

# 국내에서 개발된 기구소독용 발포정의 슈퍼박테리아에 대한 살균력 평가

정소영, 배일권†  
신라대학교 치위생학과

## Journal of Korean Society of Oral Health Science Submission

So-Young Jung, Il Kwon Bae†  
Dept. of Dental Hygiene, Silla University

**ABSTRACT** Dental Clinic staffs are exposed to the risk of cross infection due to patient's blood, saliva and contaminated dental instruments. This study was designed to evaluate the performance of AOS Zero Germ (AOS Co. Ltd) effervescent labware wash tablet. A total of six types carbapenemase-producing Gram negative bacteria (KPC-2-producing *Klebsiella pneumoniae*, KPC-3-producing *K. pneumoniae*, NDM-1-producing *K. pneumoniae*, VIM-2-producing *Enterobacter cloacae*, VIM-2-producing *Pseudomonas aeruginosa*, OXA-23-producing *Acinetobacter baumannii*), methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* were prepared in this study. All the isolates were exposed to the distilled water prepared with AOS Zero Germ. After the exposure the mixture of bacteria and AOS Zero Germ was inoculated onto MacConkey agar plate or blood agar plate and cultured at 37°C. All isolates were killed immediately of an exposure to AOS Zero Germ. It may be recommended that AOS Zero Germ can be used as an effective labware washer for clinical laboratory and an intermediate-level disinfectant for hospital infection control.

**Key words:** Dental instrument, Disinfection, Effect of a sanitizer, Effervescent tablet, Super bacteria

† Correspondence to: Bae IK,  
Tel: +82-51-999-5430  
Fax: +82-51-999-5707  
E-mail: ikbae@silla.ac.kr

Received December 21, 2015  
Revised December 28, 2015  
Accepted January 15, 2016

## I. 서론

최근 항균제와 소독제의 오남용으로 인해 병원환경에서 이들 약제에 대해 내성을 획득한 슈퍼박테리아가 확산되고 있다. 또한 치과병원은 광범위한 종류의 병원성 미생물이 노출되어 있는 곳으로 혈액 및 타액에 오염된 기구와 장비 등으로 인해 교차 감염의 위험에 놓여 있다[1]. 슈퍼박테리아 중에서도 가장 잘 알려진 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)는 치과에서 발생하는 에어로졸로 인해 치과진료기구나 유니트 체어 등에 내려앉아 접촉됨으로써 치과 감염과 관련이 깊은 것으로 보고되고 있다[2].

*S. aureus*는 피부와 점막, 비강 등에 주로 상재하며 가장 흔

한 병원성 세균으로 다양한 감염경로를 통하여 감염증을 일으키는 세균이다[3]. 1940년대부터 *S. aureus* 감염 치료에 사용되던 페니실린의 내성균이 출현하면서 이를 치료하기 위한 methicillin이 도입되었으나 곧이어 MRSA가 출현하였다[4]. 이후 지속적으로 증가하여 MRSA가 주요 병원감염의 원인균으로 주목받게 되었고 1990년대 초부터는 국내 임상에서 60~70%가 분리되었다[5]. 미국의 질병통계에 따르면 2008년 MRSA에 의한 사망자는 19,000명으로 추정되었고 이는 에이즈나 바이러스성 간염보다 많은 편에 속하며, 우리나라의 경우 MRSA 분리율이 70% 수준이다[6].

카바페넴 내성 장내세균 속(Carbapenem Resistant Enterobacteriaceae, CRE)은 카바페넴계 항생제에 내성을 나타내는 장내세균 속 균종을 말하며, 대표적인 균종으로는 *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae* 등

이다[7]. CRE가 항생제에 대한 내성을 일으키는 기전은 다양하지만 특히 카바페넴 분해 효소 생성 장내세균(Carbapenemase Producing Enterobacteriaceae, CPE)은 플라스미드의 전달 등을 통해 다른 균주에게 까지 내성을 전달할 수 있어 임상에서 큰 위협이 되고 있다[8]. 대표적인 CPE로는 KPC형(*K. pneumoniae* carbapenemase), NDM-1형(New Delhi metallo- $\beta$ -lactamase), VIM형(Verona integron-encoded metallo- $\beta$ -lactamase-2), IMP형(Imipenemase) 등이 존재한다[9]. KPC 생성균주는 2001년 미국 North Carolina에서 처음 보고된 이후 세계 각지에서 보고되고 있고 2010년 우리나라에서 KPC-2를 생성하는 *K. pneumoniae*가 1개의 요양병원과 2개 종합병원에서 분리된 사례가 있다[10][11].

