폭로되어도 살 수 있으며 특히 사람과 관련이 많아 인구밀도가 높을수록 많이 포집될 수 있는 종류이다.

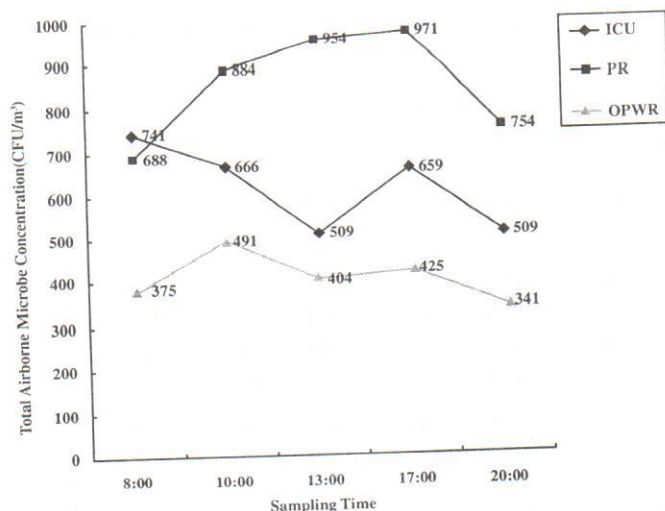


Fig. 6. Average Concentrations of Total Airborne Microbes, Determined by Sites and Sampling Time in 100 bed Hospital.

Table 4. Average Concentrations and Percentage of Occurrence of Each Genus Isolated.

Classification of Microbe	Airborne Microbes Concentration (CFU/m ³) by Hospital				
	1000 bed	500 bed	100 bed	Mean	Control
<i>Staphylococcus</i>	202.6(71.8%)	212.9(73.7%)	457.1(73.2%)	290.8(73.0%)	62.5(69.4%)
<i>Micrococcus</i>	59.7(21.1%)	55.3(19.2%)	132.6(21.2%)	82.5(20.7%)	27.5(30.6%)
<i>Lactobacillus</i>	15.3(5.4%)	13.3(4.6%)	27.1(4.3%)	18.6(4.7%)	
<i>Streptococcus</i>	1.1(0.4%)	1.6(0.6%)	0.3(0.1%)	1.0(0.3%)	
<i>Acinetobacter</i>	3.3(1.2%)	5.0(1.7%)	5.3(0.8%)	4.5(1.1%)	
<i>Ericherichia</i>			1.4(0.2%)	0.5(0.1%)	
<i>Klepsiella</i>			0.6(0.1%)	0.2(0.1%)	
<i>Penicillium</i>	0.3(0.1%)	0.6(0.1%)	0.3(0.1%)	0.4(0.1%)	
Total(%)	282.3(100.0%)	288.7(100.0%)	624.7(100.0%)	398.6(100.0%)	90.0(100.0%)

하권철과 백남원(1991)의 impinger를 이용한 흡인 포집에서 병원의 Staphylococcus의 공기중 생균 농도와 총 생균에 대한 비율은 34.8 CFU/m³, 19%로 조사한 바 있는데 본 연구와는 그 포집방법이 다르며 병원의 장소중 환자의 출입이 적고 외부와 거의 유사한 환경의 장소에서 연구를 실시였기때문에 본 실내 공기 오염의 결과보다 도시 실외 공기의 결과에 더욱 유사한 결과가 도출되었다고 생각되어진다. 병원 소독의 결과로 분변오염지표로 사용되는 그람 음성 간균인 E. coli의 농도는 100병상에서만 생균 농도가 1.4 CFU/m³로 나타났는데, Lembke와 Kniseley (1980)가 비교적 오염이 심한 고체폐

기물 처리장에서 측정한 990 CFU/m³보다는 극히 낮은 농도였지만, 이 결과 또한 1000병상과 500병상 병원에 비해 100병상 병원의 열악한 실내 공기 상태를 나타낸다고 생각된다.

병원의 특징상 포집된 일반미생물 중에서 인체에 기회감염의 가능성이 알려진 병원성균과 가능성이 알려지지 않은 비병원성균으로 나누어(Volk et al., 1980; Robbins et al., 1984) 각각을 비교하여 볼 때, 병원성균은 그람음성균으로 Endotoxin (Clark et al., 1983)으로 작용할 수 있는 A. baumannii, E. coli, Kl. pneumoniae와 그람양성균으로서 심내막염 등의 감염을 일으킬 수 있는 Enterococcus,

Table 5. Average Concentrations of Total Airborne Microbes, Determined by Pathogenic Microbes and Non-pathogenic Microbes.

