

<원저>

디지털 이동방사선검사에서의 세균 오염도

- Bacteriological Research for the Contamination of Digital Portable Radiography -

¹⁾동아대학교병원 영상의학과·²⁾동의대학교 방사선학과

신성규¹⁾·이효영²⁾

— 국문초록 —

본 연구는 일개대학병원의 디지털 이동방사선검사 장비를 대상으로 이동방사선검사 시 검출기와 장비의 세균학적 오염도를 조사하여 이동방사선검사 장비로 인한 병원감염을 예방하고자 실시하였다. 중환자실 감염관리 환자는 검출기위에 비닐을 씌우고 검사를 실시한 후 비닐 위에서 검체를 채취한 결과 *CNS*, *VRE*가 검출되었고 비닐을 제거한 검출기에서는 균이 발견되지 않았다. 일반병실 환자를 연속해서 검사한 결과, 1번 환자에서는 균이 발견되지 않았고, 2번과 3번 환자에서는 *CNS*, 4번 환자는 *CNS*, *Enterococcus faecalis*, 5번 환자는 *CNS*, *Enterococcus casseliflavus*, 6번 환자에서는 *CNS*, *Enterococcus casseliflavus*, *Klebsiella pneumoniae*가 검출되었다. 조사야 조절 손잡이에서는 *CNS*, *Enterococcus faecium*이 검출되었다. X-선 발생스위치, 검출기 손잡이에서는 *CNS*가 검출되었다. 검사 후 방사선사의 진료 장갑에서는 *CNS*, *Enterococcus gallinarum*, *Klebsiella pneumoniae*가 검출되었다. 따라서 1회 검사 후 검출기를 소독하고 재검사 하는 방법과 검출기에 1회용 비닐을 씌워 검사한 후 제거하는 방법을 권장하며, 진료장갑은 1회 검사 후 반드시 새로운 장갑으로 교체해야 한다. 또한, 검사 중 많이 조작하는 조사야 조절 손잡이의 철저한 소독과 근무자의 감염교육을 통해 이동방사선검사로 인한 병원감염을 예방하여야 한다.

중심 단어: 디지털 이동방사선검사 장비, 검출기, 병원감염

I. 서 론

병원감염관리는 더 이상 병원 혹은 의료기관 단독의 문제가 아닌 국가적 우선순위가 되었으며 보건 의료 기관, 전문가 집단, 정부, 인증기관, 입법기관, 규제단체 및 보험지급단체까지 앞장서서 해결하고자 하는 이슈가 되었다¹⁾. 현재 영상의학과와 검사기기는 질관을 가지고 있는 환자와의 접촉으로 병원균이 존재할 수 있다²⁾. 특히 영상의학과에서 사용하는 이동방사선검사 장비(Portable X-ray system)는 일반병실과 중환자실(Intensive Care Unit, ICU)을 이동하면서 흉부(Chest AP), 복부(Abdomen supine) 등을 검사하는 장비이다³⁾. 대상이 되는 환자는 중증환자가 대부분이고 통

상적으로 영상의학과에서 X-선 검사를 하는 경우에는 문제가 안 되던 환자의 질병상태나 심리적 문제, 병원 내 감염에 대한 대응 등 여러 조건에 대해 배려가 필요하게 된다⁴⁾. 현재 임상에서 사용하는 이동방사선검사 장비는 컴퓨터 이동방사선검사(Computed Radiography Portable X-ray, 이하 CR Portable), 디지털 이동방사선검사(Digital Radiography Portable X-ray, 이하 DR Portable)로 나눌 수 있다. CR Portable은 IP Cassette⁵⁾를 사용하여 검사 후 CR Reader 기에서 영상을 읽고 다시 재사용하는 장비로 지금까지 많이 사용해 왔으나 현재는 하나의 검출기(Detector)로 연속해서 환자를 검사할 수 있으면서 영상을 즉석에서 바로 확인할 수 있는 장점을 가진 DR Portable로 교체되어가고 있는 추

Corresponding author: Hyo-Yeong Lee, Department of Radiological Science, Dong Eui University, 176 Eamkwang-ro, Busanjin-gu, Busan-si, Korea 47340 / Tel: +82-10-9076-9961 / E-mail: lhy250@deu.ac.kr

