

## &lt;원저&gt;

## 초음파검사용 젤 용기의 제균을 위한 세척방법 평가

이희정<sup>1,3)</sup>·이석준<sup>2)</sup>·성열훈<sup>3)</sup><sup>1)</sup>휴 병원 영상의학과·<sup>2)</sup>청주대학교 보건의료대학원 임상병리학과·<sup>3)</sup>청주대학교 보건의료대학원 방사선학과Evaluation of Washing Method for Sterilization of Gel Container  
for Ultrasound InspectionHee-Jeong Lee<sup>1,3)</sup>·Suk-Jun Lee<sup>2)</sup>·Youl-Hun Seoung<sup>3)</sup><sup>1)</sup>Department of Radiology, Hu Hospital<sup>2)</sup>Department of Biomedical Laboratory Science, Graduate School of Health Sciences, Cheongju University<sup>3)</sup>Department of Radiological Science, Graduate School of Health Sciences

**Abstract** The purpose of this study was to compare the ultrasound gel container washing methods for the sterilization of contaminants and to find the useful methods for the prevention of infection caused by the ultrasonic gel containers. In this experiment, a 250 mL ultrasonic gel container was used, and the ultrasonic gel used was a non-sterile gel (ECO GEL 99, SeungWon Medical, Korea). In order to evaluate the degree of contamination, new 250 mL 15 containers were divided into 5 groups to perform five types of washing by no treatment, washing with water, washing with soap, washing with bottle cleaner and high disinfection level washing. After the washing process, filled the gel container with gel and after 2 weeks, the number of colonies in the gel container was sampled repeatedly twice in the same ultrasonic laboratory and compared before and after washing. As a result of among the five cleaning methods used in this study, 87.2% and 88.9% of the soapy water washing ( $p = 0.028$ ) and high level washing ( $p = 0.027$ ) showed significant bacterial reduction rates, respectively. Our findings conclusively an ultrasonic gel container cleaning method for removing contaminants has been found to be an effective sterilization method at a low cost with a soapy water cleaning method. Therefore, it is expected that it will be helpful to prevent the infection caused by the ultrasonic gel container by suggesting the sterilization cleaning method that is practically useful in this study.

**Key Words:** Ultrasound gel, Sterilization, Contaminant, Washing method, Gel containers

**중심 단어:** 초음파 젤, 제균, 오염, 세척방법, 젤 용기

## I. 서 론

의료 환경의 변화에 따라 병원감염이 계속 증가하고, 이에 따라 막대한 경제·사회적 손실이 발생됨으로써 이를 막을 대책이 필요하게 되었다[1]. 전염이란 접촉을 전제로 해서 시작이 되며 접촉은 감염원과 거리가 가까울수록 일어날 확률이 높다. 이러한 조건은 다수의 사람들이 어느 특정 공

간에 모여 있는 장소에서 주로 충족되는데, 대표적인 곳이 바로 의료기관이다[2]. 의료기관에서 사용하는 다양한 의료 기구나 환경은 감염전파의 매개의 역할을 할 수 있다[3]. 의료기술의 발달과 더불어 의료기기의 이용 횟수가 늘어나 감염의 기회가 많아지게 되고 병원 감염의 위험성이 증가로 감염 발생을 예방하기 위한 감염관리 활동이 활성화되고 있다[4]. 일반인들의 병원 감염에 대한 관심 또한 높아짐에 따

Corresponding author: Youl-Hun Seoung, Department of Radiological Science, College of Health Medical Science, Cheongju University, Daesung-ro 298, Cheongwon-gu, Cheongju, Chungcheongbuk-do, 363-764, Korea / Tel: +82-43-229-7993 / E-mail: radimage@cju.ac.kr

Received 05 June 2018; Revised 22 June 2018; Accepted 23 June 2018

Copyright ©2018 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

라 병원 감염관리에 대한 의료기관의 책임과 역할이 크게 강조되고 있다[5]. 의료기기 중 하나인 초음파를 이용한 검사는 안전하고 비교적 간단한 장비를 이용할 수 있다는 장점이 있어 영상의학과 영역은 물론 의학의 각 분야에서 활용되고 있다[6].

