

# 치과진료의자에서 사용되어지는 유·무선 컴퓨터 마우스의 표면오염 조사에 관한 연구

최유리<sup>1</sup> · 이수정<sup>2</sup> · 최미숙<sup>3</sup> · 남설희<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>한림성심대학교 치위생과 조교수, <sup>2</sup>안동과학대학교 치위생과 조교수, <sup>3</sup>안동과학대학교 치위생과 교수, <sup>4</sup>강원대학교 치위생학과 부교수

## A Study on Surface Contamination Investigation of Wired and Wireless Computer Mouse Used in Dental Unit Chair

Yu-Ri Choi<sup>1</sup>, Su-Jung Lee<sup>2</sup>, Mi-Sook Choi<sup>3</sup>, Seoul-Hee Nam<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Dental Hygiene, Hallym polytechnic University, Assistant professor

<sup>2</sup>Dept. of Dental Hygiene, Andong Science College, Assistant professor

<sup>3</sup>Dept. of Dental Hygiene, Andong Science College, Professor

<sup>4</sup>Dept. of Dental Hygiene, Kangwon National University, Associate professor

**Objectives:** The purpose of this study was to provide the importance of surface management through the identification of bacteria detected on the surface of a computer mouse attached to a dental unit chair.

**Methods:** After rubbing with a sterilized cotton swab in the center of the left mouse button in the range of 1 cm × 1 cm, it was immediately put into 1.5 mL of sterile saline. colony forming units (CFUs) grown on Lysogeny broth (LB) agar plates were analyzed through Polymerase Chain Reaction (PCR).

**Results:** About 8 types of bacteria, gram-negative and gram-positive, were detected on the surface of the computer mouse attached to the dental unit chair.

**Conclusions:** Infection control in the dental office should be prevented through surface contamination management of computer mouse attached to dental unit chairs.

**Keywords** Bacterial identification, Computer mouse, Dental unit chair, Surface contamination

Received on Feb 02, 2023. Revised on Feb 13, 2023. Accepted on Feb 13, 2023.

\* Corresponding Author (E-mail: nshee@kangwon.ac.kr)

### I. 서론

전 세계적으로 유행하고 있는 COVID 19 등의 전염병 발생과 확산은 국제사회에서 큰 위협적인 요소로 대두되고 있다. 이러한 감염병의 위협은 치과 병·의원내의 원내감염 또한 예외가 아니며, 지역 내 중소형 병원들에서도 감염 우려가 점점 증가하고 있어 국민 건강을 위협하는 문제가 생겨나고 있다[1].

치과 진료실도 피해갈 수 없는 위험 공간이다. 치과 진료실은 진료의 특성상 환자와 치과 종사자 간의 접촉 거리가 가깝고, 여러 종류의 병원성 미생물에 항상 노출되어 있어, 감염의 매개 장소가 될 수 있다[2]. 특히, 진료과정에서 고속 핸드피스나 초음파 스케일러 사용 중 발생하는 다량의 에어로졸과 분진, 오염된 기구나 표면에 의한 간접 접촉은 환자-치과 종사자, 환자-환자

간의 교차 감염이 발생 될 가능성이 매우 높다[3].

교차 감염이란 환자나 병원 등에서 사람을 매개로 하는 경우 또는 사람에게서 진료기구나 기자재 등의 물품을 매개로 하여 일어나는 감염을 말한다[4]. 치과 진료실은 환자의 출입이 빈번하고 환자와 치과 종사자 간의 대화와 진료로 인한 많은 교류가 이루어지면서 교차 감염이 발생하기도 한다[5]. 병원의 환자 치료 전·후 오염된 표면을 관리하여, 여러 병원체의 전파경로로 작용되지 않도록 진료실 환경의 주의 깊은 감염관리가 요구된다[6].

2018년도에 보건복지부에서 종합병원 및 150개 이상의 병상을 갖춘 의료기관에서 감염관리 위원회를 설치하고, 감염관리를 전담하는 인력을 배치하도록 하는 등의 내용으로 의료법을 개정하는 규정을 두었지만, 치과 병·의원의 경우 입원실 등이 없어 감염관리 적용대상에 적용되지 않고 있었다. 하지만 보건복지부

에서 최근 ‘의료관련 감염 예방 종합대책’에 따르면 2022년까지 달성하고자하는 의료관련 감염관리 예방종합대책에서 의료감염관리에 대한 규모에 따라 의원급까지 감염관리 전담자 지정을 의무화하게 되었으며, 치과 병·의원도 해당되게 되었다[7].

