Korean Journal of Clinical Dental Hygiene

Original Article

치과보철물에 대한 미생물 오염도 평가

임이랑, 김기림*
경북대학교 일반대학원 치위생학과

Assessment of Microbial Contamination of Dental Prostheses

Lee-Rang Im, Ki-Rim Kim*
Department of Dental Hygiene, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

*Corresponding Author: 김기림, (37224) 경상북도 상주시 경상대로 2559 경북대학교 상주캠퍼스 치위생학과, Tel: (054) 530-1422, Fax: (054) 530-1429, E-mail: rim0804@knu.ac.kr

Received: January 22, 2024
Revised: March 13, 2024
Accepted: March 13, 2024

Abstract

Objective: Various dental prostheses, such as crowns and dentures, are crafted in dental laboratories and then applied within the patient's mouth in dental institutions. However, dental workers rarely disinfect them before application. Therefore, we investigated the bacterial contamination of various intraoral prostheses to confirm the importance of infection control. **Methods:** Bacterial samples were collected from 23 dental prostheses (including six gold crowns, seven zirconia crowns, four porcelain-fused-to-metal crowns, and six dentures) in dental laboratories and dental institutions in Gyeongsangbuk-do, Korea. These samples were inoculated onto 3M Petrifilm for general aerobic bacteria and *Staphylococcus aureus*, respectively. The colonies that formed after 48 hours of culture were counted. **Results:** General aerobic bacteria and *S. aureus* were detected on the majority of dental prostheses, with dentures showing the highest presence (p=0.003). Neither aerobic bacteria nor *S. aureus* showed statistically significant differences between dental institutions and laboratories. A positive correlation was noted between the denture and the denture in terms of general aerobic bacteria and *S. aureus* detection (r=0.829, p<0.05). **Conclusion:** As a result, many bacteria were detected in most dental prostheses. Therefore, there is a need to recognize the risk of cross-infection through dental prosthesis and to establish specific infection control guidelines.

Key words: Bacteria, Contamination, Dental prosthesis, Infection control

색 인: 세균, 오염, 치과보철물, 감염 관리

Copyright © 2023 by Korean Journal of Clinical Dental Hygiene. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0)

1. 서론

환자가 의료 서비스를 받는 동안 다양한 경로를 통해 발생하는 의료관련감염(Healthcare associated infection, HACI)은 약물부작용과 수술 합병증 등을 일으키며, 미국에서 10대 사망 원인 중 하나로 보고되었다(1). 의료관련감염은 환자의 생명과 건강에 심각한 영향을 미칠 수 있는 문제이며, 치과의료기관 또한 그 영향을 피해갈 수 없다. 치과의료기관은 진료 특성상 환자가 입을 벌리고 있고 환자와 의료진의 접촉 거리가 가까운 상태에서 혈액이나 타액, 오염된 물체와의 접촉 등을 통해 병원체에 노출될 수 있다(2). 치과 진료 시 사용되는 핸드피스나 초음파 스케일러 등의 다양한 장비들은 에어로졸을 발생시키며 이로 인한 교차감염 가능성이 높고, 오염된 기구의 접촉으로 인한 위험성 역시 내과나 정형외과 등 타 의료기관에 비해 높기 때문에 이와 관련된 연구들은 다양하게 이루어지고 있다(3-5).