Received 6 February 2017; Revised 2 March 2017; Accepted 13 March 2017

세이다. 하지만 검출기 하나로 연속해서 여러 환자들을 검사할 경우 검출기가 다양한 환자와 접촉할 수 있어 세균감염의 전파 매개체가 될 수 있다. 특히 Portable 검사가 많은 중환자실에서는 검출기가 직접 환자의 피부와 오염물에 접촉될 수 있는 확률이 높아 검출기에 의해 일반 병실 환자에게도 세균이 전파될 수 있는 위험에 노출될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 DR Portable의 검사방법과 검사 장소에 따라 검출기 및 장비의 세균오염도를 측정, 분석하여 감염관리의 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 실험기기

디지털 이동방사선검사 장비는 GE사의 Optima XR220 amx를 사용하였다(Figure 1).

2. 실험방법

검체 채취는 멸균된 Transport medium 면봉으로 검출기의 가장자리와 중앙 부위를 닦아내어 액체배지(Thioglycollate broth media)가 담긴 검체 통에 담아 밀봉하였다(Figure 2). 먼저 검출기를 70% 이소프로필 알코올(Isopropyl alcohol)로 소독하고 검체를 채취하였다. 소독된 검출기로 중환자실 1번 환자를 대상으로 흉부정면검사(Chest AP) 자세로 검출기를 위치시키고 1회 촬영 후 검체를 채취하였다. 검출기 재소독 후 중환자실 2, 3번 환자도 같은 방법으로 검체를 채취하였다. 중환자실의 감염관리 대상 환자를 대상으로는 검출기 소독 후 검출기 위에 비닐을 씌우고 검사한 후 비닐 위에서 검체를 채취한 다음 비닐을 벗기고 검출기에서 검체를 채취하였다. 일반병실환자는 연속해서 6명을 검사하면서 각 검사 시 마다 검출기에서 검체를 채취하였고, 마지막 검사 후에 소독하고 검체를 채취하였다. 격자(Grid)를 사용할 경우 소독된 격자로 1회 검사 후 격자 위에서 검체를 채취하였다. 일반병실 검사 종료 후 방사선사의 진료용 장갑에서도 검체를 채취하였다. 또한 장비의 이동 손잡이, 조사야(Collimator) 손잡이, X-선 발생 스위치, 검출기 손잡이, 방사선방어용 앞치마(Apron)를 대상으로도 검체를 채취하였다.

3. 세균분석

채취된 검체를 37° 인큐베이터(Incubator)에 24시간 동안

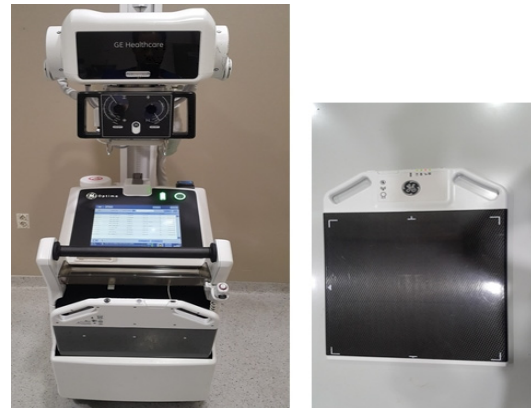


Fig. 1 Optima™ XR220amx(GE Milwaukee, USA)

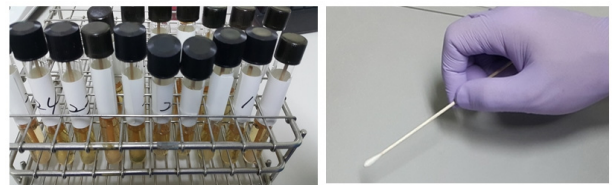


Fig. 2 Thioglycollate broth media



Fig. 3 VITEK 2 XL/BioMerieux(USA)

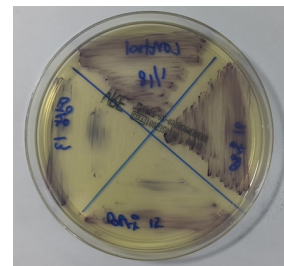


Fig. 4 Chrom ID VRE/BioMerieux(USA)