그러나 미국에서 발생한 경식도 에코초음파(transesophageal echocardiography; TEE)를 시행 받은 16명의 환자가 *Pseudomonas aeruginosa*에 의한 감염이 된 사건이 있어 초음파 젤로 인한 감염예방의 중요성이 알려졌다. 그 초음파 젤을 조사한 결과, *Pseudomonas aeruginosa* 및 *Klebsiella oxytoca*에 오염된 것으로 조사되었고, 이곳의 미 개봉된 젤을 수집하여 테스트한 결과, 상당한 양의 *Pseudomonas aeruginosa* 및 *Klebsiella oxytoca*가 발견되었다. 균의 원인은 제조과정에서 오염이 발생한 것으로 밝혀졌는데, *Pseudomonas aeruginosa* 및 *Klebsiella oxytoca*는 화상이 심한 환자 및 면역 억제 상태의 암 및 에이즈 환자 등에 요로 감염, 호흡기 감염, 피부염, 연조직 감염, 균혈증, 관절 감염, 위장병 감염 및 다양한 전신 감염을 유발할 수 있다[7].

초음파검사 시 환자피부에 바로 접촉되는 초음파 탐촉자의 감염원인은 알려져 있고, 이에 대한 규정 제정과 연구가 활발히 진행되고 있다[8]. 그러나 초음파 프로브 사용 시 꼭 필요한 초음파 젤에 대한 규정은 구체적으로 제시하지 않고 있다. 초음파 젤은 초음파검사 시 탐촉자와 피부 사이의 초음파 진행을 막는 공기층을 없애 이로 인한 음파의 반사 손실을 최소화하기 위해 필요하다[9]. 초음파 젤은 1회용 젤을 사용하는 경우와 대용량 젤을 작은 용기에 담아 사용하는 경우가 있다. 감염예방효과 면에서는 일회용 초음파 젤을 사용하는 것이 좋다[10]. 그러나 1회용 사용으로 인한 환경 오염과 비용적인 이유로 작은 용기에 반복적으로 보충하여 재사용하는 사례가 있다. 따라서 본 연구에서는 오염균의 제균을 위한 초음파 젤 용기 세척법을 비교하여 초음파 젤 용기로 인한 감염예방에 유용한 방법을 알아보려고 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재 료

초음파 용기의 오염도 조사를 위해 14일간 재사용한 초음파 젤 용기 3개와 미사용 초음파 젤 용기 1개를 준비하고, 비 멸균 겔 (ECO GEL 99, 성원 메디칼, 한국)을 사용 하였다. 이때 환경적인 요인을 최소화하기 위해 일개병원을 대상으로 시행하였다. 세척방법에 따른 제균성 조사를 위해서

는 Bulk (4~5 L)에 있는 젤을 작은 통에 채워 사용하는 250 mL 새 용기 15개를 먼저 물로 세척하여 건조시킨 후 동일한 조건으로 준비하였다. 그리고 초음파 젤에 대한 병원성 세균의 배양 특성을 알아보기 위해 대표적 병원성 세균인 표준균주 *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213)과 *Escherichia coli* (ATCC 25922)을 준비하였다.

### 2. 방 법

#### 1) 초음파 용기의 오염도 조사

초음파 용기의 오염도 평가를 위해 14일간 재사용하고 있는 250 mL 용기 A, B, C와 미사용 용기 D를 이용하여 초음파 용기에 대한 오염도를 평가하였다. 오염균의 채취는 Fig. 1과 같이 접촉으로 인한 감염이 가능한 초음파 용기 뚜껑의 안과 밖 그리고 용기 안의 젤 세부분을 대상으로 실시하였다. 멸균된 면봉으로 세부분의 초음파 젤을 추출하여 액체 배지(thioglycollate broth media)가 담긴 검체 통에 담아 밀봉한 후 37°C에서 24시간 배양하고 혈액 한천 배지(blood agar plate)에 옮겨 심은 후 37°C에서 48시간 배양하였다.