이러한 교차감염의 위험성에 대해 주로 치과용 기구들에 주목하지만, 치과보철물을 통한 교차감염의 가능성도 고려해 보아야 한다. 치과 보철은 손상 또는 결손된 치아를 인공 보철물로 복원하여 심미·기능적으로 회복하는 치과 치료로 많은 치과의료기관에서 일상적으로 시행되며, 이와 관련된 치과보철물은 치과기공소에서 제작된다. 많은 사람들에게 적용되는 치과보철물 종류 중 크라운(Crown)은 손상된 치아에 인공 치관으로 덮어 씌우는 고정성 보철물이며, 의치(Denture)는 전체 또는 부분 치아 상실로 인해 적용되는 가철성 보철물이다. 의치는 잔존치아가 남아있는 경우에는 잔존치아의 지지를 받는 국소의치와 상악 또는 하악의 모든 치아가 상실된 무치악 상태의 경우 구강 점막에 지지되는 총의치로 구분된다. 이러한 크라운과 의치는 대부분 치과기공소에서 제작된다. 이전의 연구를 통해 치과보철물을 제작하는 치과기공소에서 사용하는 다양한 장비에서 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus, S. aureus*)을 포함한 다양한 세균이 발견되었다고 보고되어 있으며, 치과기공사들의 소독 실천율 또한 낮은 것으로 나타났다(6, 7). 이렇게 감염관리가 이루어지지 않는 치과기공소에서 제작된 치과보철물은 치과의료기관으로 전달되어 바로 환자의 구강 내에 장착된다. 또한 치과종사자들의 치과보철물에 대한 감염관리의 인식이 낮아 환자에게 적용되기 전 소독 처리를 수행하는 경우는 많지 않기 때문에 교차감염의 위험성이 매우 높다(8).교차감염을 일으키는 많은 미생물 중 황색포도상구균은 세균성 병원체로 피부감염, 폐렴 및 기타 호흡기 감염, 심혈관 감염, 심한 경우 균혈증을 일으킬 수 있다(9). 특히 메티실린(Methicillin)과 반코마이신(Vancomycin) 항생제에 내성을 가지는 MRSA (Methicillin-resistant *S. aureus*)와 VRSA (Vancomycin-resistant *S. aureus*)와 같은 다제내성균의 출현은 의료관련감염을 일으켜 전 세계적으로 문제가 되고 있다(10). 치과에서도 이러한 다제내성균에 의한 의료관련감염의 위험성이 높기 때문에 치과진료실 내 유닛체어 및 장비에 대한 감염관리 뿐만 아니라 환자에게 장착되는 치과보철물에 대한 소독이나 멸균이 중요하다. 하지만 치과의료기관이나 치과기공소에 보관 중인 보철물의 미생물 오염도 연구나 환자의 구강 내 장착하기 전 보철물의 감염관리에 대한 연구 등 치과보철물에 관한 감염 연구들은 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 다양한 종류의 치과보철물에서 황색포도상구균을 포함한 일반 세균들의 오염 수준을 확인함으로, 치과보철물의 감염관리에 대한 필요성을 제시하고 교차감염을 예방하기 위한 보철물의 감염관리 지침 개발의 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 연구대상

2023년 5월 26일부터 6월 28일까지 경상북도 지역에 위치하는 종합병원 1개소, 치과의원 1개소, 치과기공소 2개소를 선정하여 환자에게 장착되기 전 치과보철물이 조사되었다. 치과보철물 종류는 총 23개로 골드 크라운(Gold crown, Gold Cr) 6개, 지르코니아 크라운(Zirconia crown, Zirconia Cr) 7개, PFM 크라운(Porcelain-Fused-to-Metal crown, PFM Cr) 4개, 의치(Denture) 6개로 대구치 부위를 선정하였다(Figure 1). 크라운은 교합면과 인접면, 설면, 협면을 포함한 외면 전체 부위와

내면 전체 부위를 조사하였다. 부분의치와 총의치를 포함한 모든 의치는 외면은 크라운과 동일한 대구치를 선정하였고 내면은 의치의 분홍색 레진 부위를 크라운 내면과 동일한 면적으로 조사하였다.

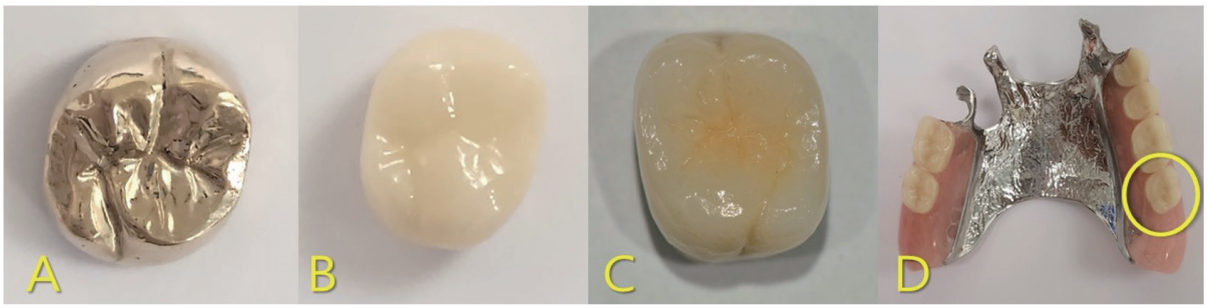


Figure 1. Types of dental prosthesis studied in the experiment. (A) Gold crown, (B) Zirconia crown, (C) Porcelain-Fused-to-Metal crown, (D) Denture

