

## 다중이용시설 실내공기 중 황색포도상구균 분포 및 유전학적 특성

미생물관리팀, 실내환경팀\*

황광호 · 윤태호 · 김진아 · 최성선 · 김광래\* · 신진호\* · 김일영 · 신기영

### **Genetic Characteristics of *Staphylococcus Aureus* Isolated from Indoor Air in Public Facilities**

*Microbial Control Team, Indoor Environments Team*

**Kwang-ho Hwang, Tae-ho Yoon, Jin-ah Kim, Seong-seon Choi,  
Kwang-rae Kim\*, Jin-ho Shin\*, Il-young Kim and Gi-young Shin**

#### **Abstract**

I Indoor air can be an important medium for a variety of human pathogens. *Staphylococcus aureus* is a major air-borne pathogen that causes skin diseases and food poisoning in humans. An important characteristic of *S. aureus* is its ability to survive in a wide temperature range, dry air, and when exposed to sunlight. We examined 11 strains of *S. aureus* isolated from the indoor air of 396 public facility sites in Seoul, between 2015 and 2016. We found that 3 strains retained enterotoxin type G, 2 strains had type G, I and 6 strains had no enterotoxin. Resistance to benzylpenicillin was the most common(100%) among *S. aureus* isolated from indoor air, whereas resistance rates to oxacillin, erythromycin, and ciprofloxacin were 27.3%, 18.2%, and 9.1% respectively. We used the DiversiLab repetitive PCR-based system to analyze a collection of 19 clinical isolates from humans and 11 isolates from indoor air. Rep-PCR results assigned 3(27.3%) of the 11 strains to cluster with a similarity >95%: there was cluster II consisting of 2 isolates with a similarity >99% and cluster III consisting of 1 isolate with a similarity >96%. The presence of antibiotic-resistant strains and strains genotypically homologous with patient-derived strains was observed. Therefore, careful management of public health is required.

**Key words** : indoor air, air-borne pathogen, *Staphylococcus aureus*, rep-PCR

## 서론

실내공기질은 최근 실내 공간 체류시간이 증가함에 따라 대기질 못지않게 중요하게 인식되고 있다. 도시인의 경우 1일 24시간 중 85% 이상을 실내공간에서 생활한다(1). 또한 덥고 길어진 여름철로 인해 문을 닫고 에어컨을 가동하는 시간이 길어지고 겨울철에는 난방으로 인해 실내공기는 정제되고 순환되지 않아 생물학적 오염물질의 농도는 실외보다 실내가 높은 것으로 보고되고 있다(2). 2016년 현재 실내공기 중 생물학적오염물질의 주요 지표는 총부유세균으로 800 CFU(colony forming unit)/m<sup>3</sup>을 유지기준으로 관리하고 있으나, 감염성세균을 비롯한 특정 미생물에 대한 조사는 이루어지지 않고 있다(3). 미국 연구 자료에 의하면 실내공기 중 에어로졸 형태로 인체에 감염을 일으킬 수 있는 주요 병원체는 표 1과 같다. 표에서 식중독을 유발하는 원인체로는 바이러스에서는 노로바이러스와 로타바이러스, 세균에는 포도상구균, 클로스트리디움 등이 있다(4). 특히 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)은 국내에서도 식중독 주요원인체로 관리하고 있다.

최근 식중독발생현황 자료에 따르면 세균성식중독 중 황색포도상구균은 발생건수로는 병원성대장균, 살모넬라균에 이어 3위이고, 환자발생수로는 병원성대장균 다음으로 많이 발생한 식중독 주요 원인체중의 하나이다(5). 황색포도상구균은 실내공기 중 검출이 보고되고 있으며 비말핵(bioaerosol)이 주요 감염경로 중 하나로 밝혀져 민감계층이 거주하는 시설의 실내공기 중 식중독균 추적조사는 중요한 연구 과제이다(6). 또한 황색포도상구균은 실내뿐만 아니라 자연계에 널리 존재하며 환경에 대한 적응력이 좋고 다른 식중독균에 비해 폭넓은 생존 온도, 건조에 강하여 수주일 동안 건조한 공기 중에서도 견디며(4), 수분이 적은 식품 중에서도 증식과 독소의 분비가 가능하다. 특히, 황색포도상구균이 생산하는 독소인 엔테로톡신(enterotoxin)은 열에 강하여 가열하여도 감소되지 않아 공중보건학적으로 중요한 관리대상이다.