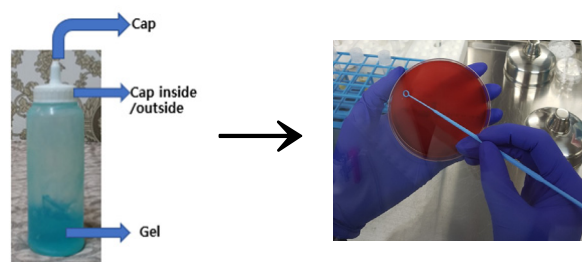


Fig. 1 Inspection sites of ultrasonic gel container

#### 2) 초음파검사용 젤 용기의 세척방법에 따른 제균성 조사

낮은 소독법에서부터 고준위 소독에 이르는 방법을 포함하여 가장 제균에 적합한 방법을 알아보기 위해 4가지 세척 방법으로 분류하여 실시하였다.

첫째, 균의 자연적 증균 상태를 알아보기 위한 세척 없이 재충전한 방법이다.

둘째, 일반적인 수돗물만으로 세척한 후 건조한 방법이다.

셋째, 미지근한 물에 비누(비트, CJ LION, 한국)를 녹여서 용기 세척한 후 건조한 방법이다.

넷째, 고준위 소독법으로 내시경 소독액으로 사용하고 있는 오피덱스(opidex)액을 용기에 채운 후 15분 뒤 증류수로 충분히 행군 다음 건조한 방법이다.

초음파 젤 용기의 세척방법에 따른 제균성을 평가하기 위해 Fig. 2에서 보듯이 250 mL 새 용기를 4그룹으로 나누어 한 세척방법에 3개의 용기를 가지고 두 번을 균 검사를 실시하였다. 각각의 용기에 미사용 젤을 충전하고 일개 병원의 초음파검사실에서 2주간 방치한 후 제시한 4가지 세척법으로 세척하였다. 그리고 각각의 세척법 시행 후 젤을 채우고 다시 동일한 초음파검사실에서 2주간 방치하였다. 세척 잔후에 젤을 혈액 한천 배지에 접종하고 35℃, 5% CO<sub>2</sub> 조건에서 24시간 배양 후 집락수를 계산하였다.

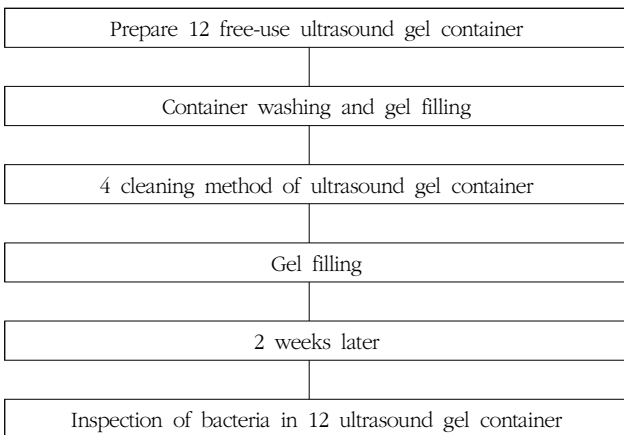


Fig. 2 Sequence of bacterial test method after washing container and gel filling

3) 초음파 젤의 병원성 세균의 배양성 평가

초음파 젤에서의 병원성세균의 배양 특성을 알아보기 위해 실험에는 *Staphylococcus aureus*과 *Escherichia coli*을 혈액 한천 배지에 접종하여 35℃, 5% CO<sub>2</sub> 조건에서 24시간 배양하였다. 24시간 배양 후 순수 분리된 집락들 중 하나를 골라 0.9% 생리식염수를 이용해 10<sup>-8</sup>배로 희석하였다. 그리고 희석액 1 mL을 초음파젤과 동량혼합 후 200 μl를 0시간, 24시간, 48시간 간격으로 혈액 한천 배지에 접종하고 35℃, 5% CO<sub>2</sub> 조건에서 24시간 배양 후에 집락계수기(colony counter 570, SUNTEX, TAIWAN)를 상용하여 집락수를 계산하였다.

