

에어컨내 세균의 분리, 동정 및 위생

홍성갑¹ · 정용태² · 천경호³ · 백순영^{1*}

¹가톨릭대학교 의과대학 미생물학교실, ²단국대학교 첨단과학대학 미생물학과, ³주식회사 센추리

본 연구에서는 에어컨 내에서 서식하는 세균을 분리하여 동정하였고 이들 에어컨에 대한 위생 관리에 대하여 조사하였다. 20개의 에어컨 냉각기에서 8종의 세균이 분리, 동정되었는데 그것들은 가장 많이 분리 동정된 *Pantoea* sp.를 비롯하여 *Bacillus circulans*, *Bacillus pumilus*, *Corynebacterium*, *Flavimonas oryzihabitans*, *Ochrobacterium anthropi*, *Micrococcus* sp., non fermented bacilli (NFB)이었다. 한편 에어컨 사용자 1,322명을 대상으로 에어컨의 위생관리 상태에 대하여 조사하였는데 설문자의 1,138명(86%)이 에어컨 사용시 환기를 하는 것으로 나타났다. 에어컨 청소에 있어서 1,128명(85%)이 청소를 하는 것으로 나타났지만 에어컨의 오염원들이 되는 에어컨의 필터 청소는 864명(66%)이 하지 않는 것으로 나타났고 에어컨의 열교환기는 1089명(82%)이 하지 않는 것으로 나타났다. 이런 결과로 상기에서 언급된 세균들과 같은 에어컨 오염원이 증가하면 호흡기 질환과 같은 인간의 질병을 초래할 수 있다는 것을 알 수 있었고 따라서 에어컨 사용시 에어컨의 오염원제거와 위생관리는 에어컨내 세균으로부터 발생하는 인간의 질병을 예방할 수 있을 것이다.

Key words □ air conditioner, hygiene, identification

일반 가정의 공기 중 세균, 곰팡이 오염 수준이 심각한 것으로 조사되었다. 2000년 9월26일 한국소비자보호원이 지난 4월부터 8월까지 일반주택, 백화점, 지하철역, 상가 등 45개 장소를 대상으로 실시한 '공기 중 미생물 오염 검사' 결과에 따르면 일반 가정의 세균, 곰팡이 오염도가 백화점보다 최고 3배 가까이 높았다. 또 일부 대형 유통매장과 환승역에서는 기관지 질환 등을 일으키는 폐니실톱균 등 기회감염균도 발견되었다. 조사 결과 일반 가정의 평균 세균 수는 m³당 420 cfu (colony forming unit: 집락형성 단위)로 이는 백화점 및 대형 유통매장의 3배에 이르는 수치이며 일반 지하철역의 평균치인 220 cfu/m³ 보다 더도 2배 가량 많은 수치이다. 평균 곰팡이 수도 130 cfu/m³로 백화점보다 3배 정도 높았다. 이번 조사 대상에 포함된 일반 주택은 대부분 25평 정도의 중산층이 거주하는 아파트로 서민 주택은 더 심각할 것으로 예측되었다.

상기와 같이 이러한 환경 속에서 여름철에 장시간 동안 에어컨을 가동하고, 밀폐된 공간 속에서 오랜 시간 동안 생활을 하다 보면 여러 가지 유형의 증상 때문에 치료를 받기 위해 병원을 많이 찾게 되는 것을 볼 수 있다. 이러한 증상에는 호흡기질환, 냉방병, 피부염 질환, 세균성 질환 등이 있고 이러한 증상은 특히 여름철에 두드러지게 나타나고 있으며 특히 노약자, 임산부, 유아기 등의 면역성이 약한 사람들에게는 자주 나타난다. 이런 증상 상태를 지속적으로 유지한다면, 생명에도 매우 큰 지장을 초래할 수가 있다는 것을 알아야 할 것이다. 그러면, 이러한 여

름철의 각종 증상이 일어나는 주요원인은 무엇일까? 그 감염경로를 살펴보면, 여름철 세균의 주요서식처가 되는 에어컨 내의 세균오염의 심각성을 주요한 이유로 볼 수 있다. 에어컨 속에는 세균이 살기 좋은 적당한 습도와 온도를 유지 시켜 주므로 세균의 서식과 번식을 용이하게 해 준다. 외국의 경우에는 에어컨에서 발생하는 오염에 관한 여러 보고가 있었는데 *Serratia marcescens*(11, 18), *Acinetobacter* sp.(14)과 같은 세균의 오염에 대한 보고가 있었으며 varicella-zoster virus(1, 9, 19)와 같은 바이러스의 오염, 곰팡이의 오염(3, 12), 폐렴유발(13, 2) 등 이었다 그러나 국내에서는 에어컨에 의한 미생물 오염에 대한 보고는 거의 전무한 형편이다.