2.2 연구방법

미생물 채취는 멸균면봉이 포함된 Transport medium (Asan Pharmaceutical Co., Ltd, Seoul, Korea)를 사용하였다. 멸균면봉으로 치과보철물의 외면과 내면을 상·하·좌·우 방향으로 10회씩 문지른 후 5ml 멸균생리식염수에 넣고 Vortex mixer (Vortex-Genie 2, Bohemia, NY, USA)로 60초 동안 균질화하였다. 일반 호기성세균(Aerobic bacteria)을 관찰하기 위한 3M™ Petrifilm™ aerobic count plate (3M Korea, Seoul, Korea)와 황색포도상구균을 관찰하기 위한 3M™ Petrifilm™ staph express count plate (3M Korea)에 세균현탁액을 2 ml씩 접종하여 가볍게 도말하였다. 총 23개의 치과보철물 당 세균별 petrifilm 배지를 각각 2장씩 사용하였다.

각 배지는 35±1°C의 배양기에서 48시간 동안 배양한 후, aerobic count plate에 형성된 붉은색 집락과 staph express count plate에 형성된 적자색 집락의 수를 계수하여 ml당 집락형성단위(Colony Forming Unit, CFU)로 계산하였다.

2.3 통계분석

Shapiro-Wilk 검정으로 데이터의 정규성을 확인하였다. 치과보철물 종류별 세균 CFU/ml의 차이는 Kruskal-Wallis 검정을 통해 확인하였고, Dunn's test로 사후검정을 하였다. 치과의료기관과 치과기공소 간 세균 CFU/ml의 차이는 Mann-Whitney 검정을 통해 확인하였다. 치과보철물 종류별 일반 호기성세균과 황색포도상구균 간의 상관관계를 확인하기 위해 Spearman 상관분석을 시행하였다. 모든 통계분석은 IBM SPSS program (IBM SPSS Statistics 26, IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며 유의수준은 0.05로 설정하였다.

3. 연구결과

1. 치과보철물의 종류에 따른 세균 수 차이

치과보철물의 종류에 따른 일반 호기성세균과 황색포도상구균의 CFU/ml을 확인한 결과, 일반 호기성세균은 의치, 지르코니아 크라운, 골드 크라운, PFM 크라운 순으로 나타났으며 통계적으로 유의하였다(p=0.003)(Table 1). 황색포도상구균의 CFU/ml은 의치, 지르코니아 크라운, PFM 크라운, 골드 크라운 순으로 나타났으며 통계적으로 유의하였다(p=0.003)(Table 1). 특히 크라운에 비해 의치에서 일반 호기성세균과 황색포도상구균 모두 확연하게 높게 나타났다.

Table 1. Levels of general aerobic bacteria and *Staphylococcus aureus* by type of dental prosthesis

Bacteria	Dental prosthesis	N	Minimum (CFU/ml)	Median (CFU/ml)	Maximum (CFU/ml)	Mean rank (CFU/ml)	*p*-value*
Aerobic bacteria	Gold Cr	6	0.00	0.50	1.50	8.00	0.003*
	Zirconia Cr	7	0.00	0.50	1.50	10.50	
	PFM Cr	4	0.00	0.25	2.00	7.88	
	Denture	6	26.00	76.50	567.00	20.50	
S. aureus	Gold Cr	6	0.00	0.00	1.00	7.92	0.003*
	Zirconia Cr	7	0.00	0.00	4.00	10.64	
	PFM Cr	4	0.00	0.00	1.00	8.63	
	Denture	6	1.00	7.00	314.00	19.92	

*p-value obtained by the Kruskal-Wallis test

2. 치과의료기관과 치과기공소 간 치과보철물의 세균 수 차이

치과의료기관과 치과기공소에서의 치과보철물의 일반 호기성세균과 황색포도상구균의 CFU/ml의 차이를 확인하였다. 그 결과, 일반 호기성세균과 황색포도상구균 모두 치과의료기관보다 치과기공소에서 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