식중독사고의 원인체를 추적조사하기 위해 분리배양법과 PCR, PFGE 등 분자생물학적 기법

을 이용하는데 균종(species level)보다 유전형(genotyping)인 균주(strain level)의 특정 정보는 식중독 원인 조사 등 역학조사시 유용하게 활용된다(7).

**Table 1. Key human pathogens with evidence of aerosol transmission**

Bacteria	Virus
<i>Staphylococcus spp</i>	Enteric
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Norovirus
<i>Legionella pneumophila</i>	Rotavirus
<i>Clostridium difficile</i>	Respiratory
<i>Bacillus anthracis</i>	Hantavirus
	Influenza virus
Fungi	Rhinovirus
<i>Aspergillus spp</i>	Corona viruses
<i>Penicillium spp</i>	Skin
<i>Cladosporium spp</i>	Chickenpox
<i>Stachybotrys chartarum</i>	Measles
	Mumps
	Smallpox

2006년에서 2015년까지 식중독균 정보 DB 시스템 자료에 의하면 식중독원인 규명률은 52%이었고 48%는 원인불명으로 나타났다(5). 이는 역학조사시 의심식품, 물, 조리도구 등 현장에서 수거되는 검체가 매우 제한적이어서 광범위한 조사가 어렵기 때문이다. 특히 실내공기의 세균도 식중독발생의 다양한 원인중의 하나임에도 불구하고 조사가 부족한 실정이다. 그러므로 식품매개감염(foodborne disease) 뿐만 아니라 공기 중 감염(airborne disease) 조사도 식중독 발생 양상에 따라서는 필요하다고 판단된다.

본 연구는 서울시내 어린이집, 의료기관, 노인요양시설, 산후조리원 등 건강민감계층 생활시설의 실내공기 중 총부유세균과 황색포도상구균의 공기 중 분포현황을 파악하였다. 또한 분리된 황색포도상구균을 신속성과 정확성이 검증된 rep-PCR(repetitive sequence-based PCR)을 활용하여 동일연도에 발생한 식중독환자의 인체분변에서 분리하여 보관 중인 황색포도상구균과 유전학적 특성을 비교 조

사함으로써 실내공기 중 황색포도상구균에 의한 식중독 감염 가능성을 조사하여 식중독 예방 및 원인조사의 기초자료를 제공하고 시민건강 증진에 기여하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험대상 다중이용시설 실내공기

서울시내 건강민감계층이 이용하는 다중이용시설 중 보육시설 248개소, 병원 93개소, 산후조리원 36개소, 노인요양원 19개소 등, 총 396개소를 선정하였다. 오염물질 발생원, 기류 등을 고려하여 실내환경을 대표할 수 있는 장소에서 실내공기 중 세균 포집 지점을 선정하여 수행하였다.

### 2. 다중이용시설 실내공기 중 세균 포집

선정된 시설의 실내공기 중 총부유세균 분포조사를 위해 Biocontaminate sampling pump (MASQ2, USA)를 이용하여 실내공기질공정시험법에 따라 지상 1.2 m 높이에서 150 L의 공기시료를 흡입시켜 Tryptic soy agar (TSA, BD, USA) 배지에 시료를 포집한 후 36°C, 24시간 배양하여 집락수를 계산하였다. 황색포도상구균 포집은 Baird-Parker Agar (BPA, BD, USA) 배지를 사용하여 동일한 방법으로 실시하였다. 3회 측정된 산술평균값으로 측정지점의 총부유세균 오염도를 산출하였다(8).

### 3. 황색포도상구균 분리 및 동정

BPA에 배양된 균주 중 전형적인 집락을 선택하여 coagulase test 실시 후 의심 집락을 TSA와 Blood agar에 접종하여 37°C, 24시간 배양하였다. 황색포도상구균 의심균주에 대해 자동화미생물동정장비(Vitek2 compact, BioMerieux, France)를 이용하여 최종 동정하였다.

