



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

석사학위논문

활성 이온화 과산화수소 공간 멸균 후 다제내성균 제거 효과 평가

계명대학교 대학원

간호학과

강진영

지도교수 최종림

2023년 8월

활성 이온화 과산화수소 공간 멸균 후 다제내성균 제거 효과 평가

강진영

2023년

8월

활성 이온화 과산화수소 공간 멸균 후 다제내성균 제거 효과 평가

지도교수 최 종 립

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2023년 8월

계명대학교 대학원
간호학과

강진영

강진영의 석사학위 논문을 인준함

주 심 김 나 현

부 심 최 종 림

부 심 이 지 연

계 명 대 학 교 대 학 원

2 0 2 3 년 8 월

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구목적	3
3. 용어정의	3
II. 문헌고찰	6
1. 다제내성균	6
2. 의료환경표면 관리	8
3. 과산화수소 공간 소독/멸균	11
III. 연구방법	17
1. 연구설계	17
2. 대상 균주	17
3. 연구절차	18
4. 자료수집 및 분석	24
5. 윤리적 고려	24
IV. 연구결과	25
1. AIHP 공간 멸균 전 균주 수	25
2. AIHP 공간 멸균 후 다제내성균 제거 효과	26
V. 논의	30
VI. 결론 및 제언	34
참고문헌	35
부 록	54
영문초록	57
국문초록	59

표 목 차

표 1. 일상적인 청소 및 소독의 적절성 평가	10
표 2. 실제 의료환경에서 공간 소독/멸균 효과 평가	15
표 3. 실험환경에서 공간 소독/멸균 효과 평가	16
표 4. AIHP 공간 멸균 전 균주 수	25
표 5. AIHP 공간 멸균 후 MRAB 균주 수(CFU _s /페트리 접시)	27
표 6. AIHP 공간 멸균 후 MRPA 균주 수(CFU _s /페트리 접시)	28
표 7. AIHP 공간 멸균 후 균 감소 효과	29

그림 목 차

그림 1. 본 연구의 감염 전파 모형	7
그림 2. 연구설계	17
그림 3. 연구절차	18
그림 4. 대상 균주 부착장소 및 AIHP 공간 멸균기 분사 위치	20
그림 5. 페트리 접시 준비	21
그림 6. AIHP 공간 멸균 후 잔여 균주 수 확인 방법	22
그림 7. AIHP 공간 멸균 후 균주 수 확인	23

I. 서론

1. 연구의 필요성

의료환경은 환자를 보호하고, 질병의 치료와 회복을 위한 중요한 요소이다(Nam, Heo, & Jeong, 2020). 환경은 인간, 건강, 간호와 함께 간호의 네 가지 메타 패러다임 중 하나로, 나이팅게일은 환경의 기본 요소를 청결, 환기, 물, 공기, 햇볕 등의 물리적 환경이라고 하였으며, 환자가 있는 모든 환경은 청결해야 한다고 주장하였다(이성은, 1993; Gilbert, 2020; Nightingale, 1992). 의료관련감염관리 측면에서 환경은 감염원, 숙주와 함께 감염의 전파 요소 중 하나로, 최근에는 다제내성균, Coronavirus-19 등의 감염병 유행으로 인해 환경의 중요성이 점점 강조되고 있다(질병관리본부와 대한의료관련감염관리학회, 2017).

의료환경에는 다제내성균(Multidrug-resistant organism [MDRO])을 포함한 다양한 미생물이 수일에서 수개월 동안 생존한다(Chemaly et al., 2014; Rodrigues et al., 2020). 건조한 표면에는 coagulase-negative *Staphylococcus* 등과 같은 그람양성알균이 생존할 수 있고, 습기가 있는 표면에는 그람음성균이 주로 생존하며(Danforth, Nicolle, Hume, Alfieri, & Sims, 1987; Kramer, Schwebke, & Kampf, 2006), 이러한 미생물로 오염된 환경표면은 감염 전파의 매개체 역할을 한다(Suleyman, Alangaden, & Bardossy, 2018). 다제내성균 감염 환자 퇴실 병실에 입원한 환자는 이전 환자와 같은 병원체를 획득할 확률이 높았고(Mitchell, Dancer, Anderson, & Dehn, 2015), 의료환경 오염으로 인한 다제내성균 유행이 보고되었다(Hota et al., 2009; La Forgia et al., 2010). 이처럼 오염된 의료환경은 감염 전파에 중요한 역할을 하므로 이를 차단하기 위한 의료기관의 환경관리 전략은 매우 중요하다(Anderson et al., 2017; Catalanotti, Abbe, Simmons, & Stibich, 2016).