본 연구는 에어컨을 가장 많이 사용하는 6월초~8월 말까지 국내 가정에서 사용하는 에어컨을 대상으로 에어컨 내의 세균을 채취하여 세균을 동정하고 에어컨을 사용하는 1,322 명과 개별면담을 통한 설문조사에 의하여 에어컨의 위생관리 상태를 조사하고자 한다.

재료 및 방법

에어컨내 세균 채집방법

에어컨내의 균을 채취하기 위한 채취용 멸균 브러쉬와 멸균 처리한 생리 식염수(4 ml)를 담은 용기를 준비한다(Fig. 1). 에어컨 내의 냉각기 핀 사이의 먼지를 멸균 처리된 생리 식염수로 적신 후 멸균 브러쉬로 냉각기 핀의 결 방향으로 3~4회 상하로 문질러 브러쉬를 용기에 담는다.

검출된 미생물들의 동정

본 연구에서 분리한 세균들은 세균 동정 방법(4, 7, 8)과 API

*To whom correspondence should be addressed.
Tel: 82-2-590-1217, Fax: 82-2-535-6473
E-mail: paik@cmc.cuk.ac.kr



Fig. 1. Sampling tools, which consist of autoclaved brush and tube containing 4 ml of 0.75 % saline, that were prepared for detection of microorganisms from coolers of air conditioners.

System (bioMerieux, France)을 사용하여 결정하였다. Gram 반응과 세포 형태는 Gram 염색(16)에 의하여 재료를 가열, 고정시켜 관찰하였다. 즉 세균배양액을 슬라이드 위에서 열로 고정시키고 crystal violet를 1분간 염색한 뒤 매염제인 iodine으로 3분간 반응시키고 알코올로 30초간 탈색시킨 다음 safranin으로 1-2분간 염색한다. Trypticase soy broth 배양은 tryptone 17.0 g, soytone 3.0 g, dextrose 2.5 g, sodium chloride 5 g, dipotassium phosphate 2.5 g, final volume 1L(pH 7.3)의 조성으로 광범위한 미생물 배양을 위한 영양배지로서 채집된 sample을 증균할 목적으로 사용되었다(6). Blood agar plate (BAP) 배양은 enzymatic digest of casein 15.0 g, sodium chloride 5.0 g, enzymatic soy bean meal 5.0 g, agar 15.0 g, sheep blood 50 ml, final volume 1L(pH 7.3)의 조성으로 된 영양배지로서 세균의 용혈성을 확인한다(15). MacConkey agar plate 배양은 bacteriological peptone 17.0 g, sodium chloride 5.0 g, proteose peptone, 3.0 g, lactose 10.0 g, bile salt 1.5 g, agar 13.5 g, neutral red 0.03 g crystal violet 0.001

g, final volume 1L(pH 7.1)의 조성으로서 담즙산염(bile salts)과 유당이 들어 있어 그람양성세균은 담즙산염에 의하여 억제되며 유당을 발효하는 세균은 분홍색의 집락을 나타내게 된다(5). Triple sugar iron (TSI) 시험은 beef extract 3.0 g, yeast extract 3.0 g, peptone 15 g, proteose peptone 5.0 g, dextrose 1.0g, lactose 10 g, sucrose 10 g, ferrous sulfate 0.2 g, sodium chloride 5.0 g, sodium thiosulfate 0.3 g, agar 12 g, phenol red 0.024 g, final volume 1L(pH 7.4)의 조성으로 함유된 시험관에 천자 접종을 하여 37°C, 24시간 배양하여 dextrose, lactose, sucrose의 당으로부터 당분해 유무와 기체 생성과 H₂S 생성 유무를 확인하였다(17). Oxidase의 활성은 1% tetramethyl-P-phenylene-diamine dihydrochloride 용액을 여과지에 흡수시켜 여기에 배양한 균주를 도말하여 색의 변화를 관찰하였다(10).

