



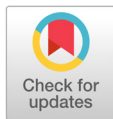
Journal of Korean Society of Dental Hygiene

Original Article

치과용수 미생물의 정량적 및 정성적 분석

이승희 · 박지혜¹ · 사공준¹

영남대학교 대학원 보건학과 · ¹영남대학교 의과대학 예방의학교실



Quantitative and qualitative analysis of microorganisms in dental unit water

Received: June 28, 2018

Revised: July 20, 2018

Accepted: July 23, 2018

Seung-Hee Lee · Ji-Hye Park¹ · Joon Sakong¹

Department of Public Health, Graduated School of Yeungnam University

¹Department of Preventive Medicine and Public Health, College of Medicine, Yeungnam University

Corresponding Author: Joon Sakong, Department of Preventive Medicine and Public Health, College of Medicine Yeungnam University 170, Hyeonchung-ro, Nam-gu, Daegu 42415, Korea, Tel: +82-53-640-6952, Fax: +82-53-653-2061, E-mail: jsakong@med.ynu.ac.kr

Abstract

Objectives: The purpose of this study was to investigate the pathogenicity of microorganisms by quantitative and qualitative analysis of microorganisms before and after flushing of dental unit water. **Methods:** This study was conducted on the supply of high-speed handpieces, ultrasonic scalers, and air-water syringes, which sterilized from 10 dental unit chairs at a dental clinic in South Gyeongsang Province. The number of bacterial communities was calculated by collection before and after flushing (2, 4, and 6 minutes). **Results:** The mean number of bacteria in the handpiece water before flushing was 27,208 CFU/mL; 2 minutes after flushing, 2,180 CFU/mL; 4 minutes after flushing, 900 CFU/mL; and 6 minutes after flushing, 412 CFU/mL. **Conclusions:** To minimize the risk of cross-infection and intra-clinic infection in dental clinics, education and water quality monitoring may be needed.

Key Words: Bacteria, Cross infection, Dental clinics, Dental unit water

색인: 교차감염, 미생물, 치과용수, 치과의원

서론

치과치료 특성상 치과 종사자 및 환자 간의 교차 감염 가능성은 항상 상존한다[1]. 치과진료에 의한 교차 감염은 여러 단계에서 일어날 수 있으며, 감염 경로는 치과용수(Dental water), 치과 의료기구,

인상체, 진료실 실내공기 등 다양하다. 그 중에서도 치과 유니트에서 사용되는 용수의 미생물 오염은 1963년 Blake에 의해 처음 보고되었다[2].

치과용수관 치과용수관 내에 존재하는 물로써 치과치료 시 열차단, 냉각 및 잔해의 세척에 사용되는데 환자가 삼키기도 하고, 에어로졸 형태로 흡입될 수 있으며, 상처부위를 통해 체내로 유입되기도 한다[3]. 치과용수관의 세균오염은 역류방지 핸드피스가 아닌 경우 치과진료 시 사용을 멈추었음에도 계속해서 환자의 구강 내 미생물들이 수관 내로 흡입되어 수관을 오염시켰다가 다시 밖으로 배출되는 기전에 의해 발생하게 된다[4]. 특히 치석제거를 하거나 사랑니 발치 등 외과적 수술 중 혈관이 노출되는 경우 위험성은 더욱 커진다.

국내의 경우 2006년 5월, 시사고발프로그램에서 치과병원에서의 비위생적인 의료기기 관리, 치과용수 오염 등에 관한 문제를 제기하였고[5], 미국에서는 2000년 2월 ABC News에서 'Dirty Dental Water'이라는 제목으로 치과 60곳을 표본으로 치과용수를 세균 검사한 결과 90%가 넘는 치과에서 미연방 음용수 기준 500 CFU(Colony forming unit)/ml를 초과하였고, 그 중 2/3 이상의 치과에서 이전에 진료했던 환자의 구강 내 세균을 포함하고 있었다고 하였다[6].

치과용수관은 폭이 매우 좁고 사용하지 않을 때에는 물이 관내에 정체하게 되어 물속에 존재하는 소량의 세균들이 급속히 증식하고, 그 결과 세균성 생물막(Biofilm)을 형성하게 된다. 생물막은 충분한 수분이 있는 곳이면 어느 곳이나 단단한 표면에 부착하는 미생물 군집을 말하며, 균류, 조류, 원생동물 등 다양한 미생물들이 증식할 수 있다[7]. 치과용수관 내의 용수에는 일반적으로 병원성균이 존재하지 않지만, 생물막으로부터 세균이 유입된 이후에는 허용치 기준 이상으로 오염될 수 있으며[8], 허용치 기준 이상의 세균이 검출되었다는 연구들이 있다[9,10].