3. 통 계

수집된 자료의 통계처리는 SPSS 프로그램 (SPSS 24.0 for Windows, SPSS, Chicago, IL USA)을 이용하였다. 분석내용은 세척방법에 따른 동일 초음파 용기에 대한 오염균 검출유무를 세척 전후의 콜로니 수로 비교하였다. 이때 대응표본 비모수검증인 Wilcoxon 검정을 이용하여 통계적으

로 p 값이 0.05 이하인 경우 유의한 차이가 있다고 판단하였다.

III. 결 과

1. 초음파 용기의 오염도 평가

병원에서 사용 중인 초음파 젤 용기와 새 용기를 수거하여 세부적으로 선정한 용기 뚜껑의 안과 밖, 그리고 젤의 균 검사를 실시하였다. 그 결과 Table 1과 같이 새 용기와 사용 중인 용기의 뚜껑의 안과 밖 그리고 젤에서 모두 오염균이 검출되었다.

뚜껑의 밖에서는 Non fermenting gram negative rod (GNR), *Bacillus species*, Unidentify gram positive rod, *Micrococcus species*이 관찰되었다. 뚜껑 안에서는 *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas fluorescens*, Non fermentig gram negative species, *Burkholderia cepacia*, *Micrococcus species*, *Diphtheroids*이 검출되었다. 젤 용기 안에서는 *Stenotrophomonas maltophilia*, Non fermentig gram negative species, *Staphylococcus aureus*, *Moraxella species*, Unidentified gram positive rod가 검출되었다. 사용 중인 용기의 감염이 예상되는 3곳 모두에서 유해균이 검출되었고, 사용 중인 용기에서 발견된 *Micrococcus species*와 *Stenotrophomonas maltophilia*가 새 용기에서도 검출되었다.

2. 초음파검사용 젤 용기의 세척방법에 따른 제균성 평가

비 세척, 물 세척, 비눗물 세척 그리고 고준위 세척의 4가지 방법으로 세척한 용기에 젤 담은 후 2주후 용기 안의 균 검사 실시하여 세척 전후 균 증감여부를 비교하였다. 그 결과 Table 2와 같이 용기를 세척하지 않고 젤을 충전한 경우 균 감소율이 46.5%(p=0.028), 물 세척 후 건조 후 젤을 충전한 경우 균 감소율이 66.1%(p=0.028), 비눗물 세척법으로 사용한 결과 균 감소율이 87.2%(p=0.028), 고준위 세척법을 이용한 결과 균 감소율이 88.9%(p=0.027)로 나왔으며 통계적으로도 유의한 차이가 있었다.