### 4. 항생제 내성 실험

분리 배양한 황색포도상구균 균주를 Vitek2 compact(BioMerieux, France)를 사용하여 항생

제 내성 검사를 하였다. 실험에 사용된 항생제 농도는 Benzylpenicillin(P) 0.125, 0.25, 1( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Cefoxitin screen(OXSF) 6( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Ciprofloxacin (CIP) 1, 2, 4( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Clindamycin(CM) 0.5, 1, 2( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Erythromycin(E) 0.25, 0.5, 2( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Fusidic Acid(FA) 0.5, 1, 4( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Gentamicin (GM) 8, 16, 64( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Habekacin (HAB) 8, 32, 64( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Inducible Clindamycin Resistance (ICR), CM 0.5, CM/E 0.25/0.5( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Linezolid (LNZ) 0.5, 1, 2( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Mupirocin(MUP) 2, 4 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Nitrofurantoin(FT) 16, 32, 64( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Oxacillin(OX) 0.5, 1, 2( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Quinupristin /Dalfopristin(QDA) 0.25, 0.5, 2( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Rifampicin(RA) 0.25, 0.5, 2( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Teicoplanin (TEC) 1, 4, 8, 16( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Telithromycin (TEL) 0.125, 0.5, 2( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Tetracycline(TE) 0.5, 1, 2( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Trimethoprim/sulfamethoxazole (SXT) 2/38, 8/152, 16/304( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Tigecycline (TGC) 0.25, 0.5, 1( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), Vancomycin(VA) 1, 2, 4, 8, 16( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )이며, 비교 대상 표준 균주는 *Staphylococcus aureus* ATCC 25923을 사용하였다.

### 5. 장독소 확인 및 DNA REP-PCR 분석

황색포도상구균 장독소 확인을 위해 Real time PCR과 *S. aureus* toxin ID detection kit (Kogenebiotech, Korea) 이용하여 장독소 8종 (A, B, C, D, E, G, H, I)의 독소유전자 유무를 확인하고 rep-PCR 실험을 위해 25~20 ng/ $\mu\text{g}$  농도로 조절된 황색포도상구균 균주의 DNA를 Diversilab staphylococcus kit(BioMerieux, France)를 이용하여 rep-PCR 반응을 시켰다. PCR에 사용된 장비는 GeneAmp PCR system 9700(Perkin Elmer, USA)로 반응조건은 초기 denaturation 94°C 2분 반응 후, denaturation 94°C 30초, Annealing 45°C 30초, Extension 70°C, 90초를 1 cycle로 하여 35 cycle 반응시키고 종말 Extension 70°C, 3분간 반응시켰다. rep-PCR 반응 후 DNA LabChip(BioMerieux, France)에 gel-dye mix 9  $\mu\text{l}$  주입한 후 rep-PCR 산물 1  $\mu\text{l}$  넣고 1분간 vortexing 후 agilent

bioanalyzer(Agilent, USA)를 이용하여 분리된 DNA peak를 1,500~4,000 datapoints 사이에서 판독하였다. 환자에서 분리된 황색포도상구균 균주와 유전학적 동질성을 조사하기 위하여 DiversiLab Analysis Tool for Typing Reports 24529를 이용하여 비교 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 실내공기중 총부유세균 오염도 현황

2015년 3월부터 2016년 2월까지 서울시내 보육시설, 의료기관, 노인요양원, 산후조리원 등 민감계층 이용시설 396개소의 실내공기 중 총부유세균수의 평균은 347 CFU/m<sup>3</sup>이었다. 시설별로는 보육시설이 410 CFU/m<sup>3</sup>로 가장 높았고 의료기관이 254 CFU/m<sup>3</sup>, 산후조리원 247 CFU/m<sup>3</sup>, 노인요양원 172 CFU/m<sup>3</sup> 순이었다. 신 등(1)의 2011년부터 2013년 3년치 총부유세균수 조사결과인 보육시설 601 CFU/m<sup>3</sup>, 의료기관 293 CFU/m<sup>3</sup>, 노인요양시설 226 CFU/m<sup>3</sup>, 산후조리원 221 CFU/m<sup>3</sup>보다 산후조리원은 조금 상승하였고 나머지 시설은 낮은 수치를 보였다.