배양하였다. 전체 검체를 BAP(Blood agar plate)와 MAC(Macconkey agar)에 검사기준에 맞춰 계대배양 후 37° 인큐베이터(Incubator)에 48시간 배양하였다. 검체별로 균종 분리배양이 필요할 시에는 VITEK 2 XL/BioMerieux(USA) 장비를 사용하여 균종 판독을 실시하였다(Figure 3). Vancomycin에 내성인 장구균(*Vancomycin-resistant Enterococcus*, 이하 VRE) 판독을 위해서 VRE 전용배지인 Chrom ID VRE/BioMerieux(USA)를 사용하였다(Figure 4).

III. 결 과

1. 중환자실 검체 채취

중환자실에서 미리 소독된 검출기를 사용하여 Chest AP 1회 검사 후 검체를 채취해 분석한 결과, *Coagulase negative Staphylococcus*(이하 CNS)가 검출되었다. 두 번째 환자를 대상으로 같은 방법으로 Chest AP 1회 검사 후 검체를 채취해 분석한 결과, CNS, *Pseudomonas aeruginosa*가 검출되었다. 세 번째 환자에서는 CNS, *Bacillus sp.*가 검출되었다. 중환자실 감염관리 대상 환자는 검출기위에 비닐을 씌우고 검사한 후 비닐 위에서 검체를 채취한 결과, CNS, VRE가 검출되었다. 비닐을 제거한 후 검출기에서 채취한 검체에서는 균이 발견되지 않았다(Table 1), (Figure 5).

2. 일반병실 검체 채취

검출기 소독을 실시한 후에 1번 병실환자를 검사 후 검체를 채취해 분석한 결과 균이 발견되지 않았다. 연속해서 2번 환자를 검사한 후 검체를 채취해 분석한 결과, CNS가 검출되었다. 3번 환자에서는 검출기 위에 격자(Grid)를 사용하여 격자위에서 검체를 채취한 결과, CNS가 검출되었다. 4번 환자에서는 CNS, *Enterococcus faecalis*, 5번 환자에서는 CNS, *Enterococcus casseliflavus*가 검출되었다. 6번 환자에서는 CNS, *Enterococcus casseliflavus*, *Klebsiella pneumoniae*가 검출되었다. 검출기 소독 후에는 균이 검출되지 않았다(Table 2), (Figure 5).

3. 장비 시료 채취

일반병실 검사 후 장비 이동손잡이에서는 CNS, *Bacillus*

Table 1 ICU patient

| Classification | Cultured bacteria |
|-------------------------------------|---|
| ICU VRE patient | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> , <i>Vancomycin-resistant Enterococcus (VRE)</i> |
| ICU VRE patient (detector in Vinyl) | No growth after 2 days |
| ICU patient 1 | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> |
| ICU patient 2 | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| ICU patient 3 | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> , <i>Bacillus sp.</i> |
| After sterilization | No growth after 2 days |

Table 2 Ward patient

| Classification | Cultured bacteria |
|----------------------|--|
| Ward patient 1 | No growth after 2 days |
| Ward patient 2 | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> |
| Ward patient 3(grid) | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> |
| Ward patient 4 | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> |
| Ward patient 5 | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> , <i>Enterococcus casseliflavus</i> |
| Ward patient 6 | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| After sterilization | No growth after 2 days |

Table 3 Infection of equipment

| Classification | Cultured bacteria |
|-------------------|--|
| Moving handle | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> , <i>Bacillus sp.</i> |
| Collimator handle | <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> |
| Exposure switch | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> |
| Detector handle | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> |
| Glove | <i>Coagulase negative Staphylococcus</i> , <i>Enterococcus gallinarum</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| Apron | <i>pCoagulase negative Staphylococcus</i> , <i>Bacillus sp.</i> |