3. 초음파 젤의 병원성 세균 배양 후 관찰

초음파 젤에서의 병원성세균의 배양 특성 결과, 초기 *Escherichia coli*의 콜로니 수는 230±6개이었으나 실온에

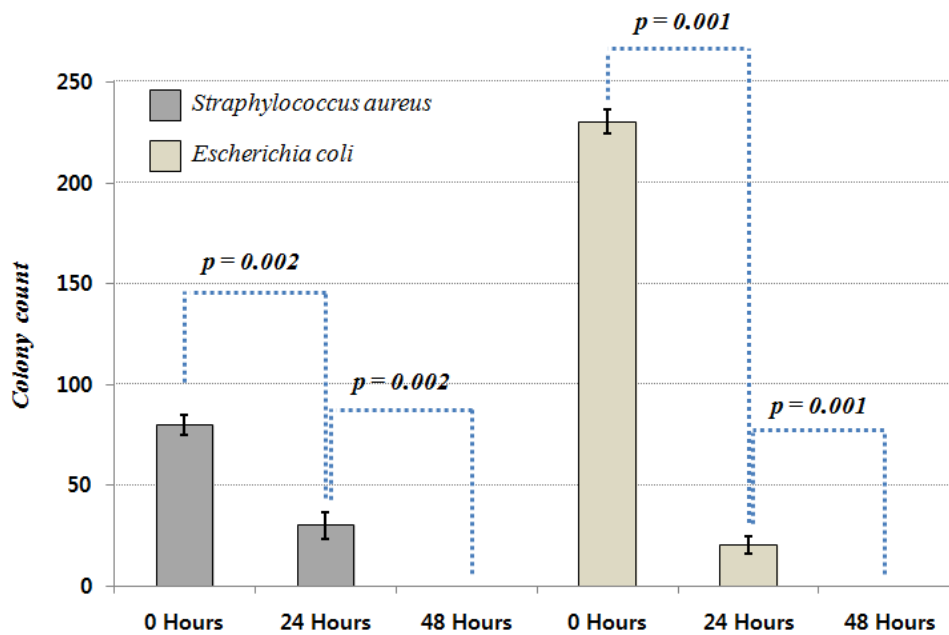
**Table 1** Inspection of the ultrasound container in use and the new container

	Gel Container A	Gel Container B	Gel Container C	New Container
Cap Outside	Non fermenting GNR	<i>Bacillus species</i> Unidentified gram positive rod	<i>Staphylococcus hominis</i> Unidentified gram positive rod	<i>Micrococcus species</i>
Cap Inside	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> <i>Pseudomonas fluorescens/putida</i> Non fermenting GNR	<i>Burkholderia cepacia</i> <i>Micrococcus species</i>	<i>Burkholderia cepacia</i> Non fermenting GNR	<i>Micrococcus species</i> <i>Diphtheroids</i>
Gel	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> Non fermenting GNR ( <i>Ralstonia paucula</i> ) <i>Staphylococcus hominis</i>	Non fermenting GNR ( <i>Ralstonia paucula</i> ) Unidentified gram positive rod	Non fermenting GNR	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> <i>Moraxella species</i> Non fermenting GNR

**Table 2** Comparing before and after each washing methods

No		Average of colony number	Standard Deviation	Increase/decrease rate (%)	p-value
1	Before	337.5	65.8	-46.5	0,028
	After	180,5	41,9		
2	Before	279,0	150,4	-66,1	0,028
	After	94,5	52,6		
3	Before	349,8	140,0	-87,2	0,028
	After	44,6	9,0		
4	Before	457,0	176,3	-88,9	0,027
	After	50,67	24,9		

- 1: No treatment (n=6)
- 2: Water wash (n=6)
- 3: Soapy water wash (n=6)
- 4: High level disinfection (n=6)



**Fig. 3** Bar graph of colony count after two bacterial pathogens

24시간 증균한 후 콜로니를 측정한 결과, Fig. 3처럼 통계적으로 유의하게 감소하였으며, 48시간이 지난 후에는 *Escherichia coli*들이 유의하게 소멸하였다. *Staphylococcus aureus*도 초기 콜로니 수는  $80 \pm 5$ 개이었으나 실온에 24시간 증균한 후 콜로니를 측정한 결과, Fig. 3처럼 통계적으로 유의하게 감소하였으며, 48시간이 지난 후에는 *Staphylococcus aureus*들이 유의하게 소멸하여 검출되지 않았다.