실내공기 중 총부유세균의 농도는 세균이 먼지나 수증기에 부착되어 aerosol형태로 생존하므로 실내 체류인원수, 체류인원의 활동량과 관련이 깊은 것으로 판단된다. 어린이들이 주로 거주하는 보육시설은 단위면적 당 상주인원이 많으며, 언어 사용 횟수가 많고 뛰어다니는 어린이들의 행동 특성상 세균의 오염도가 높은 것으로 생각되며, 나머지 3개 시설군의 상주 인원은 상대적으로 활동량이 적어 실내공기 중 세균오염도가 낮은 것으로 판단된다. 어린이 들은 면역력이 성인에 비해 낮아 실내공기 중 세균에 의한 기회감염 발생 확률이 높기 때문에 환기와 공기소독 등 과학적인 실내공기 관리가 필요하고 무엇보다 보육시설의 관리자와 선생님의 위생관리에 관한 교육이 중요하다고 판단된다. 월별 실내세균 중 총부유세균 농도는 그림 1과 같다. 1년 중 기온이 높아지고 활동량이 많은 6월부터 11월 까지 실내공기 중 총부유세균 농도가 나머지 6개월보다 높은 것으로 나타났다. 연중 가장 높은 달은 11월 이었고 가장 낮은 달은 1월 이었다. 월별 실내공기 중 세균오염도는 기온과 관련이 높은 것으로 판단된다. 연중 평균기온은 2015년 6월부터 20℃ 이상으로 올라가서 8월에 26.3℃로 가장 높고 점차 낮아졌다(9).

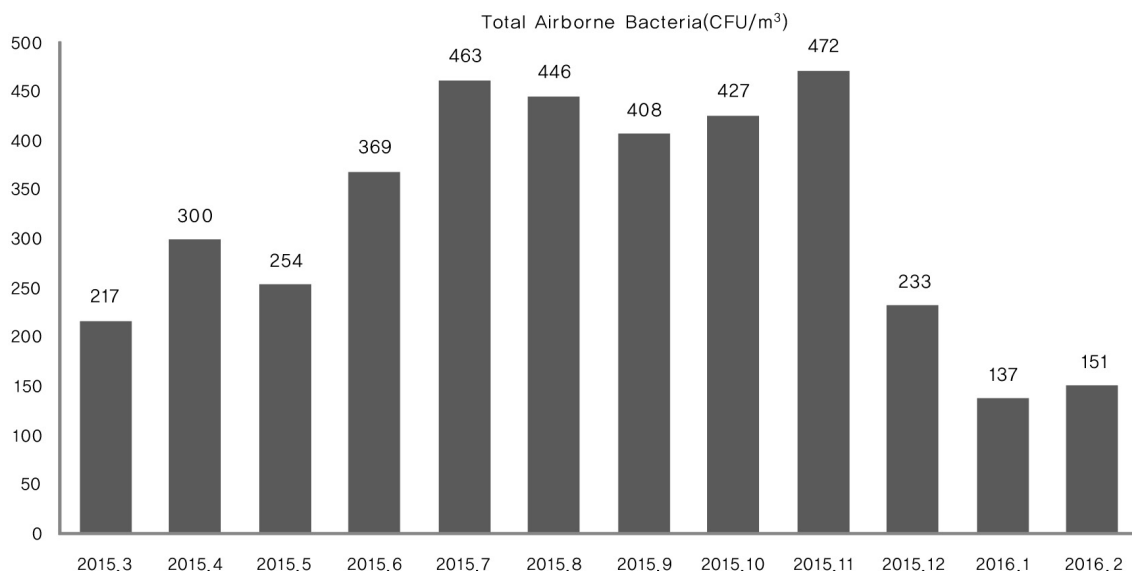


Fig. 1. The average concentration distribution of total airborne bacteria in the public facilities by monthly.

부유세균과 실내온도의 상관관계 연구(10)에 의하면 22℃에서 세균오염도가 가장 높은 것으로 조사 되었다. 11월이 가장 높은 것은 지구 온난화 영향으로 따뜻한 기온이 계속 유지되다가 하순부터 추워지면서 문을 닫고 공조조화설비를 가동하기 시작하면서 공조기 청소미비로 인한 세균오염이 원인으로 생각된다.

## 2. 황색포도상구균 분리 현황 및 독소 유형

서울시내 민감계층이 주로 거주하는 실내공간 396개소의 실내공기에서 식중독 등을 일으키는 황색포도상구균은 11곳(2.75%)에서 검출되었다. 시설별로는 보육시설에서 4주, 의료기관에서 4주, 노인요양원에서 2주, 산후 조리원에서 1주가 분리되었다.

