Journal of Korean Society of Oral Health Science
2017, March. 5(1): 58~62
ISSN: 2288-6079

거주공간 내 그람음성 세균 분포 현황

배일권[1]‡, 강두호[2], 김선민[3], 배영민[4]
신라대학교 치위생학과[1], 백양고등학교[2], 동서대학교 임상병리학과[3], 부경대학교 환경공학과[4]

Distribution and Identification of Gram-Negative Bacteria in Indoor Environment of Houses

Il Kwon Bae[1]‡, Doo Ho Kang[2], Seon Min Kim[3], Yeong Min Bae[4]
[1]*Dept. of Dental Hygiene, Silla University*
[2]*Baekyang High School*
[3]*Dept. of Biomedical Laboratory Science, Dongseo University*
[4]*Dept. of Environmental Engineering, Pukyong National University*

ABSTRACT Indoor environments of house and family member can become contaminated with potential variety bacteria. The aim of this study is to accesses the identification and distribution of indoor environments of house contaminated bacterial strains. We sampled living room floor, bathroom floor, bathroom knob, bottom of bathtub, refrigerator, refrigerator handle, desk, table, sink, bottom of shoes rack, hand of family member, nose of family member, and toilet bowl. All samples were cultured on blood agar media (BAM) and MacConkey agar media (MAM). The colonies grown on each media were identified with matrix-assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF) using MALDI Biotyper and 16S rDNA sequencing. Fifty-five isolates on BAM and MAM were identified as *Acinetobacter soli* (n=8), *Acinetobacter lwoffii* (n=6), *Acinetobacter baylyi* (n=3), *Acinetobacter pittii* (n=3), *Acinetobacter baumannii* (n=3), *Acinetobacter junii* (n=2), *Acinetobacter radioresistnes* (n=1), *Aeromonas hydrophila* (n=3), *Aeromonas jandaei* (n=1), *Enterobacter cloacae* (n=5), *Enterobacter aerogenes* (n=4), *Klebsiella pneumoniae* (n=1), *Moraxella osloensis* (n=1), *Massilia timonae* (n=1), *Pseudomonas oryzihabitans* (n=5), *Pseudomonas aeruginosa* (n=2), *Pseudomonas mosselii* (n=1), *Pseudomonas stutzeri* (n=1), *Raoultella ornithinolytica* (n=2), *Serratia marcescens* (n=2). These results suggest that indoor environments of house and family members were contaminated with variety nomal flora and nosocomial bacteria.

Key words: Indoor environments of house, Family members, Bacteria, Contamination

‡Correspondence to: Bae IK,
Tel: +82-51-999-5430
Fax: +82-51-999-5745
E-mail: ikbae@silla.ac.kr

Received Mar 14, 2017
Revised Mar 27, 2017
Accepted Mar 27, 2017

Copyright@ 2017 by the Korean Society of Oral Health Science (KOHS)

Ⅰ. 서론

현대사회는 보건의료기술의 발전으로 인간의 기대수명이 길어지면서 건강에 대한 관심도 증가되고 일상생활환경에서 위생에 대한 관심이 높아지고 있으며 이러한 이유로 건강하고 쾌적한 실내환경에 대한 거주자들의 요구가 커지고 있다.

현재까지 보고된 생활환경에 대한 연구는 거주공간 내 실내공지질의 화학적 연구[1], 다중이용시설의 실내공기에 부유한 미생물의 오염실태[2] 등 공기의 질 혹은 공기중에 포함된 세균이나 진균에 대한 연구가 주를 이루어지고 있으며 이들 연구를 통해 보고된 실내공기에 오염된 미생물의 종류는 *Aspergillus*, *Penicillium* 등과 같은 진균류 뿐 아니라 *Streptococcus pneumoniae* (폐렴알균), *Klebsiella pneumoniae* (폐렴막대균), *Staphylococcus aureus* (황색포도알균) 등의 병원균 그리고 병원내에서 접촉에 의해 전파되는 문제가 되고 있는 주요 기회감염세균인 *Pseudomonas aeruginosa* (녹농균) 등이 있다[2][3].