Table 2. Levels of general aerobic bacteria and *Staphylococcus aureus* in dental prostheses at dental institutions and dental laboratory

	Mean rank (CFU/ml)		*p*-value*
	Dental institution	Dental laboratory	
Aerobic bacteria	11.71	12.44	0.795
S. aureus	11.50	12.78	0.632

*p-value obtained by the Mann-Whiteny test

3. 치과보철물의 종류별 일반호기성세균과 황색포도상구균의 상관관계

치과보철물의 종류별 일반 호기성세균과 황색포도상구균 간의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 의치에서 호기성세균과 황색포도상구균 사이에 유의한 상관관계가 확인되었다(r=0.829, p<0.05)(Table 3).

Table 3. Correlation between general aerobic bacteria and *Staphylococcus aureus* by type of dental prosthesis

		Aerobic bacteria				*S. aureus*			
		Gold Cr	Zirconia Cr	PFM Cr	Denture	Gold Cr	Zirconia Cr	PFM Cr	Denture
Aerobic bacteria	Gold Cr	1.000							
	Zirconia Cr	0.408	1.000						
	PFM Cr	-0.778	-0.943	1.000					
	Denture	-0.598	0.098	0.949	1.000				
S. aureus	Gold Cr	0.548	0.447	-0.544	-0.393	1.000			
	Zirconia Cr	-0.129	0.422	-0.389	0.093	0.707	1.000		
	PFM Cr	-0.272	-0.577	0.816	0.775	-0.333	-0.544	1.000	
	Denture	-0.359	-0.098	0.632	0.829*	-0.655	-0.463	0.775	1.000

*p<0.05 by Spearman rank correlation coefficient

4. 고안

치과진료환경은 타 의료기관에 비하여 다양한 교차감염의 위험성이 높은 곳으로, 치과종사자들은 이를 예방하기 위하여 발생할 수 있는 모든 위험을 차단해야 한다. 환자의 분비물이 포함된 에어로졸과 분진의 발생으로 인한 교차감염의 위험성이 높은 치과진료실 내 치과감염관리의 중요성은 많은 치과종사자들이 인지하고 있으며 감염관리에 대한 교육과 연구가 다양하게 이루어지고 있다(3, 4, 11-13). 그러나 진료실 외부인 치과기공소에서 제작되는 치과보철물은 환자의 구강 안과 밖을 여러 번 오가며 교합 및 적합 과정을 거치고, 필요한 경우 치과진료실과 치과기공실을 거치면서 교차감염을 일으킬 수 있다(6). 특히 이전 연구에서 의치의 경우 미생물의 오염도가 매우 높기 때문에 의치의 연마 및 교정과정에서 치과종사자들과 치과기공사, 환자 간에 교차감염의 매개체로 작용하므로 의치의 이동 과정 사이에 적절한 소독이 필요하다고 하였다(14, 15). 우리의 결과에서도 조사된 모든 종류의 크라운에 비해 의치에서 일반 호기성세균과 황색포도상구균 모두 월등하게 높은 수가 확인되었다(Table 1).

황색포도상구균은 사람의 정상세균총이지만 다양한 항생제에 강한 내성을 갖는 대표적인 다제내성균인 MRSA와 VRSA가 출현하면서 의료관련감염의 주요 원인균으로 알려져 있다(10). 특히 병원에서 교차감염의 매개체로 작용하며, 한정된 장소 내에서는 공기를 통해서도 감염될 수 있기 때문에 에어로졸 발생이 많은 치과진료실은 감염 위험성이 매우 높다. 치과대학병원이나 치과의원 등 다양한 치과진료실에서의 MRSA나 VRSA를 포함한 황색포도상구균의 검출은 이전 연구들을 통해 보고되어 왔기 때문에 많은 치과종사자들이 이에 대해 인지하고 있어 진료실 내 환경은 대체적으로 감염관리가 잘 이루어지고 있다(16, 17). 그러나 우리의 연구에서 환자에게 장착되기 전 모든 종류의 크라운과 의치를 포함한 치과보철물 대부분에서 황색포도상구균이 검출되었고, 여러 단계의 제작과정을 거치는 의치의 경우 크라운과 동일 면적을 조사했음에도 불구하고 독보적으로 높은 세균이 검출되었다(Table 1). 제작된 보철물을 환자에게 장착하는 과정 중에 환자의 타액이나 혈액 등 분비물들이 접촉하고 연마용 치과장비들이 사용되면서 더 많은 세균이 치과보철물에 오염되어 환자의 구강 내에 적용될 것이다. 만약 다양한 전신질환으로 면역력이 낮거나 구강 내 상처나 염증이 있는 경우 오염된 치과보철물로 인해 감염성 질환이 유발될 수 있다.