장독소(Enterotoxin)를 가지고 있는 균주는 표 2와 같고 독소를 가지고 있는 균주가 5주이고, 독소가 없는 균주가 6주 이었다. 독소유형은 단일독

**Table 2.** Enterotoxin patterns of *Staphylococcus aureus* isolated in indoor air

Strains	Enterotoxin								
	A	B	C	D	E	G	H	I	
Strain1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Strain2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Strain3	-	-	-	-	-	+	-	+	
Strain4	-	-	-	-	-	+	-	+	
Strain5	-	-	-	-	-	-	-	-	
Strain6	-	-	-	-	-	+	-	-	
Strain7	-	-	-	-	-	-	-	-	
Strain8	-	-	-	-	-	+	-	-	
Strain9	-	-	-	-	-	-	-	-	
Strain10	-	-	-	-	-	-	-	-	
Strain11	-	-	-	-	-	+	-	-	

소 G 독소만 있는 균주가 3주, G, I 2종을 동시에 가지고 있는 균주가 2주였다.

## 3. 항생제 감수성 시험결과

실내공기에서 분리한 황색포도상구균 11균주의 항생제 내성 시험결과는 표 3과 같다. Benzylpenicillin는 11균주 모두 내성을 보였으며 Oxacillin 3주, Erythromycin 2주, Ciprofloxacin 1주에서 내성을 보였다. Benzylpenicillin의 경우

**Table 3.** Antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolated in indoor air

Antimicrobial agents	Antibiotic resistance(%)
Benzylpenicillin	11(100)
Ciprofloxacin	1(9.1)
Clindamycin	-(0.0)
Erythromycin	2(18.2)
Fusidic Acid	-(0.0)
Gentamicin	-(0.0)
Habekacin	-(0.0)
Linezolid	-(0.0)
Mupirocin	-(0.0)
Nitrofurantoin	-(0.0)
Oxacillin	3(27.3)
Quinupristin/Dalfopristin	-(0.0)
Rifampicin	-(0.0)
Teicoplanin	-(0.0)
Telithromycin	-(0.0)
Tetracycline	-(0.0)
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	-(0.0)
Tigecycline	-(0.0)
Vancomycin	-(0.0)

식품에서 분리된 황색포도상구균 내성 연구에서 이 등(11)의 92%, 생선회 및 초밥의 94.7% 내성을 나타낸 것으로 보고 된 것처럼 실내공기에서도 100%의 높은 내성률을 나타내었다(12).

MRSA(Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*)를 유추할 수 있는 Oxacillin 내성 균주도 3주가 검출 되었다. 또한 3종의 항생제에서 다재 내성을 보인 균주가 2주(P-OX-E, P-OX-CIP) 2종의 항생제에서 다재내성을 보인 균주가 2주(P-OX, P-E)였다. 연구를 통해 실내공기 중에 존재하는 황색포도상구균도 항생제내성이 있는 것으로 밝혀져 건강민감계층이 주로 거주하는 다중이용시설의 경우 환기와 소독을 통해 실내공기중 감염성세균의 관리가 보건학적으로 중요한 과제라 생각된다.

#### 4. Rep-PCR 분석결과

실내공기에서 분리한 황색포도상구균 11주와 식중독환자의 대변이나 직장도말에서 분리한 황색포도상구균 보관균주 19주 총 30주의 rep-PCR 분석결과는 그림 2와 같다. 95% 이상의 상동성을 보인 균주를 4개의 Cluster로 구분할 수 있었다. Cluster I 은 key 1~4(4균주)로 실내공기 중 어린이집에서 분리된 균주 2주와 병원, 노인요양원에서 분리된 각각 1주 이었다. Cluster II는 key 5~19(15균주)로 전체 균주의 50%를 차지하는 주요 Cluster였다. strain 12~17(6균주)는 강남구의 한 고등학교에서 발생한 집단식중독사고의 환자에서 분리된 균주였다. 어린이집과 병원 실내공기 중에서 분리된 균주가 각각 1주씩 포함되어 있었다. Cluster III는 key 21~23(3균주)이고 학교 2곳과 청소년수련관 급식시설에서 발생한 환자에서 분리한 균주였고 실내공기에서 분리된 균주는 없었다. Cluster IV는 key 25~27(3균주) strain 27, 30은 산후조리원 급식 식중독환자에서 분리한 균주이고 strain 3은 어린이집 실내공기에서 분리한 균주였다. 실내공기에서 분리된 11균주를 유전학적으로 분석해 보면 4균주가 Cluster I으로 분류되었으며, 3균주가 환자에서 분리된 균주와 같은 Cluster로 분류되었다. 나머지 4균주는

Unique type으로 각각의 특징을 가지고 있었다. 11균주 중 3균주가 95% 이상 환자에서 분리된 균주와 상동성을 가지고 있는 것으로 나타나 실내공기중의 황색포도상구균이 식품오염과 인체 직접 감염 가능성을 확인 할 수 있었다. 그러므로 다중이용시설 실내공기 조사 시 조리시설의 실내공기는 총부유세균 뿐만 아니라 황색포도상구균 등 식중독균의 조사도 필요하다고 생각된다. 또한 대형 식중독사고의 역학조사에서는 실내공기 중 식중독균에 대한 조사도 병행해서 실시되어야 한다고 생각된다.