치과 병·의원 내 감염관리를 위해서는 치과진료실 내의 오염 원인 및 경로를 이해하고 감염을 줄일 수 있는 다양한 접근과 대책마련을 위한 연구가 필요하다. 치과영역에서 미생물에 의한 오염문제를 정확하게 분석하기 위해서는 진료실 내부의 부위별로 세균 검사를 실시해야 하지만 직접적인 치과 병·의원의 실태 연구는 부족한 실정이다.

기존연구는 감염관리 인식도 및 실천도에 대한 연구가 주를 이루고 있으며[8], 치과 진료실내의 세균오염도와 세균 검출에 대한 수관조사[9] 치과 진료용 의자와 반코마이신내성 저항성 균[10] 등의 원내감염에 대한 조사가 이루어졌다. 다양한 박테리아와 바이러스에 노출되기 쉬운 치과 의료기관에서 치과 종사자와 환자를 감염원으로부터 지킬 수 있는 방법은 마스크, 보안경, 장갑, 등의 보호 장구를 반드시 착용하여야 하며, 사용되는 모든 기구 및 장비의 철저한 소독·멸균하는 등 교차 감염을 예방하기 위한 적극적인 노력을 해야 한다[11-13]. 치과진료실 내부의 치과 진료의자(Dental unit chair)의 부위별 세균오염의 연구는 이루어지고 있지만[11], 치과진료의자에 위치한 컴퓨터 마우스는 진료시 접촉은 많은 반면에 감염관리는 소홀해지기 쉬우며, 마우스표면 세균검출에 대해 분석한 선행연구는 드물었다. 또한, 치과대학병원, 치위생과 임상실습실, 치과의원에서 치과진료의자의 타구대, 3 way syringe 손잡이, 브래킷 테이블의 세균검출 비교분석을 시행한 결과 치과의원의 세균 중위수가 가장 높게 나타났다[10]. 이에 본 연구에서는 치과의원을 조사기관으로 선정하였다.

세균에 의한 감염성 질환의 전파 및 유행 가능성이 높기에 철저한 감염관리가 필요하며, 이러한 감염 위험이 높은 최전선에서 일하는 치과 종사자와 환자를 위한 감염관리에 대한 교육과 법적 규제가 필요하다. 이에 본 연구에서는 치과진료실 내 치과진료의자에 부착된 마우스 표면의 세균 오염도와 오염 균 종류를 분석하여 표면오염에 대한 감염방지의 중요성을 인식하고 감염관리에 대한 중요성을 제공하며, 표준화된 표면소독 감염관리 매뉴얼의 필요성을 제기하고자 한다. 치과진료기관에서 효율적인 감염관리지침을 마련하는데 기초자료로 사용하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구기관

경상북도 안동시에 치과의원 중 2022년 7월 1일부터 8월 30일 동안 진료실에서 치과진료의자에서 컴퓨터 마우스를 사용하는 15곳을 선별하여 마우스 표면 오염도를 평가하기 위해 치과의원별 4개씩 60개의 샘플을 채취하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 균 집락 형성평가

표면 세균 오염도를 조사하기 위해 왼쪽 마우스 버튼의 중심에 1 cm × 1 cm 범위에 멸균된 면봉으로 문지른 후 즉시 멸균 생리식염수 1.5 mL에 넣었다.

세균의 증식을 확인하기 위하여 Lysogeny broth(LB) agar에 1 mL 도말을 실시한 후 37°C의 배양기에 넣어 48시간 동안 배양하였다. 배양 후에 LB agar plate에 증식한 세균집락형성단위(colony forming units, CFUs)를 세어 표기하였다.