실제로 병원과 병원환경의 감염관리에서는 실내의 공기질 뿐 아니라 병원내에서 사용되는 기구, 시설물 및 의료진의 손 등을 통한 접촉에 의한 세균의 전파가 더욱 심각한 문제로 알려져 있다[4][5]. 병원내에서 접촉에 의한 감염 위험이 있는 주요 세균은 대부분 항생제 내성균으로 특별히 국가에서는 vancomycin-resistant *S. aureus* (VRSA, 반코마이신내성황색포도알균), vancomycin-resistant *Enterococci* (VRE, 반코마이신내성장알균), methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA, 메티실린내성황색포도알균), multidrug-resistant *P. aeruginosa* (MRPA, 다제내성녹농균), multidrug-resistant *A. baumannii* (MRAB, 다제내성아시네토박터바우마니균), carbapenem-resistant Enterobacteriaceae (CRE, 카바페넴내성장내세균속) 등 6종을 지정감염병으로 지정하여 관리하고 있다[6]. 이들 세균은 모두 우리 생활환경에 존재하는 일반상재세균이 내성을 갖게 된 것으로 다른 균종보다 항생제 내성관련 유전자를 쉽게 획득하거나 변이의 빈도가 높기도 하며 심지어는 선천적으로 일부 항생제에 내성을 가지는 세균들이다.

본 연구에서는 우리가 생활하는 거주공간에 존재하는 세균 가운데 접촉에 의해 확산되는 것으로 알려진 그람음성세균의 균종을 확인하여 이들의 분포현황을 파악하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 샘플의 채취 및 보관

본 연구를 위하여 부산지역 3개 가정의 가족구성원 및 환경에서 샘플을 채취하였다. 채취의 부위는 가족구성원의 손과 코, 책상, 거실바닥, 컴퓨터키보드, 식탁, 냉장고, 주방 싱크대, 화장실 문 손잡이, 화장실 바닥, 욕조바닥 등이었다.

샘플의 채취는 먼저 sodium chloride, postssium chloride, calcium chloride, magnesium chloride, disodium phosphate, sodium thioglycollate, monopotassium phosphate, agarose 및 멸균증류수가 포함된 pH7.3±0.2 (상온)의 amies 수송배지 (Micromedia, Busan, Korea)를 이용하였다. 수송배지의 면봉을 멸균증류수에 적시고 샘플을 채취할 부분에 문지르거나 긁은 후, 면봉의 머리부분이 amies 수송배지에 깊이 박히도록 찔러 보관하였으며, 채취된 샘플은 가급적 빨리 실험실로 옮겨 증균배지에 배양하였다. 사용된 증균배지는 혈액한천배지와 MacConkey 한천배지를 이용하였고 증균된 집락의 개수, 크기, 모양, 색 등을 바탕으로 우선적인 균종을 분리하여 10% skimmilk에 희석한 후, 초저온냉동고에 저장하였다.

2. 분리된 세균의 균종 확인

초저온냉동고에 보관된 세균을 평판배지에 순수배양하여 이온질량분석법의 하나인 matrix-assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS, Bruker Daltonic GmbH, Leipzig, Germany)와 16S rDNA 염기서열분석을 통하여 균종을 동정하였다.

III. 결과

본 연구를 위해 부산지역 3개 가정의 가족구성원과 환경 등에서 21샘플, 26샘플 및 22샘플을 각각 수집하였다. 동정된 그람음성세균은 *Acinetobacter soli* 8주, *Acinetobacter lwoffii* 6주, *Acinetobacter baylyi* 3주, *Acinetobacter pittii* 3주, *Acinetobacter baumannii* 3주, *Acinetobacter junii* 2주, *Acinetobacter Junii* 1주, *Acinetobacter radioresistnes* 1주, *Aeromonas hydrophila* 3주, *Aeromonas jandaei* 1주, *Enterobacter*

cloacae 5주, *Enterobacter aerogenes* 4주, *Klebsiella pneumoniae* 1주, *Moraxella osloensis* 1주, *Massilia timonae* 1주, *Pseudomonas oryzihabitans* 5주, *Pseudomonas aeruginosa* 2주, *Pseudomonas mosselii* 1주, *Pseudomonas stutzeri* 1주, *Raoultella ornithinolytica* 2주, *Serratia marcescens* 2주 등이었다<Table 1>.

분리된 세균의 샘플링 위치는 가족구성원의 손(n=12), 싱트대(n=8), 화장실 바닥(n=7), 식탁(n=4), 욕조바닥(n=4), 책상(n=4), 냉장고 안(n=3), 거실바닥(n=2), 냉장고 손잡이(n=2), 신발장 바닥(n=2), 가족구성원의 코(n=2), 화장실 문손잡이(n=2), 화장실 변기(n=1) 등의 순서로 분리되었다<Table 1>.