## 결 론

서울시내 다중이용시설 중 민감계층이 주로 생활하는 보육시설, 의료기관, 노인요양원, 산후조리원 총 396개소의 실내공기 중 총부유세균과 황색포도상구균을 포집하여 배양 실험한 결과 총부유세균의 평균농도는 347 CFU/m<sup>3</sup>이었으며, 시설 중 보육시설(410 CFU/m<sup>3</sup>)이 가장 높았으며, 의료기관(254 CFU/m<sup>3</sup>), 산후조리원(247 CFU/m<sup>3</sup>), 노인요양원(172 CFU/m<sup>3</sup>) 순이었다. 식중독을 일으키는 황색포도상구균은 11주가 분리되었으며 시설별로는 보육시설에서 4주, 병원 4주, 노인요양원 2주, 산후조리원 1주였다. 장독소를 가지고 있는 균주는 5주로 G type이 3주, G and I type이 2주였다. 항생제 중 Benzylpenicillin은 11주 모두 내성이 있는 것으로 나타났으며 Oxacillin은 3주, Erythromycin 2주, Ciprofloxacin 1주 가 내성이 있는 것으로 나타나 실내공기에서 분리된 황색포도상구균도 항생제에 내성이 있는 것으로 나타났다. 환자유래 황색포도상구균과 유전학적으로 조사한 결과 3주가 95% 이상의 높은 유사도를 나타내었다. 건강민감계층이 주로 거주하는 시설에도 식중독과 감염의 원인균인 황색포도상구균이 검출되고 있으며 항생제에 내성을 나타내고 환자유래균과 유전학적으로 상동성이 높은 균주가 있는 것으로 조사되어 보건학적으로 관리가 요구된다. 아울러 식중독사고의 원인조사 시 필요에 따라서는 실내공기중 미생물검사도 필요하다고 판단되었다.