에어컨 위생관리 조사

에어컨을 사용하고 있는 1,322 명을 대상으로 에어컨 사용상의 위생관리에 대하여 설문지를 통해 조사, 분석하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서는 에어컨을 보유하고 있는 주거지를 대상으로 에어컨 내에서 발생하는 미생물들을 분리하여 동정하였고 전국적으로 에어컨 사용자 1,322 명을 대상으로 에어컨의 관리상태와 인체에 미치는 영향에 대하여 설문조사를 하였으며 그 결과를 그래프화 하였다.

현재 거주지에서 사용중인 에어컨 20개를 임의로 선택하여 에어컨내 냉각기에 존재하는 미생물들을 분리하여 생리 생화학적 실험과 API system 시험결과에 의거하여 동정한 결과를 Table 1에서 보여주고 있다. 즉, 총 8종의 세균을 동정하였는데 그것들은 *Flavimonas oryzihabitans* 1종, *Ochrobacterum anthropi* 1종, 그람 음성 간균 *Pantoea* sp. 1종, 그람 음성 포도당비발효세균 non fermented bacilli (NFB) 1종, 그람 양성 구균 *Micrococcus*

Table 1. The major biochemical characteristics of microorganisms isolated and identified from coolers of air conditioner

Identification ^a	Biochemical characteristics					
	growth media	BAP ^b	Gram	MacConkey	TSI ^c	Oxidase
<i>Bacillus pumilus</i>	Trypticase soy	white ^d	positive(rod)	no	ND ^e	positive
<i>Bacillus circulans</i>	Trypticase soy	white ^f	positive(rod)	no	ND	positive
<i>Corynebacterium afermentans/coyleae</i>	Trypticase soy	white ^g	positive(rod)	no	ND	positive
<i>Flavimonas oryzihabitans</i>	Trypticase soy	yellow	negative(rod)	yellow	no glucose ^h	negative
<i>Micrococcus</i> sp.	Trypticase soy	white	positive(cocci)	no	ND	positive
<i>Ochrobacterum anthropi</i>	Trypticase soy	white	negative(rod)	no	no glucose	ND
<i>Pantoea</i> sp.	Trypticase soy	white	negative(rod)	pink	glucose ⁱ	ND
gram negative glucose non-fermenting bacillus	Trypticase soy	colorless	negative(rod)	colorless	no glucose	negative

a: identification by API Systems, b: Blood agar plate, c: Triple sugar iron, d: hemolysis, e: not determined, f: irregular form, g: gray-white, h: glucose non-fermenting, i: glucose fermenting

sp. 1종, 그람 양성 간균 *Bacillus pumilus*, *Bacillus circulans*, *Corynebacterium* 각각 3종 이었다. 20개 시료에서 분리된 미생물의 빈도는 *Pantoea* sp.가 8개(36.4%)로 가장 많았고, *Bacillus circulans*, *Bacillus pumilus*, *Corynebacterium*, *Flavimonas oryzihabitans*, *Micrococcus* sp., *Ochrobacterum anthropi*, 그람 음성 포도당비발효세균 non fermented bacilli (NFB)들은 각각 2개씩(9.1%) 분리되었다(Table 2). 이렇게 분리, 동정된 미생물들은 주변 환경에서 흔히 볼 수 있는 상재균으로서 사람의 피부 등 생체 내외의 부분에 정착하여 살고 있는 정상적인 미생물군이지만 과잉 증식하거나, 적당한 장소가 아닌 곳에 침입하게 되면 기회감염을 일으킬 가능성이 있는 균들이다. 즉 *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Pantoea*는 폐렴, 패혈증, 심장내막염, 뇌막염 등을 일으키고 *Micrococcus*는 심장내막염을 일으키며 *Flavimonas oryzihabitans*는 복막염과 혈액감염을 일으킨다. 그러므로 이들 상재 미생물들은 환자의 감염에 대한 저항력에 따라 여러 가지 감염질환을 일으킬 수 있는 것이다.