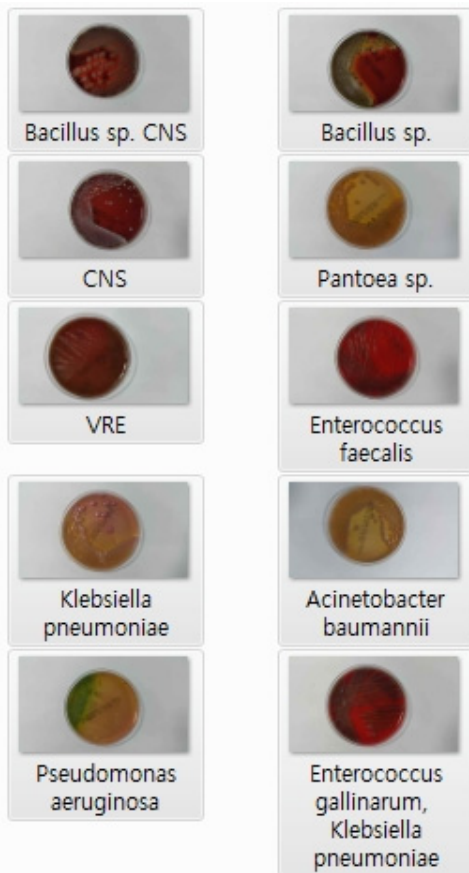


Fig. 5 Cultured bacteria

sp. 조사야(Collimator) 손잡이에서는 *CNS*, *Enterococcus faecium*이 검출되었다. X-선 발생 스위치와 검출기 손잡이에서는 *CNS*가 검출되었다. 방사선방어용 앞치마(Apron)에서는 *CNS*, *Bacillus sp.*가 검출되었다. 검사 종료 후 방사선사가 착용했던 진료 장갑에서는 *CNS*, *Enterococcus gallinarum*, *Klebsiella pneumoniae*가 검출되었다(Table 3), (Figure 5).

IV. 고 찰

병원감염에서 가장 신중해야 할 곳이 중환자실 감염이다. 오랜 병상 생활로 면역체계가 약하며 잦은 의료진과의 접촉으로 감염의 위험성이 매우 크다. 따라서 이동형 방사선검사장치의 관리는 매우 중요하다고 할 수 있다⁶⁾. 중환자실 감염관리 환자를 대상으로 검출기위에 비닐을 씌우고 검사한 후 비닐 위에서 검체를 채취하여 분석한 결과, *CNS*, *VRE*가 검출되었다. 비닐을 제거한 검출기에서 채취한 검체에서는 균이 발견되지 않았다. *VRE*는 1986년 영국과 프랑

스 등에서 처음 발견되었고⁷⁾ 의료진의 손, 병원 내 환경이나 의료 기구에 의해 환자간 또는 의료기관간의 전파가 쉽게 일어나기 때문에 병원 내에 일단 출현하면, 장기 입원중인 경우, 수술 후 요로 또는 혈관 내 카테터를 장착하고 있는 경우, 중환자실과 같은 각종 조작이 시행되는 장소에 입원하고 있는 경우 등의 고위험군을 중심으로 신속하게 전파될 수 있다⁸⁾. 특히 이동방사선검사는 연속해서 환자를 검사하는 경우가 대부분이므로 감염의 전파 매개체가 될 수 있고, 선행 연구에서도 세균이 검출되어 병원감염 관리의 필요성을 보고하였다⁹⁾. 1회 검사 후 검출기를 소독하고 다음 환자를 검사한다는 것은 이동검사의 특성상 간과할 수 있다. 연구결과에서 나타났듯이 일회용 비닐커버가 감염의 전파를 막아줄 수 있으므로 감염관리 대상 환자를 검사할 시에 비닐을 사용하고, 검사 후 비닐을 즉시 폐기하고 재사용하면 문제가 없었다. 검출기로 바로 검사할 경우 즉시 소독을 실시하고, 다음 환자를 검사해야만 감염의 전파를 막을 수 있다. 중환자실 일반 환자(2번)에서는 *CNS*, *Pseudomonas aeruginosa*가 검출되었다. *Pseudomonas aeruginosa*는 병원 내 폐렴 및 요로감염에서 흔히 동정되는 그람-음성 간균(병원성 폐렴 18.1%, 요로감염 16.3%)으로 알려져 있으며 원내 감염의 원인이 되므로¹⁰⁾ 검사 후 검출기의 소독이 반드시 필요하다. 일반병실 환자를 연속해서 검사한 결과 검사 환자 수가 많아질수록 검출되는 균종이 증가하였고 6번 환자에서는 *CNS*, *Enterococcus casseliflavus*, *Klebsiella pneumoniae*가 검출되었다. *Klebsiella pneumoniae*는 그람-음성, 장내 세균속의 일부로 100여 년 전에 지역사회 폐렴의 원인균으로 발견되었고, 최근엔 요로감염, 폐혈증, 폐렴, 복강 내 감염 등의 주 원인균으로 알려져 있다¹¹⁻¹²⁾. 폐렴을 일으키는 원인균 중 4번째이며 중환자실 환자에서 발생하는 균혈증의 원인 중 5번째로 많은 감염률을 보이고 있다¹³⁾. 일반병실에도 다양한 환자들이 입원해 있어 검출기 소독 없이 연속해서 검사할 경우 병원 내 감염의 위험이 증가될 수 있으므로 주의가 필요하다. 이동손잡이에서는 *CNS*, *Bacillus sp.*가 검출되었고, 선행논문의 검체에서도 *Pseudomonas aeruginosa*가 검출되었다¹⁴⁾. 이동손잡이는 장비 이동시 계속해서 조작하는 부위이므로 소독과 청결에 더욱 세심한 관리가 필요하다. 조사야(Collimator) 손잡이에서는 *Enterococcus faecium*이 검출되었다. *VRE*는 발견되지 않았으나 검사 시 정확한 영상을 획득하기 위해 가장 많이 조작하는 부위로 소독에 더욱 신경을 써야 한다. X-선 발생 스위치와 검출기 손잡이에서는 *CNS*가 검출되었다. 역시 검사를 위해 수시로 조작하는 부위이므로 소독과 청결을 소홀히 해서는 안된다. 검사 종료 후 방사선사가 착용