치과용 의치상 재료 중 하나인 폴리메틸메타크릴레이트(Polymethyl methacrylate, PMMA)는 높은 온도와 건조한 환경에서 변형이 일어날 수 있어 차가운 물에서 보관해야 하기 때문에 대부분의 치과기공소와 치과의료기관에서는 완성된 의치를 물에 담아 보관한다(18). 그러나 물에 보관한 의치는 의치세정제에 보관한 의치에 비해 의치 표면에서 생물막(Biofilm)의 세균과 칸디다균(*Candida albicans*) 수가 모두 확연하게 높게 나왔다는 연구결과가 보고되어 있다(19). 따라서 물에 보관 의치는 다른 보철물에 비해 세균수가 높게 측정된 것으로 사료되며 환자에게 장착하기 전 의치 보관에 대해서도 조금 더 세심한 감염관리가 필요하다. 특히 의치를 사용하는 주 연령층은 평균 71세로 면역력이 낮은 고령 환자로 감염에 취약하기 때문에 의치의 감염관리가 더욱 중요하다(20). Alqarni H et al.(21)은 치과의료기관과 치과기공소 간의 교차감염을 관리하는 것이 치과종사자와 환자의 건강을 위해 중요하기 때문에 다양한 문헌을 검토하여 환자에게 치과보철물을 적용하기 전 보철물을 부식시키지 않는 클로르헥시딘에 침적하여 세균 수를 감소시키는 것이 추천된다고 하였다.

치과의료기관과 치과기공소에서의 치과보철물의 오염도에는 유의한 차이가 없었는데(Table 2), 이는 치과기공사와 치과종사자 모두 보철물에 대한 감염관리가 미흡하다고 볼 수 있다. Jeon HS 와 Lee JH(8)은 치과보철물 제작 과정에서 치과의사와 치과위생사, 치과기공사를 대상으로 감염관리에 대한 인지도와 실천도를 조사한 결과 감염관리 인지도가 높을수록 실천도가 높게 나타났지만 인지도에 비해 실천도는 낮게 나타났다고 보고하였다. 또한 감염관리 지침서를 보유한 경우 인지도가 높았다고 하였다. 치과용 유닛체어나 장비 등 치과진료실 내 기구나 장비의 소독 및 표면과 수관관리에 대한 다양한 교육과 세미나, 연구들을 통하여 대부분의 치과종사자들이 치과진료실 내 감염관리에 대한 인지도가 높고 실천도 또한 높다(22, 23). 따라서 치과보철 진료과정에서의 감염관리와 치과보철물에 대한 소독과 관련된 보수교육이나 세미나 등을 통한 교육

과 연구활동을 통한 교차감염의 위험성을 강조함으로써 치과기공사를 포함한 모든 치과종사자들의 감염관리에 대한 인지도를 높일 필요가 있다

의치와 같이 많은 세균이 검출된 경우 일반 호기성세균과 황색포도상구균 사이에 유의한 상관관계가 확인되었다(Table 3). 우리의 이전 연구에서 치과용 파노라마 방사선 장비의 환자와 치과위생사의 접촉 부위에서 세균을 검출한 결과, 세균이 많이 검출된 부위에서 일반 호기성세균과 황색포도상구균 사이 유의한 상관관계가 나타났다(5). 또한 병원 내 수술실과 중환자실의 미생물 오염도를 조사한 연구에서 황색포도상구균의 검출률이 높았으며 황색포도상구균이 많을수록 다양한 세균도 많이 검출되었다고 보고하였다(24). 세균이 많은 곳에 황색포도상구균 또한 높은 빈도로 존재한다고 볼 수 있기 때문에 모든 세균에 대한 광범위한 소독제를 이용한 감염관리가 수행되어야 한다.