그 다음으로는 에어컨 사용자 1,322명을 대상으로 에어컨의

Table 2. The frequency of microorganisms isolated from coolers of air conditioner

Species	number of the isolates from coolers	frequency (%)
<i>Bacillus pumilus</i>	2	9.1
<i>Bacillus circulans</i>	2	9.1
<i>Corynebacterium afermentans/coyleae</i>	2	9.1
<i>Flavimonas oryzihabitans</i>	2	9.1
<i>Micrococcus</i> sp.	2	9.1
<i>Ochrobacterum anthropi</i>	2	9.1
<i>Pantoea</i> sp.	8	36.4
gram negative glucose non-fermenting bacillus	2	9.1
Total	22	100

위생 관리상태에 대하여 설문 조사를 실시하여 분석한 결과를 그래프로 나타내었다. 이 설문에 응해준 에어컨 사용자는 1,262명(95%)이 아파트였고 응답자 중 1,252명(95%)이 여성이었다. 에어컨 사용지에서 에어컨이 설치된 장소는 1,253명(95%)이 거실에 설치하였고 50명(4%)만이 방에 설치하였다(Fig. 2a). 따라서 본 설문조사에서 조사된 에어컨 사용은 대부분 아파트의 거실에서 주로 사용한 경우였다. 에어컨 사용시 환기를 시키는지 여부에 있어서는 1,138명(86%)이 환기를 시키는 것으로 나타났고 177명(13%)은 하지 않는 것으로 나타났(Fig. 2b). 에어컨 청소에 있어서는 1,128명(85%)가 실시한다고 하였으며 193명(15%)은 실시하지 않는다고 하였다. 그러나 에어컨의 청소 중 필터 청소는 454명(34%)만 자주 하는 것으로 나타났고 864명(66%)은 하지 않는 것으로 조사되었으며 에어컨의 열교환기에 대한 청소는 226명(17%)만 청소를 하고 1089명(82%)가 청소를 하지 않는 것으로 나타났(Fig. 3). 따라서 에어컨 사용시 대다수 사람들이 대부분 환기를 잘하고 있고 에어컨 청소를 잘하지만 실제로 오염을 일으킬 수 있는 에어컨 필터나 열 교환기는 거의 청소를 하지 않는 것으로 나타났다.

이번 연구를 통하여 에어컨을 장시간 사용할수록 인체에는 건조함과 불쾌감 등이 크게 증가하여(자료 미제시) 호흡기질환이나 기회감염을 가질 수 있는 인체상태가 될 수 있어서 병을 유발시킬 수 있는 조건이 될 수 있고, 실제로 에어컨내의 냉각기에 존재하는 미생물을 분리하여 동정한 결과 사람에게 기회감염을 줄 수 있는 *Bacillus circulans*, *Bacillus pumilus*, *Corynebacterium*, *Flavimonas oryzihabitans*, *Ochrobacterum anthropi*, *Pantoea* sp., *Micrococcus* sp.들의 세균들이 존재함을 확인하였다. 그 중에서도 *Pantoea* sp.는 가장 많이 분리된 세균이었다. 그리고 이러한 세균들은 에어컨 가동 시 인체에 감염을 일으켜 인간에게 심각한 질병을 야기시킬 수 있다는 것을 예측할 수 있었다. 그러므로 미생물이 서식할 수 있는 에어컨의 냉각기, 필터, 열교환기 등의 부분을 충분히 깨끗하게 청소하여 기회감염의 원인이 되는 각종 미생물의 오염을 원천적으로 봉쇄한다면 우리가 에어컨을 보다 더 인체에 유익하게 사용할 수 있을 것이다.

Fig. 2. The location of air conditioner installed in the house and the execution of ventilation in the use of the air conditioners. (a) 1,253 persons (95%) of the investigated people replied that their air conditioners were installed in living room and 50 persons (4%) of them replied that they were installed in room. (b) 1,138 persons (86%) of the investigated people replied that they ventilated air conditioners, whereas 177 persons (13%) of them replied that they did not.