치과용수관의 감염관리를 위하여 선진국들은 치과용수의 세균 수에 관한 관리 규정을 설정하고 있다. 1995년 미국 치과의사협회(American Dental Association; ADA)[11]는 치과용수의 세균오염 수준을 200 CFU/ml 이하로 설정하였고, 2003년 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention; CDC)[12]는 비외과성 치과치료의 경우 500 CFU/ml 이하를 권고하고 있다. 또한 치과 급수라인의 세균 부하를 줄이기 위해 근무 시작 시 매 환자마다 최소 20-30초간 물과 공기를 배출할 수 있도록 플러싱(Flushing)할 것을 명시하고 있다[12]. 플러싱이란 배출구 가까이 있던 물을 풋 콘트롤러(Foot controler)를 밟아 미리 뽑아내는 것으로써 치과기기(고속 핸드피스, high-speed handpiece; 초음파 치석제거기, ultrasonic scaler; 공기-물 분사기, air-water syringe)에 잔류할 수 있는 이전 환자의 혈액, 타액, 침 등을 물리적으로 배출하는 것을 말한다.

대한치과의사협회[13]에서는 수술이 아닌 일상적인 치과용수에 대한 환경부 규제 표준(일반 세균 100 CFU/ml 이하)을 충족시키는 물을 사용하도록 권장하고 있고, 의료기관 인증평가에서 수관관리에 대한 규정으로 수관 물 빼기와 수관소독, 수관 미생물검사 항목이 포함되어 있다[14]. 우리나라에서 현재까지 치과용수를 대상으로 하는 몇몇 연구[4,15,16]가 있었으나 문헌고찰 또는 미생물의 정량적 평가였을 뿐 미생물 종을 확인한 정성적 평가는 아니었다. 미생물에는 일반세균뿐 아니라 기회감염균, 병원성균도 포함될 수 있어 미생물의 종을 확인하여야 교차 감염에 따른 적절한 예방대책 및 치료대책을 강구할 수 있다.

이에 본 연구는 치과 유니트 공급수의 플러싱하기 전과 플러싱 후 시간경과에 따른 미생물의 정량적 분석 및 정성적 분석을 통해 병원성 여부를 파악하고, 치과 수관관리에 대한 적정 방안 마련에 기초자료로 활용되고자 한다.

연구방법

1. 연구재료

2013년 10월 경상남도 1개 치과 의료기관에서 진료가 끝난 후 치과용 진료의자 10대를 멸균한 고속 핸드피스와 초음파 치석제거기, 공기-물 분사기의 공급수를 대상으로 연구를 수행하였다. 치과용수 채취 전 조사자는 멸균된 장갑을 착용하고, 플러싱하기 전과 플러싱 후 2분, 4분, 6분에 치과용수를 멸균된 수집용기(Conical tube)에 채취하였다. 치과용수는 1회 50 ml씩 총 120개(10대, 4회, 3기구)를 채취하였다. 채취한 용수를 4°C 상태에서 보관한 뒤 실험실로 이동하여 곧바로 생균수 측정을 시행하였다.

2. 연구방법

1) 집락수 산출

채취한 50 ml 치과용수를 원심 분리하여 상층액을 제거하고 phosphate buffered saline(PBS Buffer, Biosesang, Korea)에 시료를 10배 단계희석(10⁻¹ ~ 10⁻²)하여 혈액한천배지(BAP, HANIL COMED, Korea)에 500 µl를 도말하였다. 도말된 배지는 37°C, CO₂ 호기성 조건에서 3일간 배양시킨 후 집락수를 산출하였다.

2) 세균분리 및 동정

혈액한천배지에 백금으로 도말 접종하여 순수 분리 후 37°C, CO₂ 호기성 조건에서 3일간 배양하였다. 배양된 plate 중 플러싱하기 전의 균들로 비슷한 형질을 제외한 19개의 균을 분리 동정하였다. 균 동정은 한국미생물보존센터(Korean Culture Center of Microorganisms; KCCM)에서 수행하였고, 19개 중 'no matches' 3개를 제외한 총 16개의 균주가 동정되었다.