본 연구는 경상북도 지역의 치과의료기관과 치과기공소를 무작위로 선정하였으며 치과의료기관은 환자에게 치과보철물을 구강에 장착하기 전 특별한 소독절차가 없다고 하였다. 치과기공소 또한 보철물을 제작한 후 간단한 스팀 또는 초음파 세척 정도는 하지만 모든 보철물이 세척되어 치과의료기관으로 보내지는지는 확인하지 않는다고 하였다. 따라서 본 연구는 환자에게 장착 전 치과보철물 소독 여부, 각 기관 내 감염관리지침서 유무, 치과종사자들의 감염관리교육 이수 여부 등 치과보철물 관리와 이에 대한 감염관리 인식에 대한 전반적인 조사는 이루어지지 않았음으로 일반화하는데 한계가 있다. 추후 치과보철물의 샘플 수를 늘려 다양한 세균의 분포도 실험과 설문을 통한 치과의료기관의 규모와 치과종사자들의 인지도나 실천도를 함께 조사하여 체계적인 분석을 수행할 계획이다. 이를 통해 치과의사와 치과위생사, 치과기공사의 치과보철물에 대한 감염관리의 중요성에 대한 인지도 향상과 치과보철 진료과정에서의 감염관리체계 확립 및 치과보철물 소독에 대한 구체적이고 명확한 지침서 개발을 위한 기초자료로 활용되기를 기대한다.

5. 결론

본 연구는 경상북도 지역의 일부 치과의료기관과 치과기공소에서의 치과보철물을 대상으로 일반 호기성세균과 황색포도상구균의 오염도를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 골드 크라운과 지르코니아 크라운, PFM 크라운, 의치에서 일반 호기성세균과 황색포도상구균이 모두 검출되었고, 치과보철물 종류 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p=0.003). 두 세균 모두 의치에서 가장 높게 검출되었다.

2. 일반 호기성세균과 황색포도상구균 모두 치과의료기관보다 치과기공소에서 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

3. 치과보철물 중 의치에서 호기성세균과 황색포도상구균 사이에 유의한 상관관계가 확인되었다(r=0.829, p<0.05).

이와 같이 대부분의 치과보철물에서 황색포도상구균을 포함한 세균들이 검출되었고, 특히 의치에서의 오염도가 확연하게 높았다. 따라서 치과기공소와 치과의료기관에서는 치과보철물에 대한 감염관리를 통해 교차감염을 예방함으로 환자와 치과종사자들의 건강을 지켜야 하며, 이를 위해 구체적인 치과보철물에 대한 감염관리 체계가 구축될 필요가 있다.

Author contributions

Conceptualization, Supervision, Funding acquisition and Writing—review & editing: KR Kim. Investigation, Data curation, Formal analysis and Writing—original draft: LR Im.

References

1. Haque M, Sartelli M, McKimm J, Abu Bakar M. Health care-associated infections - an overview. Infect Drug Resist 2018;11:2321-2333. 10.2147/IDR.S177247.