## IV. 고 찰

초음파검사 시 가장 먼저 환자와 접촉하는 초음파 젤로 인한 감염을 예방하기 위해서는 1회용 젤이 권장된다. 그러나 1차 및 2차 의료기관에서는 초음파를 시행할 때 큰 bulk 용기에 담긴 젤 일부를 작은 용기에 덜어 사용한다. 이는 1회용 초음파 젤의 가격이 용기에 담아 사용하는 것 보다 비싸기 때문이다. 대한병원협회가 조사한 자료를 보면 국내 병원들의 재무구조가 취약한 상태이고, 여러 가지 요인들로 인해 경영난을 견디지 못하고 문을 닫는 중소 병원들이 속출하고 있음을 알 수 있다[11]. 현실적으로 비용절감과 함께 환자의 안전을 도모하고, 환자와 병원 모두에게 이익이 될 수 있는 방법을 찾아가는 노력이 필요하다. 의료기관에서는 연속해서 환자를 검사하는 경우 이로 인한 감염 전파의 매개체가 될 수 있어 병원 감염관리의 필요성이 보고되고 있다[12]. 또한 의료기관을 방문하는 사람들 중 병이 있는 환자와 면역력이 감소한 사람은 검사 시 검사장비로 인한 감염으로 심각한 질병이 생길 수 있어서 소독을 통해 감염 예방을 해야 한다[13].

이처럼 의료기관의 감염문제가 병원 프로세스와 관련이 있고 영상의학과 검사 중 감염예방을 위한 방법을 확인하고 예방하기 위한 지속적인 연구 또한 필요하다[14]. 따라서 본 연구에서는 초음파검사에서 초음파 1회용 젤 사용에 대한 환경적 요인과 비용절감적인 요인을 고려하여 현재 일반적으로 널리 사용되고 있는 초음파검사용 젤 용기의 오염균을 제거할 수 있는 세척법에 대하여 실험하였다. 이를 위해 먼저 오염원에 대한 초기 오염균 상태를 실험하였다. 그 결과, 새 용기임에도 불구하고 *Micrococcus species*, *Diphtheroids*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Moraxella species*, Non fermenting gram negative rod 등으로 오염되었지만 대장균과 같은 병원성 세균은 검출되지 않았다. 이러한 결과는 초음파 탐촉자의 세균 오염도를 측정된 선행연구 결과와 일치한다[15].

본 연구에서는 새 용기에서 오염균이 발견되어 이를 제거

할 수 있는 방법을 제안하여 실험하였다. 젤을 일정기간 보관해 놓은 용기를 4가지 세척법을 이용해 가장 제거에 효과적인 방법을 알아본 결과, 비눗물 세척법과 고준위 세척법이 각각 87.2%, 88.9%의 유의한 차이로 오염균 제거율을 보였다. 이는 비눗물 세척법이 저비용으로 효율이 높은 제거 방법임을 시사한다. 이러한 결과는 미국의 한 기관에서도 대용량 젤을 작은 용기에 담아 사용 시 용기를 비눗물에 세척할 것을 권장하고 있는 것과 유사하다[16]. 그리고 각 세척법으로 세척한 용기는 모두 공기 중에서 건조를 한 후 젤을 채우게 되는데 공기 중에 있는 각종 미생물 및 곰팡이 포자의 크기가 매우 작아 공기를 매체로 이동하기 쉽고[17] 환경에 정상적으로 존재하므로[18], 고준위 세척법으로 용기를 세척하더라도 용기를 건조할 때 환경에 의한 균이 함께 검출될 수 있다. 따라서 고준위 세척법에서의 제거효과가 비눗물 세척법에서 근사하게 나타나기 때문에 영세한 의료기관에서 가성비가 높은 용기 세척법으로 적절하다고 판단된다.

마지막으로 병원성 세균이 초음파 젤에 감염된 상황을 가정하여 두 가지 대표적인 병원균을 배양 후 균의 변화를 알아보았다. 첫 번째 사용된 병원균인 *Staphylococcus aureus*은 포도송이모양 원형균의 하나로 건강한 사람의 약 30%는 코점막 및 피부에 존재한다. 평소에는 사람에게 피해를 주지 않지만 혈관으로 들어가면 균혈증 및 패혈증을 일으킬 수 있어 주의가 필요하다. *Staphylococcus aureus*이 자랄 수 있는 온도는  $7^{\circ}\text{C} \sim 48^{\circ}\text{C}$ 이고, 최적 조건은  $35^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 이다. 산소가 많은 곳에서는 빨리 자라지만 진공 포장 등 산소가 적은 곳에서는 천천히 자라는 성질을 가지고 있다[19]. 두 번째 사용된 병원균인 *Escherichia coli*은 그람음성 막대균으로써 인간을 포함한 온혈동물의 창자에서 많이 볼 수 있는 박테리아이다. 대부분의 *Escherichia coli*의 변종들은 해롭지 않지만, 심각한 식중독을 일으킬 수 있다. *Escherichia coli*은 그람음성의 조건적 호기성 세균이다. 이상적인 *Escherichia coli*의 생장은  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 일어나지만 일부 변종들은  $49^{\circ}\text{C}$ 의 환경에서도 분열할 수 있다[20].