*K. pneumoniae*는 그람 음성균으로 1882년 Carl Friedland에 의해 폐렴환자에서 최초로 분리되어 사람의 장관과 기도 및 자연계에 널리 분포되어 있고 패혈증 및 요로감염증 등을 유발하는 세균이다[12][13]. 2009년에는 NDM-1 생성 카바페넴 내성 장내세균이 스웨덴에서 처음 보고된 이후 인도, 파키스탄 등에서 주로 발견되었고 2010년 12월 서울의 한 종합병원에서는 NDM-1을 생성하는 *K. pneumoniae* 4주가 분리되었다[14][15].

*Pseudomonas aeruginosa*는 호기성의 포도당 비발효 그람 음성간균으로 눈의 감염, 외이도염, 골수염, 심내막염, 폐렴, 요로감염 등 다양한 유형의 감염증을 유발하는 기회감염균이다[16]. 1999년 이탈리아에서 *P. aeruginosa*의 VIM형이 처음 검출되어 현재까지 30가지 이상의 변종이 보고되었고 국내에서는 1995년 VIM-2를 생성하는 *P. aeruginosa*가 보고된 바 있다[17].

의료 환경에서 중요시 되는 또 다른 그람 음성균인 *Acinetobacter baumannii*는 병원 환경에 광범위하게 분포하고 있으며, 주로 호흡기감염, 요로감염, 창상감염, 패혈증 등을 유발하고 *P. aeruginosa*와 더불어 병원 내 감염의 주요 원인균으로 최근 병원감염사례가 급격히 증가하고 있다[18][19]. 이 세균은 주로 OXA-23을 생성하여 슈퍼박테리아가 되는데 2005년 국내에서 69.2%의 OXA-23생성 균주를 보고한 바 있다[20].

최근 의료기관 내에서 전파되는 슈퍼박테리아의 출현보고가 증가하고 있다. 치과병원에서 혹시 발생할 수 있는 이들 세균의 확산을 방지하기 위해서는 진료 시, 마스크, 장갑 등 개인보호 장구를 착용 하거나 감염전파의 매개가 될 수 있는

사용한 기구들의 철저한 소독과 멸균이 반드시 필요하다. 치과진료실에서 사용하는 모든 기구는 감염균을 전달할 수 있는 매개역할을 할 수 있기 때문에 멸균이 필수지만 현실적으로 이들을 사용한 후, 즉시 세척이나 멸균할 수 없는 게 현실이다. 더욱이 사용한 기구를 그대로 방치한다면 기구 표면에 묻어 있는 혈액, 체액 등 유기물에 존재하는 각종 세균과 바이러스가 급속도로 증식할 수 있다.

이에 본 연구에서는 치과의 진료실에서 사용되었던 기구 등을 특별한 장치가 없이 쉽게 소독할 수 있도록 개발된 국산 기구소독용 발포정(아오스제로점, ㈜ 아오스)의 성능을 확인하여 병원내에서 활용가능성을 알아보고자 하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 시험균주

본 연구를 위한 시험균주는 KPC-2 생성 *K. pneumoniae*, KPC-3 생성 *K. pneumoniae*, NDM-1 생성 *K. pneumoniae*, VIM-2 생성 *E. cloacae*, VIM-2 생성 *P. aeruginosa*, MRSA, OXA-23생성 *A. baumannii*, vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* (VRE)을 대상으로 하였다.

### 2. 사용배지

세균배양에 사용된 배지는 혈액천배지(Micromedia, Busan, Korea), MacConkey 한천배지(BBL, Maryland, USA), Luria-Bertani (Difco, M.D., USA) 액체배지를 사용하였다.

### 3. 기구소독용 발포정의 성분

본 실험에서 사용한 국내에서 개발된 아오스제로점(주)AOS사의 기구소독용 발포정의 성분은 구연산(citric acid), 비타민C, 비타민B2, 아디핀산(adipic acid), 이염화이소시아눌산나트륨(sodium dichloroisocyanurate), 탄산수소나트륨(sodium hydrogen carbonate), 수소칼슘(calcium hydrogen), 폴리에틸렌 글리콜(polyethylen glycol), 스테아린산 마그네슘(magnesium stearate), 레몬향 등이다.