3) Fatty Acid Methyl Esters(FAMES) 분석

본 분석은 분리 균주를 Miller[17]의 방법에 따라 균체지방산조성을 이용하여 동정하였다. 배양한 약 40 mg의 cell을 teflon-lined screw cap tube에 옮긴 후, 50% 메탄올에 15% NaOH를 첨가한 용액 1 ml를 넣고 100°C에서 30분간 가열하여 실온에서 식힌 다음 methanolic-HCl 2 ml를 첨가하여 80°C에서 10분간 가열한 뒤 급냉한 후 1.25 ml hexane/methyl-tert-butyl ether (1:1:v/v)을 넣고 10분간 혼합하였다. 실온에 정치한 후 반응액이 2개의 층으로 분리되면 하층액을 제거하고, 3 ml의 dilute NaOH(10.8 g NaOH/900 ml D.W.)를 첨가하여 10분간 잘 섞어준 후 실온에 정치하여 상층액의 2/3정도를 screw-capped sample vial(12 × 32 mm, Agilent technologies)로 옮겨 capping하여 시료로 사용하였다. 준비된 시료의 분석에는 Agilent technologies 6890 gas chromatography를 이용하였으며, separation column은 A30 × 0.320 mm × 0.25 µm crosslinked methyl siloxane column (HP-1P)을 사용하였다.

분석된 profile은 Microbial Identification System(MIDI; Microbial ID, Inc., Newark, Dealware USA)의 sherlock software 내 있는 표준미생물의 library의 fatty acid profiles과 비교하여 자동적으로 data화함으로써 계산된 값에 따라 유사도 지수(Sim index)를 구하였고, 0.3 ~ 0.9를 신뢰성 있는 동정 결과로 판정하였다.

3. 자료 분석

핸드피스, 초음파 치석제거기, 공기-물 분사기의 공급수에서 나온 세균 집락수는 평균과 표준편차를 구하였고, 시간경과에 따른 세균 집락 수의 변화는 집단 간 반복측정 분산분석(Repeat measure ANOVA)을 하였다. 모든 자료는 SPSS(Ver. 18.0, Chicago, Illinois, USA)를 이용하여 분석하였으며, 통계적 유의성 검정은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

연구결과

1. 치과 유닛 공급수의 평균 세균 집락 수

핸드피스와 초음파 치석제거기의 평균 세균 집락 수는 시간이 경과할수록 통계적으로 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 공기-물 분사기의 평균 세균 집락수는 플러싱하기 전, 플러싱 2분후, 4분 후 및 6분 후에 각각 12,023 CFU/ml, 2,123 CFU/ml, 147 CFU/ml 및 100 CFU/ml로 시간 경과에 따라 감소하였지만, 통계적으로 유의하지는 않았다<Table 1>.

2. 치과 유닛 공급수에서 분리된 세균 동정

핸드피스 공급수에서 분리된 세균은 *Brevundimonas diminuta*, *Microbacterium imperiale*, *Micrococcus lylae*, *Novosphingobium subterraneum*, *Novosphingobium aromaticivorans*, *Rothia dentocariosa* 및 *Sphingobium yanoikuyae*였으며, 초음파 치석제거기 공급수에서 분리된 세균은 *Enterococcus faecalis*, *Paenibacillus validus*, *Psychrobacter*

Table 1. Colony forming unit in dental unit waterlines according as flushing time

Unit: Mean±SD

Instruments	N	Before flushing	After flushing			p^*	
			2 min	4 min	6 min	Within group	Between groups
Handpiece	10	27,208±30,068	2,180±3,277	900±1,367	412± 747	0.021	
Ultrasonic Scaler	9**	18,869±21,373	1,526±2,512	1,483±3,527	1,823±4,585	0.049	0.598
Air-water syringe	9**	12,023±28,455	2,123±3,124	147±203	100±160	0.369	
Total	28	17,042±25,500	1,621±2,673	758±1,959	685±2,316		