〈Table 1〉 Number of indoor environments of house and contaminated with family

Group	Source	Strains (n)
A	Living room floor	*Acinetobacter soli* (1), *Acinetobacter junii* (1)
	Bathroom knob	*Acinetobacter lwoffii* (1)
	Bathroom floor	*Pseudomonas aeruginosa* (1), *Aeromonas hydrophila* (1)
	Bottom of bathtub	*Serratia marcescens* (1)
	Refrigerator	*Acinetobacter soli* (1)
	Desk	*Pseudomonas oryzihabitans* (1), *Acinetobacter lwoffii* (1)
	Sink	*Acinetobacter baylyi* (1), *Acinetobacter soli* (1), *Enterobacter cloacae* (1), *Klebsiella pneumoniae* (1)
	Table	*Acinetobacter pittii* (1), *Enterobacter cloacae* (1)
	Bottom of shoe rack	*Pseudomonas oryzihabitans* (1)
	Hand (mother)	*Acinetobacter baylyi* (1)
	Hand (younger sister/brother)	*Acinetobacter lwoffii* (1)
	Hand (A)	*Pseudomonas oryzihabitans* (1)
	Nose (father)	*Enterobacter aerogenes* (1)
	Nose (younger sister/brother)	*Pseudomonas oryzihabitans* (1)
B	Living room floor	*Acinetobacter soli* (1)
	Bathroom floor	*Aeromonas hydrophila* (1)
	Bottom of bathtub	*Pseudomonas mosselii* (1), *Enterobacter cloacae* (1)
	Desk	*Acinetobacter radioresistens* (1)
	Sink	*Acinetobacter soli* (1), *Aeromonas jandaei* (1)
	Hand (B)	*Massilia timonae* (1)
	Hand (mother)	*Acinetobacter baylyi* (1), *Enterobacter aerogenes* (1)
	Hand (older sister)	*Enterobacter aerogenes* (1)
	Hand (father)	*Enterobacter aerogenes* (1)
C	Living room floor	*Acinetobacter junii* (1)
	Bathroom floor	*Enterobacter cloacae* (1), *Aeromonas hydrophila* (1), *Raoultella ornithinolytica* (1), *Pseudomonas aeruginosa* (1)
	Bathroom knob	*Acinetobacter lwoffii* (1)
	Toilet bowl	*Acinetobacter pittii* (1)
	Bottom of bathtub	*Serratia marcescens* (1)
	Bottom of shoe rack	*Pseudomonas oryzihabitans* (1)
	Sink	*Raoultella ornithinolytica* (1), *Acinetobacter soli* (1)
	Table	*Enterobacter cloacae* (1), *Acinetobacter baumannii* (1)
	Desk	*Acinetobacter lwoffii* (1)
	Refrigerator	*Acinetobacter pittii* (1), *Acinetobacter soli* (1)
	Refrigerator handle	*Acinetobacter soli* (1), *Acinetobacter baumannii* (1)
	Hand (mother)	*Acinetobacter baumannii* (1)
	Hand (younger sister/brother)	*Moraxella osloensis* (1)
	Hand (C)	*Acinetobacter lwoffii* (1)
	Hand (father)	*Pseudomonas stutzeri* (1)

Ⅳ. 고찰 및 결론

본 연구를 통해 분리된 세균은 8속 20종으로 전체 55주의 세균이 분리되었다. 우리가 일반적으로 생활하는 환경에 가장 많이 서식하는 세균은 glucose non-fermenting gram-negative bacilli (GNFB)로 분류되는 *Acinetobacter* (n=26주), *Pseuomonas* (n=9주) 및 *Moraxella* (n=1)인 것으로 확인되었다. 이들 세균은 토양과 물 등 자연환경에 매우 흔할 뿐 아니라 병원환경에서도 존재하여 기회감염균으로 병원감염의 큰 위협이 되고 있다[7][8][9]. *Acinetobacter*의 경우 전세계 병원환경에서 그람음성세균 감염증 치료제의 마지막 보루로 알려진 carbapenem 항균제에 내성비율이 급격히 상승하고 있고 *Pseudomonas*는 초기의 항균제인 penicillin을 비롯한 협범위 β-lactam 항균제에 내성을 보이는 등 이들 세균의 감염학적 위협은 매우 심각하다[7][10].