#### 4. 살균력 측정

순수 배양된 세균을 Luria-Bertani 액체배지에서 증균 시킨 후, nephelometer 0.5로 현탁 고정된 1 mL의 배양액을 3 L 수조에 넣고 기구소독용 발포정(1g정)이 완전히 녹을 때까지 기다렸다. 측정은 총 3단계로 첫 번째 단계는 순수한 물(Distilled water), 두 번째 단계는 세균 배양액 투입 후, 세 번째 단계는 발포정의 완전용해 후로 구분하였고 샘플의 양은 1 mL이었으며 이를 5배 희석한 200 mL의 배양액을 그람양성균은 혈액한천배지, 그람음성균은 MacConkey 한천배지에 평판도말하였다. 도말된 배지를 37°C 항온기에서 18시간 배양 후, 집락의 수를 계수하여 살균능을 측정하였으며 이를 3회 반복 시험하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 기구소독용 발포정의 KPC-2 생성 *Klebsiella pneumoniae*에 대한 살균력 효과

KPC-2를 생성하는 *K. pneumoniae*에 대해 첫 번째 단계인 멸균증류수에서는 3회 시험 모두 세균의 집락을 발견되지 않았다. 세균 배양액 투입 후, 1차 colony 350개, 2차 colony 392개, 3차 colony 381개가 형성되었으나 발포정이 완전히 용해된 직후의 샘플에서는 세균의 집락을 관찰할 수 없었다<Table 1>.

#### 2. 기구소독용 발포정의 KPC-3 생성 *Klebsiella pneumoniae*에 대한 살균력 효과

KPC-3을 생성하는 *K. pneumoniae*에 대해 첫 번째 단계인 멸균증류수에서는 3회 시험 모두 세균의 집락을 발견되지 않았다. 세균 배양액 투입 후, 1차 colony 475개, 2차 colony 124개, 3차 colony 100개가 형성되었으나 발포정이 완전히 용해된 직후의 샘플에서는 세균의 집락을 관찰할 수 없었다<Table 1>.

#### 3. 기구소독용 발포정의 NDM-1 생성 *Klebsiella pneumoniae*에 대한 살균력 효과

NDM-1을 생성하는 *K. pneumoniae*에 대해 첫 번째 단계인 멸균증류수에서는 3회 시험 모두 세균의 집락을 발견되지 않았다. 세균 배양액 투입 후, 1차 colony 402개, 2차 colony 225개, 3차 colony 402개가 형성되었으나 발포정이 완전히 용해된 직후의 샘플에서는 세균의 집락을 관찰할 수 없었다<Table 1>.

#### 4. 기구소독용 발포정의 VIM-2 생성 *Enterobacter cloacae*에 대한 살균력 효과

VIM-2를 생성하는 *E. cloacae*에 대해 첫 번째 단계인 멸균증류수에서는 3회 시험 모두 세균의 집락을 발견되지 않았다. 세균 배양액 투입 후, 1차 colony 374개, 2차 colony 289개, 3차 colony 434개가 형성되었으나 발포정이 완전히 용해된 직후의 샘플에서는 세균의 집락을 관찰할 수 없었다<Table 1>.

#### 5. 기구소독용 발포정의 VIM-2 생성 *Pseudomonas aeruginosa*에 대한 살균력 효과

VIM-2를 생성하는 *P. aeruginosa*에 대해 첫 번째 단계인 멸균증류수에서는 3회 시험 모두 세균의 집락을 발견되지 않았다. 세균 배양액 투입 후, 1차 colony 183개, 2차 colony 161개, 3차 colony 248개가 형성되었으나 발포정이 완전히 용해된 직후의 샘플에서는 세균의 집락을 관찰할 수 없었다<Table 1>.

#### 6. 기구소독용 발포정의 Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*에 대한 살균력 효과

VIM-2를 생성하는 MRSA에 대해 첫 번째 단계인 멸균증류수에서는 3회 시험 모두 세균의 집락을 발견되지 않았다. 세균 배양액 투입 후, 1차 colony 472개, 2차 colony 435개, 3차 colony 451개가 형성되었으나 발포정이 완전히 용해된 직후의 샘플에서는 세균의 집락을 관찰할 수 없었다<Table 1>.