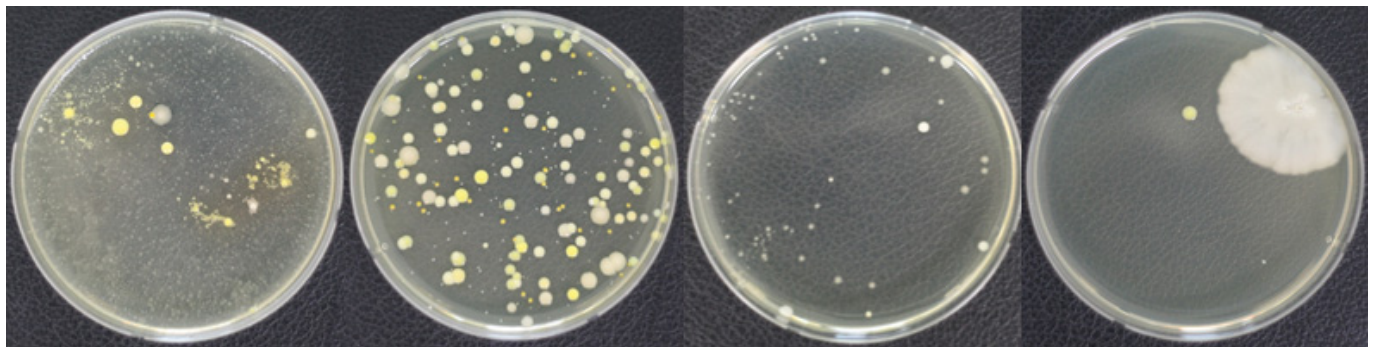
#### 2) 검출된 미생물분석

분리 및 배양된 미생물에서 사용된 미생물의 크로모솜 DNA를 주형(template)으로 16S rDNA유전자를 중합효소연쇄반응(Polymerase Chain Reaction, PCR)방법을 사용하여 증폭하였다. 균주의 DNA 증폭에 사용한 시발체는 27F(5'-AGAGTTTGATCTMTGGCTCAG-3')와 1492R(5'-TACGGYTACCTT-GTTACGACTT-3')를 이용하였다. 16S rRNA 염기서열 분석에 사용한 시발체는 785F(5'-GGATTAGATACCCCTGGTA-3')와 907R(5'-CCGTCATTCMTTTRAGTTT-3')이었다. PCR 결과물은 Montage PCR Clean up kit (Millipore, Middlesex MA, USA)를 이용하여 정제하였으며, 16S rDNA 염기서열을 확인한 후 NCBI blast를 통하여 동정하였다.

## III. 연구결과

### 1. 세균 분포 양상

기관별 세균의 검출양상을 확인한 결과, 세균의 분포양상과 형태는 Figure 1과 같았다. 세균의 집락과 모양은 다양한 형태를 나타냈으며, 채취된 검체의 세균 집락수를 측정한 결과, 평균 271.00±146.85 (CFUs/mL)로 나타났다(Figure 1, Table 1).



<Figure 1> Activity of surface microorganisms according to the presence of computer mouse in the dental office

<Table 1> Bacterial contamination levels

Group	Colony forming units (CFUs/mL)
The surface of computer mouse	271.00±146.85

<Table 2> Identification of the bacteria collected from the surface of computer mouse.

Family	Species	Type	Primer sequence (5'-3')
<i>Bacillaceae</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	-	GGA TTA GAT ACC CTG GTA
	<i>Bacillus cereus</i>	-	GGA TTA GAT ACC CTG GTA
	<i>Bacillus velezensis</i>	Gram-positive	GGA TTA GAT ACC CTG GTA
<i>Micrococcaceae</i>	<i>Micrococcus luteus</i>	Gram-positive	GGA TTA GAT ACC CTG GTA
	<i>Kocuria marina</i>	Gram-positive	GGA TTA GAT ACC CTG GTA
<i>Pseudomonadaceae</i>	<i>Pseudomonas oryzihabitans</i>	Gram-negative	GGA TTA GAT ACC CTG GTA
<i>Dermacoccaceae</i>	<i>Dermacoccus barathr</i>	Gram-positive	GGA TTA GAT ACC CTG GTA
<i>Sphingomonadaceae</i>	<i>Sphingomonas sanguinis</i>	-	GGA TTA GAT ACC CTG GTA

## 2. 검출된 세균 종류 분석

세균 종류는 총 8개로 나타났으며, *Bacillaceae*계열의 3종류인 *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus velezensis*로 나타났다. *Micrococcaceae* 계열에서는 *Micrococcus luteus*, *Kocuria marina*의 2종류로 나타났다. 그 외에는 *Pseudomonas oryzihabitans*, *Dermacoccus barathr*, *Sphingomonas sanguinis*, *Polyporales sp* 종류로 확인 되었다. 이 중에서 가장 많이 검출된 균은 *Bacillus subtilis*, *Bacillus velezensis*으로 나타났다<Table 2>.