했던 진료 장갑에서는 *CNS*, *Enterococcus gallinarum*, *Klebsiella pneumoniae*가 검출되었다. 연구에 의하면 의료진이 *VRE* 환자를 장갑을 끼고 만진 후 장갑을 벗은 후에도 17명의 의료진 중 5명의 손에서 *VRE*가 발견된 결과가 있다¹⁵⁾. 특히 감염환자 촬영 중 사용한 장갑은 반드시 폐기하고 새로운 장갑으로 교체하고 다음 환자의 검사에 임해야 하며 또한 장갑이 의료진의 손이 오염되는 것을 막는데 완전할 수 없으므로 장갑을 벗은 후의 손 씻기를 통해 감염을 예방하여야 한다¹⁶⁾. 방사선방어용 앞치마(Apron)에서도 *CNS*, *Bacillus sp.*가 검출되었으므로 감염관리대상 환자 검사 시에는 더욱 주의가 필요하며 소독 및 주기적인 세척으로 병원감염을 예방하여야 한다.

V. 결 론

DR portable은 하나의 검출기로 연속해서 여러 환자를 검사할 수 있는 장점이 있지만 소독 없이 계속해서 다양한 환자를 검사할 경우 병원감염 전파의 매개체가 될 수 있다. 따라서 환자 1회 검사 후 즉시 검출기를 소독하고 재검사하는 방법과 검출기에 1회용 비닐을 씌워 검사한 후 제거하는 방법을 권장하며, 진료장갑은 1회 검사 후 반드시 새로운 장갑으로 교체해야 한다. 또한, 검사 중 많이 조작하는 조사업 조절 손잡이도 1회 검사 후 소독하고, 근무자의 체계적인 감염교육을 통해 이동방사선검사로 인한 병원감염을 예방하여야 한다.