#### 7. 기구소독용 발포정의 OXA-23 생성 *Acinetobacter baumannii*에 대한 살균력 효과

OXA-23을 생성하는 *A. baumannii*에 대해 첫 번째 단계인 멸균증류수에서는 3회 시험 모두 세균의 집락을 발견되지 않

았다. 세균 배양액 투입 후, 1차 colony 92개, 2차 colony 81개, 3차 colony 47개가 형성되었으나 발포정이 완전히 용해된 직후의 샘플에서는 세균의 집락을 관찰할 수 없었다<Table 1>.

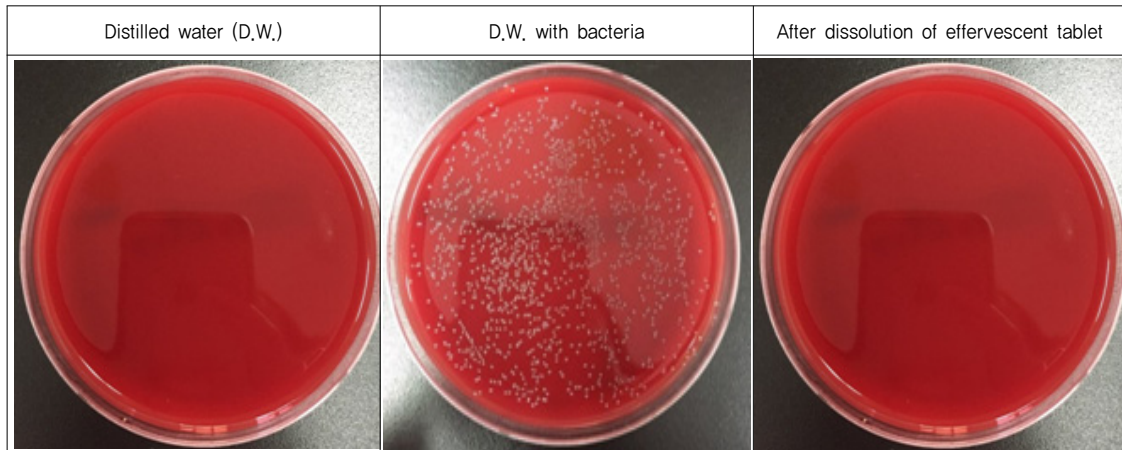
**8. 기구소독용 발포정의 Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*에 대한 살균력 효과**

VRE에 대해 첫 번째 단계인 멸균증류수에서는 3회 시험 모두 세균의 집락을 발견되지 않았다. 세균 배양액 투입 후, 1차 colony 367개, 2차 colony 258개, 3차 colony 313개가 형성되었으나 발포정이 완전히 용해된 직후의 샘플에서는 세균의 집락을 관찰할 수 없었다<Table 1><Fig. 1>.

<Table 1> Effect of dental instruments disinfection' s effervescent tablet on super bacteria

Strains	Tests	Distilled water	D.W. with bacteria	After dissolution of effervescent tablet
KPC-2 KPN	1	0	350	0
	2	0	392	0
	3	0	381	0
KPC-3 KPN	1	0	475	0
	2	0	124	0
	3	0	100	0
NDM-1 KPN	1	0	402	0
	2	0	335	0
	3	0	402	0
VIM-2 <i>E. cloacae</i>	1	0	374	0
	2	0	289	0
	3	0	434	0
VIM-2 <i>P. aeruginosa</i>	1	0	183	0
	2	0	161	0
	3	0	248	0
MRSA	1	0	472	0
	2	0	435	0
	3	0	451	0
OXA-23 <i>A. baumannii</i>	1	0	92	0
	2	0	81	0
	3	0	47	0
VRE	1	0	367	0
	2	0	258	0
	3	0	313	0

KPC-2 KPN, KPC-2-producing *Klebsiella pneumoniae*; KPC-3 KPN, KPC-3-producing *K. pneumoniae*; NDM-1 KPN, NDM-1-producing *Klebsiella pneumoniae*; VIM-2 *E. cloacae*, VIM-2-producing *Enterobacter cloacae*; VIM-2 *P. aeruginosa*, VIM-2-producing *Pseudomonas aeruginosa*; MRSA, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; OXA-23 *A. baumannii*, OXA-23-producing *Acinetobacter baumannii*; VRE, Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*.