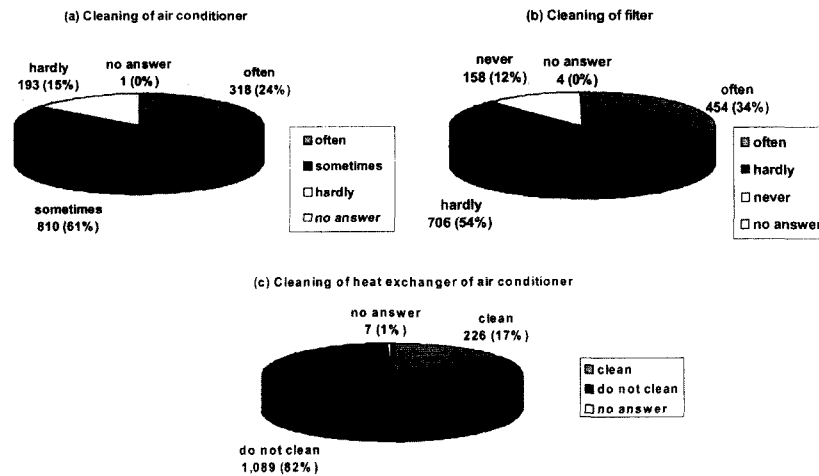


Fig. 3. Hygiene management on the cleaning of the air conditioners; filters, and heat exchangers. (a) 1,128 persons (85%) of the investigated people cleaned their air conditioners, whereas 193 persons (15%) of them did not. (b) 454 persons (34%) of the investigated people cleaned the filters in their air conditioners, whereas 864 persons (66%) of them did not. (c) 226 persons (17%) of investigated people cleaned heat exchangers in their air conditioners whereas 1,089 persons (82%) of them did not.

감사의 글

본 연구는 2003년도 보건복지부 암정복추진연구개발사업 (0220140-2) 지원으로 이루어진 것임

참고문헌

- Asano, Y., T. Yoshikawa, M. Ihira, H. Furukawa, K. Suzuki, and S. Suga. 1999. Spread of varicella-zoster virus DNA to family members and environments from siblings with varicella in a household. *Pediatrics* 103, e61.
- Banaszak, E.F., W.H. Thiede, and J.N. Fink. 1970. Hypersensitivity pneumonitis due to contamination of an air conditioner. *N. Engl. J. Med.* 283, 271-276.
- Baur, X., G. Richter, A. Pethran, A.B. Czuppon, and M. Schwaiblmair. 1992. Increased prevalence of IgG-induced sensitization and hypersensitivity pneumonitis (humidifier lung) in nonsmokers exposed to aerosols of a contaminated air conditioner. *Respiration* 59, 211-214.
- Bergey, G.H. J., H.A.S. Peter, and D. Bergey. 1994. Bergey's manual on determinative bacteriology, p. 1105-1139. Lippincott, Williams & Wilkins Co., Baltimore, Maryland.
- Chapman, P.A. and R. Ashton. 2003. An evaluation of rapid methods for detecting *Escherichia coli* O157 on beef carcasses. *Int. J. Food Microbiol.* 1, 279-285.
- Cheun, H.I., S. I. Makino, M. Watarai, J. Erdenebaatar, K. Kawamoto, and I. Uchida. 2003. Rapid and effective detection of anthrax spores in soil by PCR. *J. Appl. Microbiol.* 95, 728-733.
- Cowan, S.T. and K.J. Steel. 1974. *Manual for the identification of medical bacteria.* p. 32-102. Cambridge University Press.
- Edwards, P.S. and W.H. Ewing. 1972. Identification of *Enterobacteriaceae*, (3rd ed.), p. 23-56. Burgess Publishing Co.
- Kayoko, S., Y. Tetsushi, T. Akiko, S. Kyoko, M. Kayoko, and A. Yoshizo. 2002. Detection of varicella-zoster virus DNA in throat swabs of patients with herpes zoster and on air purifier filters. *J. Med. Virol.* 66, 567-570.
- Kovacs, N. 1956. Identification of *Pseudomonas pyocyanea* by the oxidase reaction. *Nature* 178, 703.
- Krishnan, P.U., B. Pereira, and R. Macaden. 1991. Epidemiological study of an outbreak of *Serratia marcescens* in a haemodialysis unit. *J. Hosp. Infect.* 18, 57-61.
- Kumar, P., M. Lopez, W. Fan, K. Cambre, and R.C. Elston. 1990. Mold contamination of automobile air conditioner systems. *Ann. Allergy* 64, 174-177.
- Kumar, P., R. Marier, and S.H. Leech. 1981. Hypersensitivity pneumonia due to contamination of a car air conditioner. *N. Engl. J. Med.* 305, 1531-1532.
- McDonald, L.C., M. Walker, L. Carson, M. Arduino, S.M. Aguero, P. Gomez, P. McNeil, and W.R. Jarvis. 1998. Outbreak of *Acinetobacter* spp. Bloodstream infections in a nursery associated with contaminated aerosols and air conditioners. *Pediatr. Infect. Dis. J.* 17, 716-722.
- Murdoch, D.R., S. Mirrett, L.J. Harrell, S.M. Donabedian, M.J. Zervos, and L.B. Reller. 2003. Comparison of microscan broth microdilution, synergy quad plate agar dilution, and disk diffusion screening methods for detection of high-level aminoglycoside resistance in enterococcus species. *J. Clin. Microbiol.* 41, 2703-2705.
- Oosterheert, J.J., M.J. Bonten, E. Buskens, M.M. Schneider, and I.M. Hoepelman. 2003. Algorithm to determine cost savings of targeting antimicrobial therapy based on results of rapid diagnostic testing. *J. Clin. Microbiol.* 41, 4708-4713.
- Thaller, M.C., B. Dainelli, F. Berlutti, S. Schippa, C. Fontana, and R. Pezzi. 1992. Double sugar-tyrosine medium improves O-1 phage *Salmonella* screening. *J. Clin. Microbiol.* 30, 533-534.
- Uduman, S.A., A.S. Farrukh, K.N. Nath, M.Y. Zuhair, A. Ifrah, A.D. Khawla, and P. Suintia. 2002. An outbreak of *Serratia marcescens* infection in a special-care baby unit of a community hospital in United Arab Emirates: the importance of the air conditioner duct as a nosocomial reservoir. *J. Hosp. Infect.* 52, 175-180.