의료기관의 통상적인 환경관리 방법은 청소와 소독이다. 그러나 청소 담당 인력이 소독제를 적신 일회용 티슈나 직물을 의료환경표면에 접촉하여 닦는 환경관리 방법의 적절성은 50% 미만으로 나타났다(Carling, Parry, Bruno-Murtha, & Dick, 2010). 이러한 의료기관의 환경관리 한계점을 보완하기 위해 다양한 비접촉 소독 방법이 개발되고 있으며(Falagas et al., 2011; Weber, Kanamori, & Rutala, 2016), 그중 하나가 과산화수소 공간 소독/멸균 방법이다.

과산화수소는 물과 산소의 화합물로 자유 라디칼(free radical)을 생산하여 세포막의 지질, DNA를 파괴하는 작용으로 세균, 진균, 바이러스 등 병원성 미생물을 사멸시키는 효과가 있다(Linley, Denyer, McDonnell, Simons, & Maillard, 2012; Ríos Castillo, González Rivas, & Rodríguez Jerez, 2017). 이러한 작용으로 의료기구의 멸균제로 사용되다가 2000년대부터 의료기관 퇴실 병실의 청소를 보완하거나(Chan, White, Sheorey, Cocks, & Waters, 2011; Orlando et al., 2008) 다제내성균의 유행 종식을 위한 공간 소독/멸균 방법으로 확대 사용되기 시작하였다(Alfandari et al., 2014; Barbut et al., 2013; Chmielarczyk et al., 2012; Landelle et al., 2013). 국내에서의 과산화수소 공간 소독/멸균은 중동호흡기증후군(Middle East respiratory syndrome) 유행 이후 의료기관 공간 소독/멸균 방법으로 도입되어(음상준, 2018) 최근에는 코로나바이러스감염증-19 (Coronavirus-19 disease)의 격리병상을 공간 소독/멸균하는데 사용되었다(최두선, 2020).

과산화수소는 사용하는 농도와 방법에 따라 효과가 달라지며 현재 보편적으로 사용하고 있는 공간 소독/멸균은 Ag^+ 이온과 5~6%의 저농도 과산화수소를 사용하는 에어로졸 과산화수소(aerosol Hydrogen Peroxide, 이하 aHP) 방법과 30~35%의 고농도 과산화수소를 사용하는 과산화수소 증기(Hydrogen Peroxide Vapor, 이하 HPV) 방법이다(Otter, Yezli, Perl, Barbut, & French, 2013). aHP 방법은 대부분의 연구에서 4 로그(log) 정도의 균 감소 효과가 확인되었으나(Barbut, Menuet, Verachten, & Girou, 2009; Holmdahl, Lanbeck, Wullt, & Walder, 2011), Ag^+ 이온이 환경표면에 축적될 수 있다는 단점이 있었고(Akter et al., 2018), HPV 방법은 6 로

그 이상 균 감소 효과는 확인되었으나(Bentley, Dove, Parks, Walker, & Bennett, 2012; Berrie, Andrews, Yezli, & Otter, 2011). 온·습도의 영향에 따라 효과가 달라질 수 있고(Unger-Bimczok, Kottke, Hertel, & Rauschnabel, 2008), 고농도 과산화수소로 인한 의료환경표면 부식이 발생할 수 있다(Kim, Lee, Choi, Chun, & Jang, 2021; Otter et al., 2013).

이 두 가지 방법을 보완한 7.8% 저농도 과산화수소를 이용한 활성 이온화 과산화수소(Activated Ionized Hydrogen Peroxide, 이하 AIHP) 공간 멸균 방법이 미국 환경보호청(Environmental Protection Agency [EPA])의 승인을 받았다(Paxton, 2017). AIHP 공간 멸균에 대한 연구는 주로 농산물, 동물 실험실의 오염 제거(Dell'Anna et al., 2020; Song, Annous, & Fan, 2020)와 *Clostridioides difficile* (이하 *C. difficile*) 감소 효과를 확인한(Paxton & Nguyen, 2017) 제한적인 연구만이 보고되었다. 이에 본 연구에서는 AIHP 공간 멸균 후 다제내성균 제거 효과를 평가하여 실제 의료환경에서 사용 가능성을 확인하고자 하였다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 비접촉 공간 소독/멸균 방법인 AIHP 공간 멸균을 통해 다제내성 아시네토박터바우마니(Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* [MRAB])와 다제내성 녹농균(Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* [MRPA])의 사멸 효과를 정량화하여 평가하고자 함이다.