〈Fig. 1〉 Growth colonies of Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* from spreads plated by the plate spreading method on the blood agar plate.

#### IV. 결론 및 고찰

본 연구는 치과진료실에서 사용한 오염된 기구를 쉽게 소독할 수 있도록 개발된 (주)AOS사의 아오스제로점에 대하여 기구소독용 발포정의 성능을 확인하고자 최근 확산되고 있는 슈퍼박테리아 8균주를 대상으로 살균력을 실험하였다. KPC-2 생성 *K. pneumoniae*, KPC-3 생성 *K. pneumoniae*, NDM-1 생성 *K. pneumoniae*, VIM-2 생성 *E. cloacae*, VIM-2 생성 *P. aeruginosa*, MRSA, OXA-23생성 *A. baumannii*, VRE를 각 1균주 씩 Luria-Bertani 액체배지에서 증균 시킨 후, 측정은 첫 번째 단계는 순수한 물, 두 번째는 세균 배양액 투입 후, 세 번째는 발포정의 완전용해 후로 구분하여 배양 후, 집락의 수를 계수하여 살균능을 측정하였다. 이를 3회 반복 실험한 결과 실험대상 세균 모두 발포정이 완전용해 후에는 모두 사멸하는 현상을 관찰 할 수 있었다. 이상의 결과로부터 국내에서 개발된 (주)AOS사 아오스제로점의 기구소독용 발포정은 8 종류의 슈퍼박테리아에 대해 살균효과가 있어 액체 및 분말로 된 제품에 비해 사용이 편리하여 치과병원에서 오염된 기구를 소독하는데 매우 유용하게 사용될 수 있을 것으로 보인다.

본 연구에서 실험한 기구소독용 발포정의 성분은 식품첨가물의 일종으로 인체에 무해하며 구연산은 현재 미국 및 유럽에서도 식품에 사용되는 식품첨가물 이외에 기구 등의 살균소독제로 널리 사용되고 있기도 하다. Kim 등[21]은 탄산수소

나트륨이 배합된 치약에서 항균력을 평가하고 치면세균막 억제효과를 증명하였다. 또한 이염화이소시아눌산나트륨은 차아염소산나트륨과 비슷한 성분으로 Lee 등[22]은 발포정 형태의 이염화이소시아눌산나트륨 용액의 염소이온 농도, 항균효과 및 세포독성을 기존의 근관세척 용액으로 사용 중인 차아염소산나트륨 용액과 비교하여 근관세척을 위해 유용하게 사용될 수 있는지 평가하여 낮은 농도의 이염화이소시아눌산나트륨 용액이 제조 후 일주일 이내에 근관세척액으로 사용가능하다고 하였다.

Choi[23]는 발포정 성분의 이염화이소시아눌산 나트륨 50%, 아디프산 25%, 탄산수소나트륨 25%로 조성된 유기염소계 살균소독제의 살균 소독력을 평가하기 위해 슈퍼박테리아인 MRSA 1주, VRE 1주 외에 그람양성알균 총 4주, 그람음성간균 총 12주, 진균 2주, *Mycobacterium tuberculosis* 2주, 표준균주 4주를 대상으로 살균소독제 농도 100 ppm에 0.5, 1, 2, 5, 10, 30, 60분간 노출시킨 후, 혼합액을 tryptic soy broth/agar 또는 sabouraud dextrose agar에 접종하여 배양하고 균의 발육 유무와 생균수를 관찰하였다. 슈퍼박테리아인 2균주 모두 100 ppm의 염소 농도에서 노출시간 30초에 5 log<sub>10</sub> 이하로 감소하는 결과를 보여 유기염소계 살균소독제에 대한 강한 살균력을 보였다.