REFERENCES

1. Yokoe, DS, Mermel, LA, Anderson, DJ, et al: A compendium of strategies to prevent healthcare-associated infections in acute care hospitals, *Infection Control of Hospital Epidemiology*, 29, 12-21, 2008
2. Seung Gu Choi, Woon Heung Song, Dae Cheol Kweon: Bacteriological Research for the Contamination of Equipment in Chest Radiograph, *Journal of Radiological Science and Technology*, 38(4), 395-401, 2015
3. Kenneth, Bontrager, John P. Lampignano: TEXTBOOK of Radiographic Positioning and Related Anatomy, Sixth Edition, Jungdam, 2009
4. Jong Hak Choi, Jai Hung Song, Chang Seon Lim, Cheong Hwan Lim: Care of the Patient in Clinical Radiology, DAIHAK publishing company, 131, 2010
5. Kweon DM, Kim, SS, Kim, YG, et al: Analog & Digital, PACS, Daihakseolim, 346-348, 2011
6. Kim Seon Chil: Bacteriological Monitoring of Radiology Room Apparatus in the Department of Radiological Technology and Contamination on Hands of Radiological Technologists, *Journal of Radiological Science and Technology*, 31(4), 2008
7. Leclercq R, Derlot E, Duval J, Courval P: Plasmid-mediated resistance to vancomycin and teicoplanin in *Enterococcus*, *New England Journal of Medicine*, 319, 157-161, 1998
8. Jeong HJ, Kim WJ, Woo HJ, et al: Study on the Infection Due to VanA Type Vancomycin-resistant *Enterococci*, *The Korea Society Infections Diseases*, 30(1), 11-19, 1998
9. Levin PD, Shatz O, Svirid S, Motiah D, et al: Contamination of portable radiography equipment with resistant bacteria in the ICU, *Chest*, 136(2), 426-432, 2009
10. Gaynes, R, Edwards, J, R: Overview of nosocomial infection caused by gram negative bacilli, *Clin Infect Dis*, 41, 848-854, 2005
11. Keynam Y, Rubinstein E: The changing face of *Klebsiella pneumoniae* infection in the community, *Int J Antimicrob Agents*, 30, 385-389, 2007
12. Shen D, Winokur P, Jones RN: Characterization of extended-spectrum beta-lactamase producing *Klebsiella pneumoniae* from Beijing China, *Int J Antimicrob Agents*, 18, 185-188, 2001
13. Samra Z, Ofir O, Lishtzinsky Y, Madar-Shapiro L, Bishara J: Outbreak of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* producing KPC-3 in a tertiary medical centre in Israel, *Int J Antimicrob Agents* 20, 525-529, 2007
14. Seong Gyu Shin, Hyo Yeong Lee: The Pathology of Infection in the Department of Radiology, *Journal of Radiological Science and Technology*, 35(3), 211-218, 2011
15. Badri SM, Sahgal NB, Tenorio AR: Effectiveness of gloves in preventing transmission of vancomycin

- cin-resistant enterococci during patient care activities, *Infections Disease Society of America*, 189, 1998.
16. Tenorio AR, Badri SM, Sahgal NB, et al: Effectiveness of gloves in the prevention of hand carriage of vancomycin-resistant enterococcus species by health care workers after patient care, *Clinical Infectious disease*, 32, 826–829, 2001

•Abstract

Bacteriological Research for the Contamination of Digital Portable Radiography

Seong-gyu Shin¹⁾·Hyo-Yeong Lee²⁾

¹⁾*Department of Radiology, Dong-a University Hospital*

²⁾*Department of Radiological Science, Dong Eui University*

The study was performed to investigate the bacteriological contamination of portable digital radiography system and their detectors in a university hospital. CNS and VRE were detected in the samples collected from vinyl cover on detectors used for the infection control patients. On the other hand, no bacteria was detected in the samples collected from detectors with vinyl cover removed. In the series of imaging of patients from general wards, no bacteria was detected from the patient 1. However, CNS was detected from the patients 2 and 3, CNS and *Enterococcus faecalis* detected from the patient 4, CNS and *Enterococcus casseliflavus* detected from the patient 5, and CNS, *Enterococcus casseliflavus*, and *Klebsiella pneumoniae* all detected from the patient 6. CNS and *Enterococcus faecium* were detected in the controller handle of collimator. Also, CNS was detected from the handle of detector and exposure switch. In the treatment gloves of the radiological technologist after the imaging, CNS, *Enterococcus gallinarum*, and *Klebsiella pneumoniae* were detected. Therefore, it is recommended for DR portable to take images after sterilizing the detector after taking each image and to use disposable vinyl covers on detectors to remove after imaging. And treatment gloves must be changed after each imaging. Also, hospital infection via portables must be prevented by complete sterilization of the controller handles of collimator which are in frequent contact during imaging and infection education of employees.

Key Words : Portable digital radiography system, Detector, Hospital infection