*repeated measure ANOVA

**uncountable by contamination of blood agar plate

Table 2. Identification of isolated bacteria from dental unit waterlines

Instruments	Bacteria species	SIM*	%**
High-speed handpiece	<i>Brevundimonas diminuta</i>	0.888	5.6
	<i>Microbacterium imperiale</i>	0.290	5.6
	<i>Micrococcus lylae</i>	0.619	5.6
	<i>Novosphingobium subterraneum</i>	0.271	16.7
	<i>Novosphingobium aromaticivorans</i>	0.158	5.6
	<i>Rothia dentocariosa</i>	0.536	5.6
	<i>Sphingobium yanoikuyae</i>	0.244	5.6
Ultrasonic scaler	<i>Enterococcus faecalis</i>	0.342	5.6
	<i>Paenibacillus validus</i>	0.134	5.6
	<i>Psychrobacter immobilis</i>	0.534	5.6
	<i>Serratia odorifera</i>	0.598	5.6
Air-water syringe	<i>Bacillus</i>	0.210	5.6
	<i>Mycobacterium aichiense</i>	0.468	5.6
	<i>Mycobacterium fallax</i>	0.305	5.6
	<i>Novosphingobium subterraneum</i>	0.200	16.7
	<i>Sphingomonas capsulata</i>	0.386	5.6
	<i>Staphylococcus sciuri</i>	0.382	5.6

*similarity index

**% of total(16 species) bacterial species

immobilis 및 *Serratia odorifera*였고, 공기-물 분사기 공급수에서 분리된 세균은 *Bacillus*, *Mycobacterium aichiense*, *Mycobacterium fallax*, *Novosphingobium subterraneum*, *Sphingomonas capsulata* 및 *Staphylococcus sciuri*였다. 이 중 *N. subterraneum*이 전체 16종의 균 중 가장 많이(16.7%) 분리되었다<Table 2>.

총괄 및 고안

치과 시술 중 냉각수 및 세정액으로 사용되는 물이 세균에 오염된 사례들이 많이 보고되어 왔는데 Mills[7]는 미처리시스템 치과용수관의 오염으로 세균수가 10,000 ~ 1,000,000 CFU/ml를 초과하였다고 보고하였고, Szymańska[18]는 평균 세균수를 201,039 CFU/ml로 보고하였다. 이 등[4]은 치과용수에서 음용수의 수질기준을 초과한 비율이 63.7%로 나타났다고 하였으며, 본 연구에서도 최대 80,000 CFU/ml까지의 세균이 검출되었고, 음용 기준을 초과하는 비율이 62.5%로 나타나 치과용수가 세균에 오염됐을 가능성이 있는 것으로 나타났다. 치과용수관의 오염에서 중요한 것은 단순히 세균의 존재가 아니라 세균의 양과 잠재적 병원성균의 존재이며, 감염의 고리를 일차적으로 차단하기 위해서는 세균의 수를 줄여야 한다.

정체된 물을 플러싱하는 것은 일시적이긴 하나 오염된 용수의 수질을 개선하는 한편 역흡입된 구강 액체를 제거할 수 있는 중요한 수단이다. 이전 연구들에서 급수 라인의 플러싱이 치과용수의 세균 오염수준을 감소시킬 수 있다고 보고하였다[3,19]. Cobb 등[20]의 연구에서는 플러싱하기 전 평균 15,320 CFU/ml에서 4분 후 평균 3,160 CFU/ml으로 세균수가 줄어들었다고 보고하였고, 이 등[4]은 치과기기 공급수를 2분 이상 배출하였을 때 미생물 오염 정도는 유의하게 감소하였다고 하였다. 본 연구에서도 핸드피스 공급수는 플러싱하기 전 평균 27,208 CFU/ml, 플러싱 2분 후 2,180 CFU/ml 및 4분 후 900 CFU/ml였고, 초음파 치석제거기의 공급수에서는 플러싱 전 18,869 CFU/ml에서 플러싱 2분 후 1,526 CFU/ml 및 4분 후 1,483 CFU/ml로 플러싱하기 전보다 플러싱 2분 경과 후 세균수가 급격히 줄어들어 플러싱의 필요성을 뒷받침해준다.