현재 국내에서 이염화이소시아눌산나트륨(sodium dichloroisocyanurate), 아디핀산(adipic acid), 탄산칼슘(calcium carbonate), 탄산수소나트륨(sodium hydrogen carbonate), 구연산

(citric acid)등이 포함된 발포정 세정제의 슈퍼박테리아 대한 살균력 평가에 관한 선행연구가 거의 없었고, 치과 기구 소독제와 미생물에 대한 살균력 실험은 없는 실정이었기 때문에 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

### 참고문헌

1. Park HS, Bae JY, Lee AY, Jo JM: A study on recognition of infection control among dental staff. J Dent Hyg Sci (4);257-262, 2007.
2. Oie S, Hosokawa I, Kamiya A: Contamination of room door handles by methicillin-sensitive/methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Journal of Hospital Infection 51(2):140-143, 2002.
3. Min JH, Park SN, Hwang HK, Min JB, Kim HS, Kook JK: Detection of methicillin or vancomycin or vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* from dental hospital. J Korean Acad Conserv Dent 32(2):102-110, 2007.
4. Song JH: Antimicrobial resistance in gram-positive cocci: Past 50 Years, present and future. Infect Chemother 43(6):443-449, 2011.
5. Kim HB, Oh MD: Vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*. Infect 33:62-70, 2001.
6. <http://www.cdc.go.kr/CDC/>
7. CDC: Guidelines for control of patients with Carbapenemase producing Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae.
8. CDC: Epidemic Investigation Report for imported CRE outbreak in Korea.
9. Bush K: Alarmin  $\beta$ -lactamase-mediated resistance in multidrug-resistant Enterobacteriaceae. Curr Opin Microbiol 13(5):558-64, 2010.
10. Azita L, Shiri NV, Inna C, Mitchell J, Yehuda C: Emergence of KPC-2 and KPC-3 in Carbapenem-Resistant *Klebsiella pneumoniae* Strains in an Israeli Hospital. Antimicrobial Agents Chemotherapy 51(8):3026-3029, 2007.
11. Roh KH, Lee CK, Sohn JW, Song WK, Yong DE, Lee KW: Isolation of a *Klebsiella pneumoniae* Isolate of

Sequence Type 258 Producing KPC-2 Carbapenemase in Korea. Korean J Lab Med 31:298-301, 2011.

12. Kim YH, Kang HK, Kim KC et al: Oral Microbiology. Hyunmoon, Seoul, pp.205, 2009.
13. Nordmann P, Cuzon G, Naas T: The real threat of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase-producing bacteria. Lancet Infect Dis 9(4):228-36, 2009.
14. Rolain JM, Parola P, Cornaglia G: New Delhi metallo-beta-lactamase (NDM-1): towards a new pandemic?. Clin Microbiol Infect 16(12):1699-1701, 2010.
15. CDC: Producing NDM-1 Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae. 50:860-861, 2010.
16. Cohen J, Powderly WG: *Pseudomonas* and miscellaneous gram-negative bacilli. Infections Diseases. 2nd ed. Philadelphia pp.2203-26, 2004.
17. Yum JH, Yong DE, Lee KW, Kim HS, Chong YS: A new integron carrying VIM-2 metallo-beta-lactamase gene cassette in a *Serratia marcescens* isolate. Diagn Microbiol Infect Dis 42(3):217-9, 2002.
18. Peleg AY, Seifert H, Paterson DL: *Acinetobacter baumannii*: emergence of a successful pathogen. Clin Microbiol Rev 21:538-82, 2008.
19. Bergogne-Berezin E, Towner KJ: *Acinetobacter* spp. as nosocomial pathogens: microbiological, clinical, and epidemiological features. Clin Microbiol Rev 9(2):148-65, 1996.
20. Park KO, Son HC, Bae IK, Jeong SH: Molecular epidemiology of infection caused by OXA-23 or IMP-1  $\beta$ -lactamase-producing *Acinetobacter baumannii*. Korean J Clin Microbiol 8:121-9, 2005.
21. Kim NH, Mun SJ, Kim AH, Min JH, Ahn JH, Ha WH, Kim BI: The antimicrobial and anti-plaque effect of dentifrice containing baking soda and triclosan. Journal of Korean Academy of Oral Health 35(1):10-17, 2011.
22. Lee WC, Kang BS, Kim CH, Son HH: Evaluation of Sodium Dichloroisocyanurate as a root canal irrigation solution; Cl-concentration, pH, Cytotoxicity and Antimicrobial effect in vitro. JKACD 28(5):425, 2003.