## IV. 고찰

치과 종사자는 여러 측면의 효과적인 예방 조치와 감염관리 방법으로 치과 진료실 내에서 전파될 수 있는 질병의 확산을

차단하고 그 정도를 약화시켜 교차 감염을 최소화함으로써, 치과 종사자 본인과 환자 그리고 지역주민을 감염성 질환으로부터 보호해야 한다. 치과진료환경은 치과진료 종사자들에게 감염을 일으키는 많은 종류의 미생물에 직면하게 한다[5].

치과진료환경의 세균검출에 대한 연구에 의하면 타구대에서 가장 높은 표면 오염도를 나타냈고, 수관에서는 3 way syringe에서 가장 많은 세균이 검출되었다[1]. 본 연구에서는 치과진료실의 세균을 분석하기 위하여 특히 진료 시 가장 자주 활용하지만 감염관리가 잘 이루어지지 않는 치과진료의자에 부착된 컴퓨터 마우스 표면의 세균을 채취하였다. 교차 감염 및 병원성 감염을 일으킬 수 있는 위험이 산재되어 있으며, 위험성이 날이 높아짐에 따라 다양한 감염성 질환에 이환될 수 있음을 인식하고 정확한 지식을 갖추어 이를 토대로 교차 감염의 위험에 노출되는 상황을 미연에 방지하고 차단해야한다. 진료실 내 감염관리에 실용적이고 체계적인 감염관리 지침을 마련하는 기초가 될 수 있는 자료를

제공하고자 수행되었다.

치과진료의자의 마우스에서 검출된 세균 집락수의 측정 결과,  $271.00 \pm 146.85$  (CFUs/mL)로 나타나 진료실 내의 표면 세균 오염도에 관한 선행연구에서 확인한 결과, 치과진료의자 어깨 등받이, 라이트 손잡이에서 나타나는 경향보다 낮게 나타났다[11].

선행연구에서 치과 진료 시 교차 감염의 심각한 원인으로 가장 많이 우려되어 지는 균들은 *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Diphtheroids*, *Lactobacilli*, *Staphylococci*, *Streptococci*, *Mycobacterium* 균들로 hepatitis C virus (HCV) hepatitis B virus (HBV) 등의 원인 균들로 밝혀져 있다[14].

본 연구에서 순수분리 동정된 균들은 크게 *Bacillus*, *Micrococaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Dermaococaceae*, *Sphingomonadaceae*의 종류로 나타났으며, *Bacillaceae* 균이 가장 많은 종으로 확인되었다. 치과진료의자와 라이트 손잡이, 타구대의 표면세균을 검출한 선행연구에 의하면 *Micrococcus luteus*균이 치과진료의자와 타구대에서 검출되었으며, *Bacillus cereus* 균과 *Bacillus subtilis*은 대구대에서 나타나 진료실에서 일반적으로 나타나는 균으로 확인 할 수 있었다[9].

*Bacillaceae*은 간균으로 수막염, 요로감염에서 패혈증 등의 감염을 일으키는 종류로 대부분은 면역결핍이 일어난 숙주 또는 2차 감염으로 발생한다. *Bacillus subtilis* 균은 고초균으로 불리며 비병원성이나 사람 눈이나 만성질환자의 요로감염을 일으킬 수 있으며 가장 흔하게 발견되는 균이다[15]. *Bacillus cereus* 균은 열에 강한 포자를 형성하여 식중독을 일으킬 수 있으며, *Bacillus velezensis*는 자연계에서 흔히 발견되는 균주로 알려져 있다.

*Micrococcus* 속의 균은 두 가지가 발견되었으며, 일반적으로 비병원성의 박테리아이지만 HIV 환자 등 면역체계가 손상된 사람에게는 *Micrococcus* 감염이 드물게 일어난다. 해당 균은 병원에서 흔하게 나타나는 균으로 치과 병·의원에서 나타나는 특이성을 가지는 균은 아니라고 할 수 있다[16]. *Micrococcus luteus* 균은 토양, 먼지, 물, 공기, 포유류의 피부, 식물에서도 일부 발견되며 심내막염, 패혈성 관절염, 수막염 및 폐렴, 비강, 상기도 호흡기, 구강 점막에서 상재하는 균주로 뇌막염, 균혈증을 일으킨다고 알려져 있다[17]. 정의 연구에서는 *Micrococcus luteus*균이 치과의 컴퓨터 키보드에서 검출되어 본 연구와 같은 결과를 나타냈다[18]. *Kocuria marina*균은 그람양성 호기성, 비운동성균으로 인체감염은 드물지만 면역력이 저하되어있는 환자에게서 감염을 일으키는 균으로 알려져 있다[19].