치과용수에서 검출된 세균수는 국가 간, 의료기관, 의료장비, 계절 및 온도 등에 따라 차이가 있을 수 있으나 플러싱하는 것이 세균 제거에 효과가 있음은 여러 연구들에서 공통적으로 보여 주고 있다. 우리나라의 경우 치과용수관에 대한 주기적인 소독과 역류방지용 장비, 적절한 미생물수(100 CFU/ml 이하)가 유지 되도록 매일 진료하기 전 1~2분간, 매 환자 진료 후 30~40초간 플러싱하도록 권장하고 있으나[13], 전[21]의 수관관리 행위실태에 관한 연구에 의하면 핸드피스 수관 물빼기를 ‘항상 한다’는 응답자는 45.3%, 초음파 치석제거기와 공기-물 분사기는 ‘가끔 한다’는 응답자가 44.4%와 44.1%로 가장 많았고, 역류방지 핸드피스 사용여부에 대해서는 ‘사용하고 있는지 없는지 모름’은 응답자가 64.6%, 정기적 수관 미생물검사를 시행하지 않는 이유도 ‘잘 몰라서’라는 응답자가 가장 많았다. 또한 최[22]의 연구에서 치과용수관 소독을 ‘매일 한다.’는 응답자가 42.6%로 과반수를 넘지 않았다. 진료 시 플러싱하는 것은 시간이 소요되고 번거롭게 느껴져 소홀할 수 있다. 또한 아직도 치과 유니트 수관의 관리지침을 제대로 인지하지 못하는 경우가 있으므로 치과 종사자들을 대상으로 한 플러싱의 필요성과 효과에 대한 교육 및 홍보가 필요하며, 플러싱 관련 규정 역시 강화되어야 한다.

치과용수관에서 발견되는 병원균들로는 *Legionella*, *Pseudomonas* 그리고 *Mycobacterium*이 보고되고 있다 [23,24]. 본 연구에서 분리된 그람양성균은 *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus lylae*, *Mycobacterium aichiense*, *Mycobacterium fallax*, *Microbacterium imperiale*, *Paenibacillus validus*, *Rothia dentocariosa*, *Staphylococcus sciuri*이고, 그람음성균은 *Bacillus*, *Brevundimonas diminuta*, *Novosphingobium aronaticivorans*, *Novosphingobium subterraneum*, *Psychrobacter immobilis*, *Serratia odorifera*, *Sphingomonas capsulata*였다. 이는 Szymańska[18]의 연

구와 일부 일치하는 결과였으며, 가장 흔히 분리된 세균은 *Ralstonia pichettii*로 본 연구의 *Novosphingobium subterranea*와는 차이가 있었다.

동정된 전체 16개 균 중 핸드피스에서 7종의 균이 분리되었고, 전체의 1/3이 *Sphingomonas*이었다. *Sphingomonas*는 1990년 정의된 그람음성간균으로 *Sphingobium*, *Novosphingobium*, *Sphingosinicella* 및 *Spingopyxis*의 4개 속으로 세분화되며, 토양, 습한 환경과 저온에서 성장 가능한 균주로 일부 종은 호흡기와 관련된 기회감염을 일으킨다. Kelley 등[25]의 연구에서는 *Sphingomonas*가 면역력이 약한 환자들의 건강 장애를 유발할 수 있다고 하였다. *Brevundimonas diminuta*는 그람음성간균으로 면역기능이 약한 환자나 수술환자, 화상환자 등에서 원내감염을 일으킨다[26]. *Psychrobacter*는 호기성 그람음성균으로 심내막염 및 복막염 등을 일으키며, *Psychrobacter immobilis*는 치즈, 생선, 가공 육류 및 가공류에 존재하며, 신생아의 수막염을 유발할 있다고 보고되었다[27]. *Serratia odorifera*는 장내 세균과에 속하는 그람음성간균으로 요로 감염증, 호흡기 감염증, 간경변과 패혈성 쇼크의 징후를 보이는 환자의 혈액과 소변에서 분리된 바 있다[28]. *Rothia*는 그람양성균으로 치주질환과 연관이 있으며, 심장판막질환을 가진 사람에서 심내막염을 일으킬 수 있고[29], 자궁 내 태아에 치명적인 *Rothia dentocariosa* 감염이 보고된 바 있다[30]. *Enterococcus faecalis*는 원내감염을 일으키는 병원성균으로 사람의 구강이나 장내에 존재하는 연쇄상 구균이다. 열, 담즙, 항생물질에 대한 저항력이 있어 사람이나 온혈동물의 장관 내 상존하므로 식품이나 음용수의 분변오염지표로 이용된다. 아급성 심내막염, 요로감염, 복강내 감염, 패혈증이 보고되었고, 극히 드물게 식중독의 원인이 되기도 하며, 한[31]이 치과 유니트의 타구에서 채취한 균에서도 *E. faecalis*가 분리된 바 있다. 치과용수관에서 발견되는 대부분의 세균들은 병원성이 낮은 호기성 그람음성균으로 대부분 기회감염균이다. 다시 말해 건강한 사람에게는 질병을 야기하지 않지만 면역기능이 약화된 환자나 전신질환을 가진 환자, 소아, 임산부의 경우 잠재적 발병 가능성이 있으므로 진료 시 더욱 주의를 기울여야 한다.