*A. soli*는 3가정 모두에서 발견되었고 A가정에서는 거실바닥, 냉장고 안, 싱크대 등에서, B가정에서는 거실바닥, 싱크대 등에서, C가장에서는 싱크대, 냉장고 안, 냉장고 손잡이 등에서 분리되어 집안 곳곳에 분포되어 있음이 확인되었다. 2가정에서 각 3주씩 분리된 *A. lwoffii*는 A가정과 C가정에서 모두 공통적으로 화장실 문 손잡이, 가족 구성원의 손, 책상에서 분리되었다. *A. baumannii*는 C가정에서만 분리되었는데 분리장소는 가족구성원의 손(엄마), 식탁, 냉장고 손잡이에서 분리되어 가족구성원 가운데 특정인의 손에 의해 확산됨을 의심할 수 있었다. A가정에서 분리된 2주의 A. baylyi는 가족구성원의 손(엄마)와 싱크대에서 분리되었고 이 세균은 B가정의 가족구성원의 손(엄마)에서도 분리되었다. 그 외에 *A. pittii*는 A가정의 식탁(n=1), B가정의 화장실변기(n=1)와 냉장고 안(n=1)에서 분리되었으며 *A. junii*는 A가정과 C가정의 거실바닥에서 각 1주가 분리되었다.

*P. oryzihabitans*는 모두 A가정(n=4)과 C가정(n=1)에서 분리되었다. A가정에서는 신발장 바닥, 책생, 가족구성원의 코(동생), 가족구성원의 손(실험자)에서 분리되었고 C가정에서는 신발장 바닥에서만 분리되었다. *P. aeruginosa*는 A가정과 C가정에서 각 1주씩 분리되었는데 분리장소는 모두 화장실 바닥이었다. 그 외에 B가정의 욕조바닥에서 *P. mosselii*가 1주, C가정의 가족구성원의 손(아빠)에서 *P. stutzeri*가 1부 분리되었다. 그 외에 GNFB 가운데 C가정 가족구성원의 손(동생)에서 1주만 분리된 *M. osloensis*는 정상인의 상기도에 존재하는 일반상재세균으로 면역력이 저하된 환자에게 다양한 질병을 일으키는 것으로 알려져 있고 국내에서는 균혈증과 뇌수막염의 원인으로 보고된 바 있다[12][13].

GNFB를 제외한 장내세균은 *Enterobacter* (*E. cloacae* 5주, *E. aerogenes* 4주), *Klebsiella* (*K. pneumoniae* 1주) 및 *Serratia* (*S. marcescens* 1주)가 분리되었는데, 이들은 장내에 흔히 존재할 뿐 아니라 분변에 오염된 음식물에서 발견되기도 한다. *Enterobacter*와 *Serratia*는 병원환경에서 염색체서 AmpC β-lactamase를 과량생성하고 세포외막의 변이를 일으켜 광범위 항균제에 내성을 획득하여 병원감염의 위협이 되는 세균으로 알려져 있다[13][14]. *E. cloacae*는 A가정과 C가정에서 각 2주씩 분리되었는데 A가정은 싱크대와 식탁에서, C가정은 식탁과 화장실 바닥에서 분리되었고 *E. aerogenes*는 A가정의 가족구성원(아빠)에서만 1주가 분리된 반면, B가정에서는 가족구성원의 손(엄마, 아빠, 언니)의 손에서 각 1주씩 분리되었다. 그 외에 *S. marcescens*는 A가정과 C가정의 욕조바닥에서 각 1주가 분리되었으며 *K. peumoniae*는 A가정의 싱크대에서만 분리되었다.

그 밖에 *A. hydrophila* 3주, *A. jandaei* 1주, *R. orinithinolytica* 2주, *M. timonae* 1주가 분리되었다. *A. hydrophila*는 모두 세 가정의 화장실 바깥에서 분리되었다. 이 균종은 담수에 존재하는 세균으로 양서류, 파충류, 새, 물고기, 포유류에 폐혈증, 괴사증, 위장염 등의 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다[15][16][17][18][19]. *R. orinithinolytica*은 *Aeromonas*와 마찬가지로 수생환경에 흔히 존재하는 세균으로 인간에게는 요로감염, 위장감염, 피부감염 및 균혈증의 원인균으로 보고되고 있으나 호흡기감염이나 늑막염 등의 중복감염증은 흔치 않는 세균으로 알려져 있다[20].