Diversilab v3.6  
 PC  
 #48

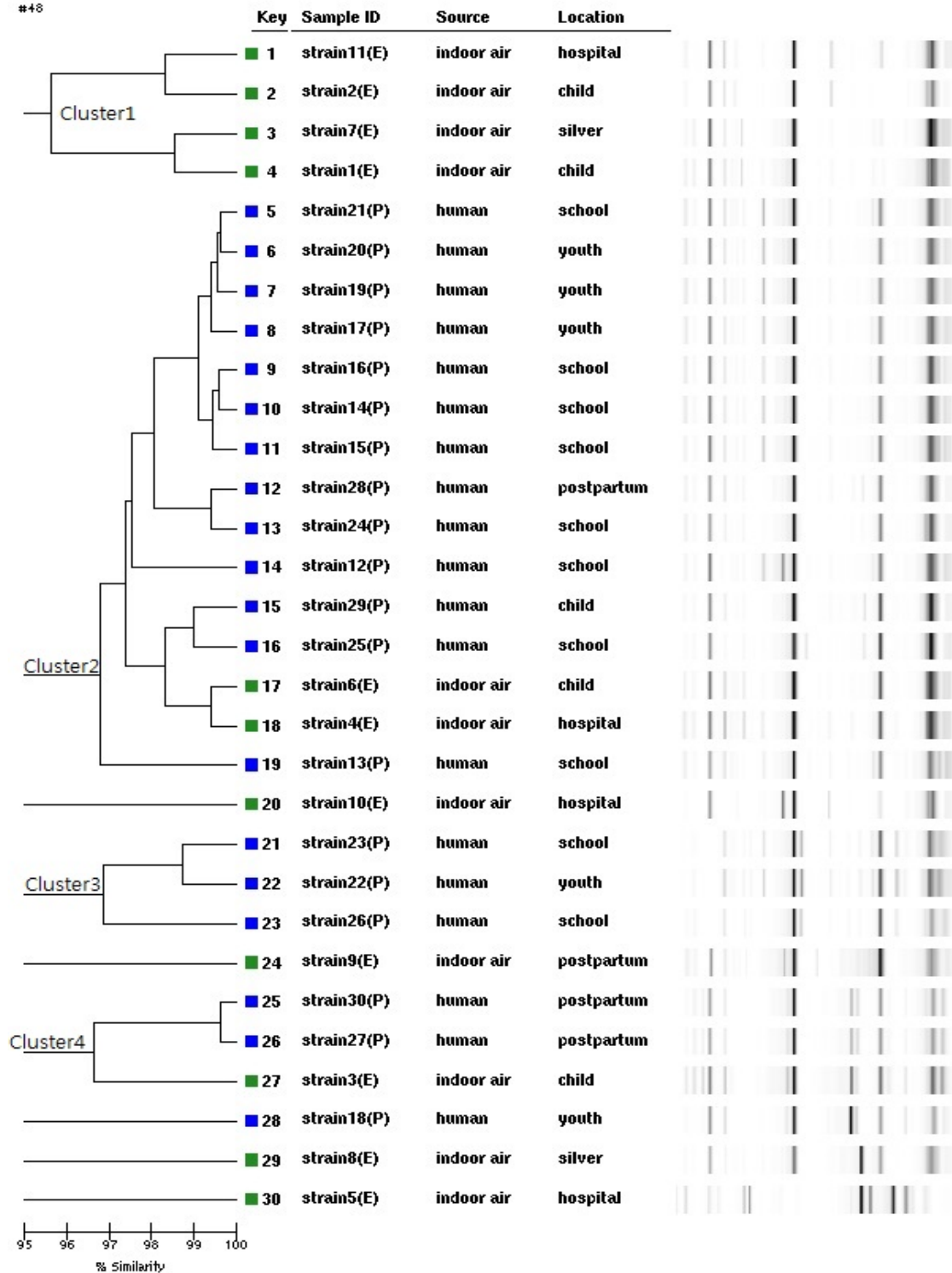


Fig. 2. Rep-PCR generated dendrogram of 30 *S.aureus* isolated in indoor air and human.

## 참고문헌

1. 신진호, 김현수, 노방식, 김영호, 유득현, 권승미, 어수미, 정권 : 서울시 소재 다중이용시설 실내공기 현황 및 특성, 한국실내환경학회 학술대회, 2014.
2. 전병학, 황인영 : 다중이용시설의 실내공기 중 총부유세균 농도와 종류, 한국산학기술학회논문집, 16(1):868~876, 2015.
3. 환경부 : 실내공기질관리법 시행규칙, 2016.
4. M. Khalid Ijaz, Bahram Zargar, Kathryn E. Wright, Joseph R. Rubino, Syed A. Sattar : Generic aspects of the airborne spread of human pathogens indoors and emerging air decontamination technologies, American Journal of Infection Control, 44(9):109~120, 2016.
5. [http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/foodPoisoningStat.do?menu\\_no=519&menu\\_grp=MENU\\_GRP02](http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/foodPoisoningStat.do?menu_no=519&menu_grp=MENU_GRP02).
6. Eun Hae Huh, Da An Heo and Kyong Whan Moon : Bioaerosols in indoor air of residential apartments, The Korean Society of Environmental Health, Poster Session, 2012.
7. 식품의약품안전처 : 식중독원인조사시험법, 2016.
8. 환경부 : 실내공기질공정시험기준, 2010.
9. 기상청 기후자료 : [http://www.kma.go.kr/weather/climate/past\\_table.jsp?stn=108&yy=2015&obs=07&x=17&y=10](http://www.kma.go.kr/weather/climate/past_table.jsp?stn=108&yy=2015&obs=07&x=17&y=10)
10. Jin-Young Park, Samuel Kim, Jung-Ki Yun : The Study of Relationship on Bio-Aerosol with Indoor Temperature Difference, The Society of Air-conditioning and Refrigerating Engineers of Korea Summer Annual Conference, p.737~741, 2008.
11. Joo young Lee, Hae Jin Wang, Dong Bin Shin and Yong Sun Cho : Antibiotic Resistance Bacterial Biofilm Formation by *Staphylococcus aureus* Strains Isolated from Various Food, Korean J. Microbiol Biotechnol, 41(1):96~104, 2013.
12. 이주영 : 국내 생선회 및 초밥에서 분리한 황색포도상구균의 특성, 성균관대학교 석사학위논문 p.21, 2011.