Sampling Site	Sampling Time	Airborne Microbes Concentration (CFU/m ³) by Hospital							
		1000 bed		500 bed		100 bed		Control	
		NP*	P*	NO*	P*	NO*	P*	NO*	P*
ICU*	8:00	200	4	204	13	734	9	100	0
	10:00	171	0	259	54	650	16	100	0
	13:00	209	4	225	0	469	13	100	0
	17:00	125	0	116	0	650	9	88	0
	20:00	209	0	184	13	475	33	63	0
	Submean	183	2	198	16	601	16	90	0
PR*	8:00	296	0	396	0	646	41	113	0
	10:00	363	4	509	71	875	9	100	0
	13:00	291	4	359	0	950	4	75	0
	17:00	488	0	296	4	963	9	88	0
	20:00	363	9	713	0	750	4	63	0
	Submean	360	3	454	15	837	13	88	0
OPWR***	8:00	313	0	100	0	363	13	88	0
	10:00	400	34	350	9	475	16	100	0
	13:00	163	13	171	0	404	0	100	0
	17:00	346	0	150	0	425	0	100	0
	20:00	225	4	138	0	341	0	75	0
	Submean	289	10	182	2	402	6	93	0
Mean		277	5	278	11	613	12	90	0
Percent(%)		98.3	1.7	96.2	3.8	98.1	1.9	100.0	0.0

ICU* : Intensive Care Unit

PR** : Patient Room

OPWR*** : Out Patient Waiting Room

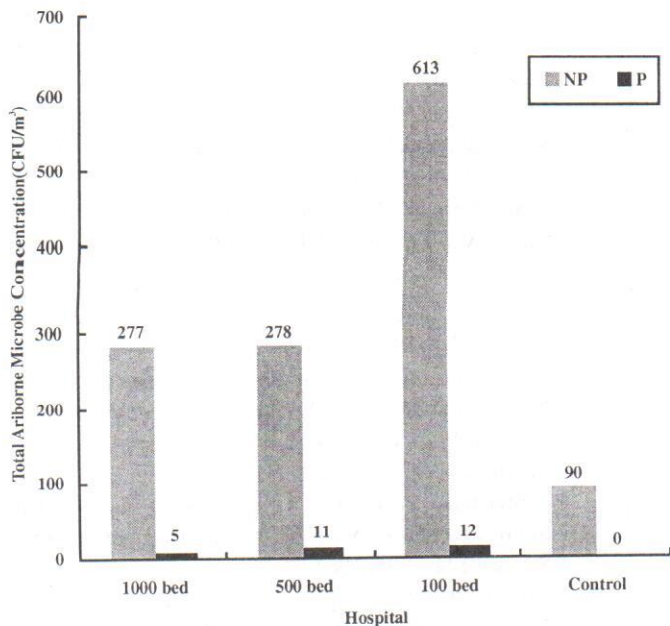


Fig. 7. Average Concentrations of Total Airborne Microbes, Determined by Sites and Sampling Time in 100 bed Hospital.

S. aureus, *St. viridans*, 그리고 allergy의 항원으로 작용할 수 있는 진균(眞菌)인 *Penicillium* 이었다. 각 병원간 병원성균의 농도와 비율은 Table 5와 Fig. 7에서 보는 바와 같이 1000병상, 500병상, 100병상 병원 각각 5 CFU/m³(1.7%), 11 CFU/m³(3.8%), 12 CFU/m³(1.9%) 이었고, 대조군에서는 병원성균이 포집되지 않았으며, 각 병원의 병원성균과 비병원성균의 비율간의 차이는 single factor ANOVA test 결과 유의한 차이가 없었으므로 ($p < 0.01$) 병원성균은 전체 생균 농도에 의존하여 변화한다고 생각된다.

1996년 미국정부산업위생전문가협회의 생물학적 에어로졸 위원회 (ACGIH Bioaerosol Committee) (1996)에 따르면 공기중 생균은 대부분 단일 개체가 아니고, 각 생균에 따른 반응의 개인차가 크고, 단일 방법으로 모든 생균을 포집하여 평가할 수 없으므로 공기중 생균 농도의 TLV는 정할 수 없지만 기회감염의 가능성이 있는 병원성균(Pathogen)의 농도를 감소시키기 위해 노출 관리를 할 필요가 있다고 명시되어 있지만, 본 연구에서의 결과로 볼 때 병원등 특정 미생물 감염 우려 지역에서는 그 오염 수준을 가늠할 수 있는 미생물에 관한 기준이 있어야 한다고 생각되며 그 판단 기준이 되는 포집 방법 및 분석 방

법에 관한 상세내용이 제시되어서 실내 공기의 안전도를 평가할 수 있도록 하여야 할 것이며, 아울러 병원성 미생물의 공기중 오염수준 및 농도에 의해 발생할 수 있는 질병에 대해서도 더욱 많은 연구가 되어야 한다고 생각된다. 또한 Mancinelli(Mancinelli et al., 1978)와 Bovallius (Bovallius et al., 1978)에 따르면 실외 공기중 생균 농도는 온도와 습도에 영향을 받는다고 하였으나, 본 조사는 봄에 시행되어 기온이 약 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 안팎으로 온도 변화가 없었으며, 기간중에 비가 오지않은 관계로 습도에 따른 변화도 크지않아 온도, 습도 변화에 따른 병원 실내 공기 생균의 포집차이를 알 수 없었으므로 이후 이에 대한 연구도 좀 더 시행되어야 한다고 생각된다.