*Pseudomonadaceae*는 그람음성 호기성균으로 다양한 대사형태를 띠는 균이며, 그 중에서 본 연구에서 확인된 *Pseudomonas*

*oryzihabitans*은 패혈증, 복막염, 안내염 및 균혈증을 유발할 수 있는 비발효성 황색 색소를 가지고 있는 그람음성 세균이다. 여러 환경적 요소에 의해 나타나는 기회감염 병원체이므로 감염 관리 시 주의해야하는 균으로 알려져 있으며[20], 영상의학과 환자 및 방사선사의 접촉이 빈번한 촬영장치의 표면오염 균주의 확인과정에서 발견된 *Pseudomonas oryzihabitans*가 검출되어 병원에서 자주 검출되는 균으로 확인 할 수 있었다[16].

*Dermaococaceae* 속은 *Micrococcales*에 속하는 방선균으로 포자를 형성하지 않고 운동성이 없지만 피부에 발생하는 균으로 그중 본 연구에서 발견된 *Dermaococcus barathri* 균은 호기성으로 비운동성 방선균으로 불리는 균으로 확인된다[21].

*Sphingomonas*은 해상 및 육상의 다양한 환경에서 발견되고 있으며, 호기성 박테리아로 자연에서 흔히 확인할 수 있다. 병원에서도 자주 발견되는 균 중에 하나이지만 병원성이 없다[22].

본 연구를 통하여 치과의원의 진료실에 존재하는 세균 종류와 세균 양을 확인할 수 있었다. 특히 병원감염의 중요한 원인균으로 감염관리에 영향을 주는 *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Micrococcus luteus*, *Pseudomonas oryzihabitans* 균들이 마우스에서 검출되어, 감염관리측면에서 중요하게 적용해야 할 것으로 보인다.

치과진료의자에 부착된 컴퓨터 마우스는 직접적인 치과의원 내 균의 접촉이나 진료에 활용되지는 않지만, 진료 중이나 진료 후의 의료진에 의해 병원성 미생물의 전달가능성을 확인할 수 있었다. 따라서 치과의원에서 치과종사자와 환자의 안전을 지키기 위해서는 원 내 감염관리 및 실천을 철저히 해야 하며, 진료실 내에 감염이 우려되는 부위는 구체적인 감염관리 체계수립 및 실천이 필요하다. 본 연구의 결과를 바탕으로 표면오염으로 발생할 수 있는 교차 감염의 문제를 인식하여 치과 내 감염관리에 대한 올바른 인식과 실제로 실천행위가 이루어질 수 있도록 이에 대한 교육 및 제도적 마련이 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구 결과 진료실 내의 감염이 우려되는 부위인 치과진료의자에 부착된 컴퓨터 마우스의 세균 검출을 조사한 결론은 다음과 같다.

1. 검출된 세균의 분포는 세균의 집락과 모양은 다양한 형태를 나타냈으며, 채취된 검체의 세균 집락수를 측정한 결과,

평균 271.00±146.85(CFU/mL)로 나타났다.

2. 검출된 세균의 종류는 8개의 종류로 나타났으며, *Bacillaceae* 계열의 3종류인 *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus velezensis*로 나타났다. *Micrococcaceae* 계열에서는 *Micrococcus luteus*, *Kocuria marina*의 2종류로 나타났다. 그 외에는 *Pseudomonas oryzihabitans*, *Dermacoccus barathr*, *Sphingomonas sanguinis*의 종류로 확인되었다.

이상의 결과를 종합해볼 때, 치과진료실 내의 환경 개선과 적절한 병원 감염균의 확산 방지를 위해 치과 진료실 내의 치과진료의자의 컴퓨터 마우스 외에도 치과진료실 내부의 부위별 구체적인 감염관리실천 지침이 필요할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