19. Yoshikawa, T., M. Ihira, K. Suzuki, S. Suga, A. Tomitaka, H. Ueda, and Y. Asano. 2001. Rapid contamination of the environments with varicella-zoster virus DNA from a patient with herpes zoster.

J. Med. Virol. 63, 64-66.

(Received November 26, 2003/Accepted December 2, 2003)

ABSTRACT: Isolation and Identification of Bacteria from Air Conditioners and its Hygiene
Seong-Karp Hong¹, Yong-Tae Jung², Jackson Chun³, and Soon-Young Paik^{1*}

(¹Department of Microbiology, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul 137-701, Korea, ²Department of Microbiology, College of Advanced Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea, ³Century Corporation, Seoul 100-095, Korea)

This study was performed to identify the microorganisms from air conditioners and to investigate hygiene management on air conditioners. Eight species of bacteria were isolated and identified from twenty samples of coolers in air conditioners; *Pantoea* sp., *Bacillus circulans*, *Bacillus pumilus*, *Corynebacterium*, *Flavimonas oryzihabitans*, *Ochrobacterum anthropi*, *Micrococcus* sp., and non fermented bacilli (NFB). One thousand and three hundreds twenty-two persons who used air conditioners in their houses were investigated about the state of hygiene management in their air conditioners. One thousand and one hundred thirty eight persons (86%) of the total investigated persons ventilated their air conditioners and 1,128 persons (85%) of them cleaned their air conditioners. However, 864 persons (66%) of them did not clean filters and 1,089 persons (82%) did not clean the heat exchangers, both of which air conditioners could be easily contaminated by microorganisms. From these results, we could conclude that the contaminants, bacteria as mentioned the above, in air conditioners could cause human disease such as respiratory infections if the number of bacteria increase in air conditioners. Thus, the removal of contaminants and the improved hygiene of the air conditioners can prevent human diseases caused by the released bacteria during the use of air conditioners.