본 연구를 통하여 일상생활을 하는 주요 환경인 가정에서 우리는 많은 세균에 노출되어 있으며 이들은 가족구성원의 손 등을 통해서 가정환경에서 확산되고 심지어는 가족구성원 간 동일 세균을 주고받는다는 것을 알게 되었다. 만약 이러한 세균들이 일반적인 상재세균이 아닌 식중독균과 같은 감염증의 원인균이거나 항균제에 내성을 획득한 세균일 경우 우리의 평범한 일상생활 행위가 위험한 세균을 전달하는 행위가 될 수 있음을 상기해야 할 것이다. 따라서 간단한 손씻기 습관 하나가 우리의 삶을 안전하게 지켜주는 중요한 일상이 될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Kim YS, Roh YM, Hong S-C, Lee CM, Jun HJ, Kim JC, Cho JH: A survey of indoor air quality in public facilities. Indoor Environment and Technology 1(2):144-155, 2005.
2. Park K-S, Choi S-G, Hong J-K: The study on the distribution of indoor concentration of microorganism in commercial building. Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering 18(8):620-626, 2006.
3. Chung YH, Hong JB, Chang YH: A study on the microbial air pollution of urban living and indoor environment. Kor J Env Hlth Soc 27(2):1-9, 2001.
4. Kim TH: Institutional preparedness for infectious diseases and improving care. J Korean Med Assoc 58(7):606-610, 2015.
5. Jung SY, Park M-A, Jung H-I, Bae IK: Nosocomial infectious bacterial contamination on dental hospital environments and staffs. J Korean Soc Oral Health Sci 4(1):10-16, 2016.
6. http://www.cdc.go.kr/CDC/main.jsp
7. Bae IK, Suh B, Jeong SH, et al: Molecular epidemiology of *Pseudomonas aeruginosa* clinical isolates from producing β-lactamases with extended-spectrum activity. Diagn Microiol Infect Dis 79(3):373-377, 2014.
8. Peleg A, Seifert H, Paterson D: *Pseudomonas aeruginosa*: new insights into pathogenesis and host defenses. Pathog Dis 67(3):159-173, 2013.
9. Gniadek TJ, Carroll KC, Simner PJ: Carbapenem-resistant non-glucose-fermenting Gram-negative bacilli: the missing piece to the puzzle. J Clin Microbiol 54(7):1700-1710, 2016.
10. Lee Y, Lee J, Jeong SH, Lee J, Bae IK, Lee K: Carbapenem-non-susceptible *Acinetobacter baumannii* of sequence type 92 or its single-locus variants with a G428T substitution in zone 2 of the *rpoB* gene. J Antimicrobiol Chemother 66(1): 66-72, 2011.
11. Sung JY, Hong SK, Kim EC: The first Korean case of *Moraxella osloensis* bacteremia in a patient with acute myeloid leukemia. Ann Lab Med 34(3):256-258, 2014.
12. Roh KH, Kim CK, Koh E, Kim MS, Yong D, Park SC, Lee K, Chong Y: Three cases of *Moraxella osloensis* meningitis: a difficult experience in species identification and determination of clinical significance. J Korean Med Sci 25(3):501-504, 2010.
13. Lee Y, Choi H, Yum JH, et al: Molecular mechanisms of carbapenem resistance in *Enterobacter cloacae* clinical isolates from Korea and clinical outcome. Ann Clin Lab Sci 42(3):281-6, 2012.
14. Dhawan B, Bonnet R, Shukla NK, Mathur P, Das BK, Kapil A: Infection with an extended-spectrum β-lactamase-producing of *Serratia marcescens* following tongue reconstruction. J Clin Microbiol 41(5):2233-4, 2003.
15. Garrity G. Staley JT, Boone DR, et al: Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology: The Proteobacteria Vol. 2. Berlin: Springer Science & Business Media 2006.
16. Cipriano RC, Bullock GL, Pyle SW: *Aeromonas hydrophila* and Motile Aeromonad Septicemias of Fish. Paper No. 134. Washington, DC: U.S. Fish and Wildlife Service 1984.
17. Figueras MJ, Aldea MJ, Fernández N, Aspíroz C, Alperi A, Guarro J: *Aeromonas hemolytic* uremic syndrome. A case and a review of the literature. Diagn Microbiol Infect Dis 58(2):231-234, 2007.
18. Monaghan SF, Anjaria D, Mohr A, Livingston DH: Necrotizing fasciitis and sepsis caused by *Aeromonas hydrophila* after crush injury of the lower extremity. Surg Infect 9(4):459-67, 2008.
19. Janda JM, Abbott SL: The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity, and infection. Clin Microbiol Rev 23(1):35-73, 2010.
20. Seng P, Boushab BM, Romain F, Gouriet F, et al: Emerging role of *Raoultella ornuthinolytica* in human infections: a series of cases and review of the literature. Int J Infect Dis 45:65-71, 2016.