IV. 요약 및 결론

병원의 미생물학적인 실내 공기 질(Indoor Air quality)을 평가하기 위하여 1997년 3월 17일부터 4월 9일까지 서울시내에 위치한 종합병원중 1000병상, 500병상, 100병상대의 병원을 선택하여, 공기중 미생물을 공기 흡인에 의한 포집방법인 RCS 포집기(Reuter centrifugal air sampler)와 배지로 GK-A 한천 배지를 이용하여 포집하고, 공기중 생균의 종류와 농도를 조사하였으며, 병원의 특징상 병원성균의 존재 유무를 평가하고자 동정하였다.

1. 공기중 전체 생균 농도에서 가장 높은 균농도를 나타낸 곳은 100병상의 병실 오후 5시로서 971 CFU/m³이었으며, 병원별 순위는 100병상, 500병상, 1000병상 순으로 각각 625 CFU/m³, 289 CFU/m³, 282 CFU/m³로서 각 병원과 각 장소의 균농도는 서로 차이가 있었으며($p < 0.01$), 1000병상과 500병상 병원간의 평균 균농도는 유의한 차이가 없었지만, 100병상의 균농도는 유의하게 높았다. 병원과 장소간에는 상호관계가 있으므로($p < 0.01$), 각 병원내의 장소는 병원에 종속되어 영향을 받고 있다는 것을 의미하므로 병원전체의 공기오염관리는 각

장소별 오염관리와 밀접한 연관이 있다고 생각되어진다. 병원별 각 장소의 균농도간에는 서로 유의한 차이가 있었으며($p<0.01$), 포집시간대별 균농도 변화는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으므로 장소별로 농도가 결정된다는 것을 알 수 있었다.

2. 공기중 전체 생균은 8속의 균이 동정되었고 그람 양성균이 4속 3종, 그람 음성균이 3종, 진균이 1속 동정되었으며, 발현 빈도가 높은 속들의 종류 및 비율(%)은 *Staphylococcus* 73.0%, *Micrococcus* 20.7%, *Lactobacillus* 4.6%이었으며, 각균의 생균농도는 유의한 차이가 있었고($p<0.01$), 특히 *Staphylococcus*가 높은 농도를 나타내었다. 포집된 미생물을 인체에 기회감염의 가능성이 알려진 병원성균과 가능성이 알려지지 않은 비병원성균으로 나누어 각각을 비교하여 볼 때 병원성균 농도와 비율은 1000병상, 500병상, 100병상 각각 5 CFU/m³ (1.7%), 11 CFU/m³ (3.8%), 12 CFU/m³ (1.9%)이었고, 각 병원의 병원성균과 비병원성균과의 비율은 유의한 차이가 없었으므로, 병원성균 농도의 변화는 전체 균농도의 변화에 의존한다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서의 결과로 볼 때 병원등 특정 미생물 감염 우려 지역에서는 그 오염 수준을 가늠할 수 있는 미생물에 관한 기준이 있어야 한다고 생각되며 그 판단기준이 되는 포집방법 및 분석방법에 관한 상세내용이 제시되어서 실내공기의 안전도를 평가할 수 있도록 하여야 할 것이다.