대표 병원균을 새 젤에 배양한 결과에서는 검사 당일에서부터 균의 수가 줄어들어 2일 후에는 병원성 균 검출이 되지 않음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 초음파 젤 자체에서는 병원성 세균이 자라기에는 열악한 환경을 가지고 있기 때문에 증균이 어렵다는 사실을 증명한다. 따라서 초기에 검출되는 균은 환경에 의해 발생되고 있다고 추정할 수 있다. 그러므로 초음파 젤의 오염은 환경에 의해 영향을 받을 수 있으며 이에 대한 환경관리가 필요하다. 그러나 부산지역을 대상으로 초음파실 근무자들의 병원감염관리 인식에 대한 선행연구에 의하면 병원감염관리 인식도 낮다고 보고하고

있기 때문에 용기 세척에 대한 관리자들의 인식 개선도 매우 중요하다고 판단된다[21].

본 연구에서의 한계점은 일개병원 내에서 실험한 점이지만 환경에 의한 변수를 최소화하여 초음파 젤의 평균 환경을 통일하고자 하였다. 또한 상대적으로 적은 표본수는 감염균 실험에서 허용되는 일반적인 표본수이다. 특히 본 연구는 초음파 젤 용기 세척방법에 대한 실증적 실험을 통해 유의성을 보여준 것은 차별성 있는 연구 성과라고 할 수 있다. 따라서 앞으로도 적절한 세척이 이루어진다면 비 멸균 젤을 사용하는 의료활동의 경우 용기오염으로 인한 감염을 예방하는데 효과가 있음을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다. 또한 세척 후에도 환경에 의한 균이 검출될 수 있기 때문에 초음파검사 장소 및 초음파 젤 용기보관 장소의 청결 유지가 감염예방에 중요한 요소임을 알 수 있었다. 이러한 결과는 초음파 젤 보관 장소의 환경적 중요성을 확인할 수 있었으며 효과적인 제균 세척방법을 제시함으로써 1회용 사용에 대한 환경오염과 비용절감효과를 기대할 수 있으리라 판단된다.