2. Sebastiani FR, Dym H, Kirpalani T. Infection control in the dental office. Dent Clin North Am 2017;61(2):435-457. 10.1016/j.cden.2016.12.008.
3. Choi JJE, Chen J, Choi YJ et al. Dental high-speed handpiece and ultrasonic scaler aerosol generation levels and the effect of suction and air supply. Infect Control Hosp Epidemiol 2023;44(6):926-933. 10.1017/ice.2022.196.
4. Zemouri C, Volgenant CMC, Buijs MJ et al. Dental aerosols: microbial composition and spatial distribution. J Oral Microbiol 2020;12(1):1762040. 10.1080/20002297.2020.1762040.
5. Im LR, Min JH, Kim KR. Bacterial contamination of digital panoramic dental X-ray equipment. J Dent Hyg Sci 2023;23(4):343-350. 10.17135/jdhs.2023.23.4.343.
6. Naz A, Hanif S, Kumar B, Musharraf H, Lone MA, Tariq A. Evaluation of cross infection control awareness and practices in dental laboratories. Pak Oral Dent J 2020;40(2):98-102.
7. Shetty M, Thulasidas N, John N, Hegde C. Microbial analysis and determination of antibiotic susceptibility of dental laboratory equipments and laboratory attire. Contemp Clin Dent 2018;9(4):607-612. 10.4103/ccd.ccd_569_18.
8. Jeon HS, Lee JH. The study of awareness and practice of infection control on dental practitioners during the prosthodontic treatment. J Korean Acad Prosthodont 2015;53(3):189-197. 10.4047/jkap.2015.53.3.189.
9. Cheung GYC, Bae JS, Otto M. Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. Virulence 2021;12(1):547-569. 10.1080/21505594.2021.1878688.
10. Salge TO, Vera A, Antons D, Cimiotti JP. Fighting MRSA infections in hospital care: how organizational factors matter. Health Serv Res 2017;52(3):959-983. 10.1111/1475-6773.12521.
11. Balanta-Melo J, Gutiérrez A, Sinisterra G et al. Rubber dam isolation and high-volume suction reduce ultrafine dental aerosol particles: an experiment in a simulated patient. Appl Eng Sci 2020;10(18):1-10. 10.3390/app10186345.
12. Matys J, Grzech-Leśniak, K Dental aerosol as a hazard risk for dental workers. Materials (Basel) 2020;13(22):5109. 10.3390/ma13225109.
13. Allison JR, Edwards DC, Bowes C et al. The effect of high-speed dental handpiece coolant delivery and design on aerosol and droplet production. J Dent 2021;112:103746. 10.1016/j.jdent.2021.103746.
14. Agostinho AM, Miyoshi PR, Gnoatto N, Paranhos FDFO, Figueiredo LCD, Salvador SL. Cross-contamination in the dental laboratory through the polishing procedure of complete dentures. Braz Dent J 2004;15(2):138-143. 10.1590/s0103-64402004000200010.
15. Moodley KL, Owen CP, Patel M. Quantitative analysis of selected microorganisms present at various sites in a prosthetics clinic and dental laboratory during complete denture fabrication. Int J Environ Res Public Health 2020;17(10):3345. 10.3390/ijerph17103345.
16. Min JH, Park SN, Hwang HK, Min JB, Kim HS, Kook JK. Detection of methicillin or vancomycin-resistant Staphylococcus aureus from dental hospital. J Korean Acad Conserv Dent 2007;32(2):102-110. 10.5395/JKACD.2007.32.2.102.
17. Jang GW, Kang YJ. The number and distribution of bacteria falling in the air of dental clinics. J Dent Hyg Sci 2004;4(1):7-11.
18. Lim SR, Lee JS. Three dimensional deformation of dry-stored complete denture base at room temperature. J Adv Prosthodont 2016;8(4):296-303. 10.4047/jap.2016.8.4.296.
19. Duyck J, Vandamme K, Muller P, Teughels W. Overnight storage of removable dentures in alkaline peroxide-based tablets affects biofilm mass and composition. J Dent 2013;41(12):1281-1289. 10.1016/j.jdent.2013.08.002.

20. Shim JS, Lee YH, Hong SJ et al. Relationship between usage of removable denture and depression in Korean adults with loss of multiple teeth: a cross-sectional study using the seventh Korea National Health and Nutrition Examination Survey. J Korean Acad Prosthodont 2021;59(1):1-10. 10.4047/jkap.2021.59.1.1.
21. Alqarni H, Jamleh A, Chamber MS. Chlorhexidine as a disinfectant in the prosthodontic practice: a comprehensive review. Cureus 2022;14(10):e30566. 10.7759/cureus.30566.
22. Yang JJ, Moon SE, Kim YJ, Kim SY, Cho HE, Kang HJ. Awareness and practice of infection control in dental hygienists: a comparison between accredited and non-accredited dental hospitals. J Korean Soc Dent Hyg 2019;19(5):677-688. 10.13065/jksdh.20190058.
23. Oh NR, Kim HK. Factors on infection control practices of dental hygienists in dental hospitals and clinics. Jour. of KoCon.a 2023;23(1):666-675. 10.5392/JKCA.2023.23.01.666.
24. Baban ST, Saeed PAH, Jalal DMF. Microbial contamination of operating theatres and intensive care units at a surgical specialty hospital in Erbil City. Medical Journal of Babylon 2019;16(2):150-155. 10.4103/MJBL.MJBL_15_19.