치과 치료용수로 사용되는 물은 음용수 수질기준에 적합한 용수를 사용하고, 외과적 처치 시에는 멸균수를 사용하여야 한다. 수관으로 역류되는 것을 방지하기 위해서 핸드피스 및 급수라인에는 anti-retraction valve를 설치하여야 하며, 매 환자 진료 전후, 일과 종료 시 환자 구강에 들어가는 모든 기기로부터 최소 2분 이상 플러싱하여야 한다. 또한 치과용수관의 생물막 제거를 위한 화학적 소독과 물리적 제거를 병행하여야 하며, 정기적인 수관 미생물 검사를 실시하여 모니터링(Monitoring)하여야 한다.

본 연구는 1개 치과 의료기관을 대상으로 하였기 때문에 본 결과를 우리나라 전체 치과 의료기관으로 일반화하기에는 무리가 있으며, 실험시기에 비해 연구발표가 늦어진 것과 치과용수관 물 샘플의 세균 배양에 R2A agar 배지가 추천되고 있지만[16] 본 연구에는 혈액천배지를 사용하였다는 제한점이 있다. 하지만 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 우리나라에서 치과 유니트 공급수의 플러싱하기 전과 플러싱 후 시간경과에 따른 세균 수에 대해 정량적 분석 및 정성적 분석을 동시에 시행한 첫 번째 연구로서 그의 의의 있다고 할 수 있겠다. 향후 치과의료기관별, 지역별 치과용수관 내 미생물 평가가 필요할 것으로 사료된다.

결론

치과 유니트에 장착된 고속 핸드피스, 초음파 치석제거기, 공기-물 분사기의 공급수를 플러싱하기 전과 플러싱 후 시간 경과에 따른 세균수를 정량적, 정성적 분석하여 병원성 여부를 파악함으로써 세균감염으로부터 환자와 치과종사자를 보호하는데 기여하고자 연구를 시행하였다.

1. 치과용수관에서 최대 80,000 CFU/ml의 세균이 검출되었고, 음용기준을 초과하는 비율이 62.5%로 나타나 치과용수가 세균에 오염될 가능성이 큰 것으로 나타났다.
2. 플러싱하기 전보다 플러싱 2분 후 세균수가 급격히 감소하여 플러싱의 필요성 및 효과를 알 수 있었다.
3. 세균 분리 동정 결과 대부분 기회감염균이었지만, 일부 병원성균도 분리되었다.
향후 치과진료실에서 교차감염 및 원내감염의 위험을 최소화하기 위해 치과용수에 관한 종사자 교육 및 수질관리를 보다 철저히 수행해야 할 것이다.

References

- [1] Kang EJ, Kang HS, Kwak JS, Kim SM, Kim SH, Moon SE, et al. Infection control in the dental office. 2nd ed. Seoul: Daehannarae publishing inc.; 2009:22-3.
- [2] Blake GC. The incidence and control of bacterial infection of dental unit and ultrasonic scales. *Br Dent J* 1963;15(1):413-6.
- [3] Tyagi S, Kulkarni P, Prasad KP. Science regarding dental unit waterlines (DUWL): A review. *Annals and Essences of Dentistry* 2010;2(3):117-22.
- [4] Lee BM, Kim CW, Kim YS. A study on the microbial contamination of dental unit and ultrasonic scaler. *J Korean Acad Prosthodont* 1998;36(1):64-80.
- [5] PD Note. dangerous secrets of dentistry [Internet]. MBC; 2006.[cited 2018 June 25]. Available from: <http://www.imbc.com/broad/tv/culture/pd/vod/>.
- [6] 20/20. Dirty Dental Water [Internet]. ABC News; 2000.[cited 2000 February 18]. Available from: <http://qater.co.kr/index.php/810>.
- [7] Mills SE. The dental unit waterline controversy: defusing the myths, defining the solutions. *J Am Dent Assoc* 2000;131(10):1427-41.
- [8] Ryan MP, Pembroke JT, Adley CC. *Ralstonia pickettii*: a persistent gram-negative nosocomial infectious organism. *J Hosp Infect* 2006;62(3):278-84. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2005.08.015>
- [9] Szymańska J, Sitkowska J, Dutkiewicz J. Microbial contamination of dental unit waterlines. *Ann Agric Environ Med* 2008;15(2):173-9.
- [10] O'Donnell MJ, Boyle MA, Russell RJ, Coleman DC. Management of dental unit waterline biofilms in the 21st century. *Future Microbiol* 2011;6(10):1209-26. <https://doi.org/10.2217/fmb.11.104>
- [11] Shearer BG. Biofilm and the dental office. *J Am Dent Assoc* 1996;127(2):181-9.
- [12] Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for infection control in dental health-care settings – 2003. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 2003: 1-76.
- [13] Korea Dental Association. Infection control program in the dental health care settings [Internet]. Korea Dental Association; 2007.[cited 2018 June 25]. Available from: <http://www.kda.or.kr/kda/index.kda>.
- [14] Korea Institute for Healthcare Accreditation. Dental hospital certification criteria. Korea Institute for Healthcare Accreditation; 2018[cited 2018 June 25]. Available from: https://www.koiha.or.kr/member/kr/board/establish/establish_BoardView.do.
- [15] Jang BS, Lee JY, Han SB. Bacterial contamination of high-speed handpiece, ultrasonic scaler and air-water syringe. *J Periodontal Implant Sci* 1997;27(4):941-6. <https://doi.org/10.5051/jkape.1997.27.4.941>