## V. 결 론

정기적인 초음파 젤 용기의 세척과 초음파검사 장소 및 초음파 젤 용기보관 장소의 청결 유지가 초음파검사 시 감염관리에 중요한 요인이다. 본 연구에서는 초음파 젤 전용 용기의 세척법은 비눗물 세척법과 고준위 세척법이 우수한 제균 효과가 있음을 증명하였다. 특히 세척법의 가성비를 고려한다면 비눗물 세척법이 초음파 젤 용기의 제균 관리에 유용할 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- [1] Sohn DW, Kim SW, Cho YH. The Present Status and Counterplans of Nosocomial Infection, Korean J UTII, 2007;2(1). Available from: [www.euti.org/journal/download\\_pdf.php?spage=23&volume=2&number=1](http://www.euti.org/journal/download_pdf.php?spage=23&volume=2&number=1).
- [2] Yoo JH. The Recent Trend and Perspective of Infection Control in the Republic of Korea, Korean J Nosocomial Infect Control, 2016;21(1):1-8.
- [3] Jeong SY, Choi JH, Kim EK, Kim SM, Son HJ, Cho NH, et al. Actual Disinfection and Sterilization Control in Korean Healthcare Facilities, J Korean Acad Fundam Nurs, 2014;21(4):392-402.
- [4] Kim SD, Sohn DW, Kim SW, Cho YH. The Present Status and Counterplans of Nosocomial Infection, Hokkaido Igaku Zasshi, 1994;69(2):155-6.
- [5] Kim MN, Kim JH, Bae JM. A Guideline of Infection Control Precautions for Visitors to Healthcare Facilities in Korea, Korean Public Health Research, 2017;43(3):109-14.
- [6] Korean Society of Ultrasound in Medicine. Available from: <http://www.ultrasound.or.kr/>.
- [7] Paul C, Victoria R, Matthew S, Barbara RD, Susan O, Kara S, et al. An Outbreak of Pseudomonas aeruginosa Respiratory Tract Infections Associated with Intrinsically Contaminated Ultrasound Transmission Gel, Infection Control & Hospital Epidemiology, 2013; 34(8):850-53.
- [8] Yoon J, Kim HJ. A study on effective disinfection methods of medical ultrasound probe resident floras, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 2018;19(1):346-54.
- [9] Tammy D. Tunstall. Infection control in the sonography department, Journal of diagnostic medical sonography, 2012;26(4):190-97.
- [10] Safe Use of Gels for Ultrasound, Healthcare Epidemiology Policies and Procedures. Available from: [https://www.utmb.edu/policies\\_and\\_procedures/Non-IHOP/Healthcare\\_Epidemiology/01\\_39%20-%20Safe%20Use%20of%20Gels%20for%20Ultrasound.pdf](https://www.utmb.edu/policies_and_procedures/Non-IHOP/Healthcare_Epidemiology/01_39%20-%20Safe%20Use%20of%20Gels%20for%20Ultrasound.pdf).
- [11] Kim JH. Performance and Promotion Plan of Small Hospital Management, Korea Hospital Management Research Institute, 2005.
- [12] Lee HY, Shin SG. Bacteriological Research for the Contamination of Digital Portable Radiography, Journal of Radiological Science and Technology, 2017;40(1):7-12.
- [13] Hong DH, Kim HG. Analysis of Bacterial Contamination on Surface of General Radiography Equipment and CT Equipment in Emergency Room of Radiology, Journal of Radiological Science and Technology, 2016;39(3)421-27.
- [14] Lee JY. Influence of Diagnostic X-ray Laboratory Automatic System on Pathogen Infection in

- Radiology[mater's thesis], Cheongju University; 2017.
- [15] Kim CB, Lee YS, Lee WH, Cho CC, Yoon HY, Lee YM, et al. Investigation into the Actual State of Sanitary Management and Recognition Degree and Infection Level of Ultrasonographic Probes. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2004; 27(3):51-59.
- [16] Safe Use of Gels for Ultrasound. *Healthcare Epidemiology Policies and Procedures*. Available from: [https://www.utmb.edu/policies\\_and\\_procedures/Non-IHOP/Healthcare\\_Epidemiology/01\\_39%20-%20Safe%20Use%20of%20Gels%20for%20Ultrasound.pdf](https://www.utmb.edu/policies_and_procedures/Non-IHOP/Healthcare_Epidemiology/01_39%20-%20Safe%20Use%20of%20Gels%20for%20Ultrasound.pdf).
- [17] Burrows SM, Elbert W, Lawrence MG, Pöschl U. Bacteria in the global atmosphere - Part 1: Review and synthesis of literature data for different ecosystems. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2009;9:9263-9280.
- [18] Control of Bioaerosol in Indoor Environment. Available from: <https://oshri.kosha.or.kr/cms/board/Download.jsp?field=1073>
- [19] Food and Drug Administration. *Staphylococcus aureus*. Seoul: Food and Drug Safety Administration; 2008.
- [20] Food and Drug Administration (KFDA) Hazardous substance management team risk management team. *Pathogenic Escherichia coli*. Seoul: Food and Drug Safety Administration; 2007.
- [21] Kim JH, Kang SS, Kim CS, Analysis of Hospital Infection Control Awareness of Ultrasound Room Office Personnel in Busan, *Journal of Radiological Science and Technology*. 2015;38(2):135-43.