1. Yun KO, Park HJ, Son BS:A study on bacterial concentrations in dental offices. *Journal of Environmental Health Sciences* 40(6):469-476, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5668/JEHS.2014.40.6.469>
2. Haley R, Morgan W, Cluver D, et al:Up date from the SENIC project. Hospital infection control: recent progress and opportunities underprospective payment. *American Journal of Infection Control* 13(3):97-108, 2003.
3. Woo SH, Kwag JS, Ju OJ, Lim KO:A study on the implementation of infection control at dental offices. *Journal of Korean Society of Dental Hygiene* 9(3):282-292, 2009.
4. Shin SY, Yang YM, Kim MA, Kim JO, Baik BJ. The effectiveness of clinical sterilization methods in dental air/water syringes. *Journal of the Korean Academy of Pediatric Dentistry* 40(4): 268-273, 2013.
5. Cho YJ, Yoon SJ, Ahn HS, Kim SD, Park GH:A Study on infection control practices among dental hygienists. *Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health Care* 10(2):190-204, 2003.
6. Otter JA, Yezli S, Salkeld JAG, French GL:Evidence that contaminated surfaces contribute to the transmission of hospital pathogens and an overview of strategies to address contaminated surfaces in hospital settings. *American Journal of Infection Control* 41(5):S6-S11, 2013.  
DOI: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23622751>
7. Kang MK, Kim SK, Kim JH, et al:The main tasks of a dental infection-control coordinator and awareness about education. *Journal of Dental Hygiene Science* 10(1):1-9, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.12972/kjcdh.20220001>
8. Kim KM, Jung JY, Hwan YS:A Study on the state of infection control in dental clinic. *Journal of Korean society of Dental Hygiene* 7(3):213-230, 2007.
9. Yun KO, Kim HY:A study regarding bacterial contamination of surfaces in dental offices. *Korean Journal of Clinical Laboratory Science* 47(4):279-285, 2015.  
DOI: 10.15324/kjcls.2015.47.4.279
10. Hwang GB, Seong YK, You AR, et al:Comparison of Bacterial Counting on Dental Unit Chair according to Dental Clinical Institutions. *Korean Journal of Clinical Dental Hygiene* 3(2):1-9, 2015.
11. Yun KO, Bea SS, Choi YS:A study practice of infection control for dental office and dental hygienist and bacterial contamination of dental office surface. *The Journal of the Korea Contents Association* 19(5):511-519, 2019.  
DOI: 10.5392/JKCA.2019.19.05.511.
12. Lee YH, Choi SM:The Cognition and Practice of Infection Control in Dental Workplace. *Journal of the Korean Society of Radiology* 9(6):409-416, 2015.  
DOI: 10.7742/jksr.2015.9.6.409.
13. Nam SM:A study on infection control practices by dental hygienists. *Journal of Korean society of Dental Hygiene* 11(1):159-186, 2011.
14. Kugel G, Perry RD, Ferrari M, Lalicata P:Disinfection and communication practices: a survey of U.S. dental laboratories. *Journal of the American Dental Association* 131(6):786-792, 2000.
15. Kedjarune U, Kukiattrakoon B, Yapong B, Chowanadisai S, Leggat P:Bacterial aerosols in the dental clinic: effect of time, position and type of treatment. *International Dental Journal* 50(2):103-107, 2000.
16. Shin JS, Park CW, Jeon BK:Analysis on infection control of general hospital radiology. *Journal of the Korean Society of Radiology* 6(5):335-342, 2012.
17. Miltiadous G, Elisaf M:Native valve endocarditis due to *Micrococcus luteus* a case report and review of the literature. *Journal of Medical Case Reports* 5:251-253, 2011.
18. Jung SY, Park MA, Jung HI, BI Kwon:Nosocomial Infectious Bacterial Contamination on Dental Hospital Environments and Staffs *Journal of Korean Society of Oral Health*

- Science 4(1): 10-16, 2016.
19. Pulcrano G, Balzaretto M, Grosini A, Piacentini V, Poddighe D: First report of *Kocuria marina* bloodstream infection unrelated to a central venous catheter: a mini-review on an emerging and under-recognized opportunistic pathogen. *Le Infezioni in Medicina* Mar 1;25(1):71-74, 2017.
20. Tena D, Fernández C: *Pseudomonas oryzae* habitans: an unusual cause of skin and soft tissue infection. *Infectious Diseases* 47(11):820-824, 2015.
21. Lee LH, Cheah YK, Sidik SM, et al: *Barrientosii* *monas* *humi* gen. nov., sp. nov., an actinobacterium of the family Dermacoccaceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 63(1):241-248, 2013.  
DOI: 10.1099/ij.s.0.038232-0
22. Asaf S, Numan M, Khan AL, Harrasi AA: *Sphingomonas*: from diversity and genomics to functional role in environmental remediation and plant growth. *Critical Reviews in Biotechnology* 40(2):138-152, 2020.  
DOI: 10.1080/07388551.2019.1709793