- [16] Yoon HY, Lee SY. The microbial contamination and effective control method of dental unit water system. *J Dent Hyg Sci* 2015;15(4):383-92. <https://doi.org/10.17135/jdhs.2015.15.4.383>
- [17] Miller LT. Single derivatization method for routine analysis of bacterial whole-cell fatty acid methyl esters, including hydroxy acids. *J Clin Microbiol* 1982;16(3):584-6.
- [18] Szymańska J. Bacterial contamination of water in dental unit reservoirs. *Ann Agric Environ Med* 2007;14(1):137-40.
- [19] Ghosh S, Mallick SK. Microbial biofilm: contamination in dental chair unit. *Indian Medical Gazette* 2012;2(10):383-7.
- [20] Cobb CM, Martel CR, McKnight SA 3rd, Pasley-Mowry C, Ferguson BL, Williams K. How does time-dependent dental unit waterline flushing affect planktonic bacteria levels? *J Dent Educ* 2002;66(4):549-55.
- [21] Joen JS. Status of infection control behaviors of dental hygienists [Master's thesis]. Daegu: Univ. of Kyungbook National, 2012.
- [22] Choi SJ. A study on the status of performance of infection control standards in dental staff [Master's thesis]. Iksan: Univ. of Wonkwang, 2010.
- [23] Porteous NB, Cooley RL. Reduction of bacterial levels in dental unit waterlines. *Quintessence Int* 2004;35(8):630-4.
- [24] Dutil S, Veillette M, Mériaux A, Lazure L, Barbeau J, Duchaine C. Aerosolization of mycobacteria and legionellae during dental treatment: low exposure despite dental unit contamination. *Environ Microbiol* 2007;9(11):2836-43.
- [25] Kelley ST, Theisen U, Angenent LT, St Amand A, Pace NR. Molecular analysis of shower curtain biofilm microbes. *Appl Environ Microbiol* 2004;70(7):4187-92. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.7.4187-4192.2004>
- [26] Kim YH, Koh EM, Lee YW, Lee YK, Ghin HB, Lee KW. Pseudo-outbreak of *Brevundimonas diminuta*. *Korean J Clin Microbiol* 2011;14(3):115-7.
- [27] Gini GA. Ocular infection caused by *Psychrobacter immobilis* acquired in the hospital. *J Clin Microbiol* 1990;28(2):400-1.
- [28] Chmel H. *Serratia odorifera* biogroup 1 causing an invasive human infection. *J Clin Microbiol* 1988;26(6):1244-5.
- [29] Ricaurte JC, Klein O, LaBombardi V, Martinez V, Serpe A, Joy M. *Rothia dentocariosa* endocarditis complicated by multiple intracranial hemorrhages. *South Med J* 2001;94(4):438-40.
- [30] Karlsson MD, Jacobsson B. Intrauterine fetal death associated with *Rothia dentocariosa*: a case report. *Am J Obstet Gynecol* 2007;197(5):e6-7. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2007.08.024>
- [31] Han JS. A study about the contamination of microorganisms in private dental clinic [Doctoral dissertation]. Cheonan: Univ. of Dankook, 2002.