REFERENCES

- 서울대학교병원 임상병리과 : 면역혈청검사지침서, 서울대학교 병원, 1995.
- 이삼열, 정윤희 : 임상병리검사법 제5판, 연세대학교 출판부, 1989.
- 하권철, 백남원 : 미생물을 이용한 일부 병원, 가정 및 일반대기질의 평가, 한국산업위생학회지 1:1, 1991.
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) : 1995-1996 Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. ACGIH, Cincinnati, Ohio, 1996.
- Adams, A. P., Spendlove, J. C. : Coliform Aerosols Emitted by Sewage Treatment Plants. *Science* 169: 1218, 1970.
- Anderson, A. A. : New Sampler for Collection, Sizing, and Enumeration of Viable Airborne Particles. *J. Bacteriol.* 76: 471-484, 1958.
- Bernstein, R. S., Sorenson, W. G., Garabrant, D., Reaux, C., Treitman, R.D. : Exposures to Respirable, Airborne Penicillium from Contaminated Ventilation System : Clinical, Environmental and Epidemiological Aspects. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 44: 161, 1983.
- Bovallius, A., Bucht, B., Roffey, G., Anas, P. : Three-Year Investigation of the Natural Airborne Bacterial Flora at Four Localities in Sweden. *Appl. Environ. Microbiol.* 35: 5, 847-52, 1978.
- Brachman, P., Ehrlich, R., Eichenwald, H. : Standard Sampler for Assay of Airborne Micro-organisms. *Science* 144: 1295, 1964.
- Burge, H. A., Chatigny, M. A., Feeley, J., Morey, P., Kreiss, K., Otten, J., Peterson, K. : Guidelines for Assessment and Sampling of Saprophytic Bioaerosols in the Indoor Environment. *Appl. Ind. Hyg.* 5: R-10, 1987.
- Cappucino, J. G., Sherman, N. : Microbiology : Laboratory Manuals, The Benjamin / Cummings Publishing Company, Inc., 1987.
- Clark, S., Rylander, R., Larsson, L. : Airborne Bacteria, Endotoxin and Fungi in Dust in Poultry and Swine Confinement Buildings. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 44: 537, 1983.
- Duckett, E. J., Wagner, J., Welker, R., Rogers, B., Usdin, V. : Physical/ Chemical and Microbiological Analyses of Dusts at a Resource Recovery Plant. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 41: 908 - 914, 1980.
- Hambraeus, A., Benediktsdottir, E. : Airborne Non-sporeforming Anaerobic Bacteria. *J. Hyg. Comb.* 84: 181, 1980.
- Howorth, F. H. : Prevention of Airborne Infection in Operating Rooms. *J. med. Eng. Tech.* 11:5, 1987.
- Kang, Y. J., Frank, J. F. : Evaluation of Air Samplers for Recovery of Biological Aerosols in Dairy Processing Plants. *J. Food Protection* 52: 9, 1989.
- Kang, Y.-J., Frank, J. F. : Biological Aerosols : A Review of Airborne Contamination and Its Measurement in Dairy Processing Plants, accepted by Food Protection, Oct. 1988.
- Lembke, L. L., Kniseley, R. N. : Coliforms in Aerosols Generated by Municipal Solid Waste Recovery System. *Appl. Environ. Microbiol.* 40: 888, 1980.
- Lennette, E. H., Balows, A., Hausler, W. J., Shadomy,

- H. J. : Manual of Clinical Microbiology, 4th, ed., American Society for Microbiology, Washington, DC., 1985.
- Lundholm, M. I. : Comparison of Methods for Quantative Determinations of Airborne Bacterias and Evaluation of Total Viable Counts. *Appl. Environ. Microbiol.* 44: 1, 1982.
- Macher, J. M., First, M. W. : Reuter Centrifugal Air Sampler : Measurement of Effective Airflow Rate and Collection Efficiency. *Appl. Environ. Microbiol.* 45: 6, 1983.
- Macher, J. M., First M. W. : Personal Air Samplers for Measuring Occupational Exposures to Biological Hazards. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 45: 76, 1984.
- Macher, J. M., Hansson, H. C. : Personal Size-Separating Impactor for Sampling Microbiological Aerosols. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 48: 652, 1987.
- Mancinelli, R. L., Shulls, W. A. : Airborne Bacteria in An Urban Environment. *Appl. Environ. Microbiol.* 35: 1095, 1978.
- Mashall, E. : Hospitals Harbor a Built-in Disease Source. *Science* 210: 745, 1980.
- Morring, K. L., Soenson, W. G., Attfield, M. D. : Sampling for Airborne Fungi : A Statistical Comparison of Media. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 44: 9, 1983.
- Palmgren, M. S., Lee, L. S., Delucca, A. J., Ciegler, A. : Preliminary Study of Mycoflora and Mycotoxins in Grain Dust from New Orleans Area Grain Elevators. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 44: 7, 1983.
- Pike, R. M. : Laboratory - Associated Infections : Incidence, Fatalities, Causes and Prevention. *A nnj. Rev. Microbiol.* 33: 41, 1979.
- Placnta, A. M., Peeler, J. T., Oxborrow, G. S., Danielson, J. W. : Comparison of Bacterial Recovery by Reuter Centrifugal Air Sampler and Slit-to-Agar Sampler. *Appl. Environ. Microbiol.* 44: 2, 1982.
- Robbins, S. L., Cotran, R. S., Kumar, V. : Pathologic Basis of Disease, 3rd ed., W. B. Saunders Co., Washington, DC., 1984.
- Rylander, R., Haglind, P. : Airborne Endotoxins and Humidifier Disease, *Clinic. Allergy* 14: 109-112, 1984.
- Volk, W. A., Wheeler, M. F. : Basic Microbiology 4th ed., J. B. Lippincott Co., 1980.
- Zimmerman, N. J., Reist, P. C., Turner, A. G. : Comparison of Two Biological Aerosol Sampling Methods. *Appl. Environ. Microbiol. J.* 53: 1, 1987.