3. 용어정의

1) 다제내성균

- (1) 이론적 정의: 다제내성균은 한 가지 이상의 항생제에 대한 내성을 가지는 미생물을 의미하며(대한의료관련감염관

리학회, 2017), 질병관리청에서 의료관련감염병으로 지정한 메티실린 내성 황색포도알균(Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* [MRSA]), 반코마이신내성 장알균(Vancomycin-resistant *Enterococci* [VRE]), 반코마이신 내성 황색포도알균(Vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* [VRSA]), MRAB, MRPA, 카바페넴 내성장내세균속군종(Carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* [CRE])의 6종을 말한다(질병관리청, 2022).

- (2) 조작적 정의: 본 연구에서의 다제내성균은 질병관리청에서 지정한 6종 법정감염병 중 MRAB, MRPA를 의미한다.

2) 활성 이온화 과산화수소

- (1) 이론적 정의: 활성 이온화 과산화수소란 과산화수소가 저온의 플라즈마 아크를 통과할 때 생성되는 하이드록실 라디칼(OH[·])과 같은 고농도의 활성산소종(reactive oxygen species)이 포함된 미스트를 의미한다(Jiang et al., 2017).

- (2) 조작적 정의: 본 연구의 활성 이온화 과산화수소는 AIHP solution 7 (과산화수소 7.8%, Mugyun, Sungsam, Korea)이 플라즈마 아크를 통과할 때 생성되는 하이드록실 라디칼과 같은 고농도의 활성산소종이 포함된 미스트를 의미한다.

3) 공간 멸균

- (1) 이론적 정의: 공간이란 어떤 물질이나 물체가 존재할 수 있거나 어떤 일이 일어날 수 있는 자리를 말하며(국립국

어원, 2021), 멸균이란 아포를 포함한 모든 미생물을 사멸시키는 것을 말한다(질병관리본부와 대한의료관련감염관리학회, 2017).

- (2) 조작적 정의: 본 연구에서의 공간 멸균은 실험을 시행하는 격리병실에서 MRAB와 MRPA를 6 로그 이상 사멸시키는 것을 의미한다.

II. 문헌고찰

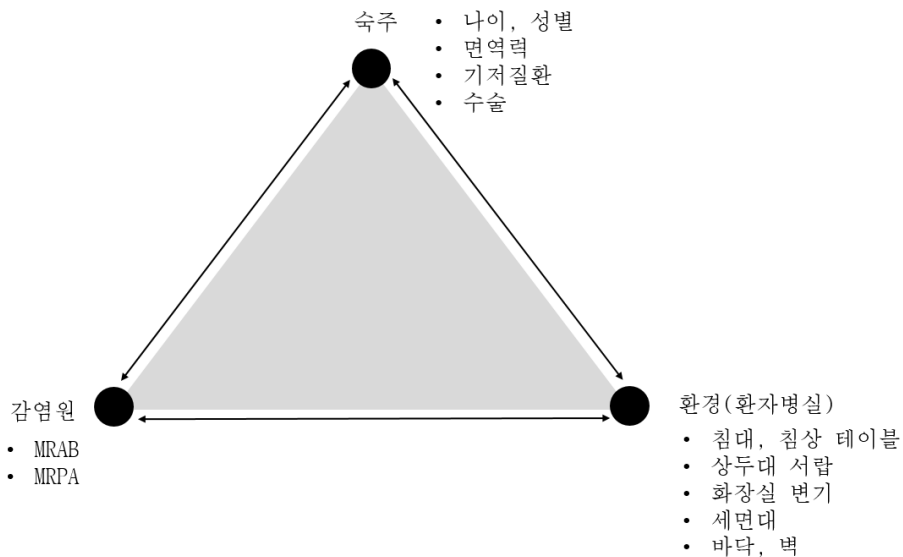
1. 다제내성균

다제내성균은 한 가지 이상의 항생제에 대한 내성을 가지는 미생물을 의미한다(대한의료관련감염관리학회, 2017). 국내에서는 2011년 1월 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」 시행에 따라 그람양성 다제내성균인 VRSA, VRE, MRSA와 그람음성 다제내성균인 MRPA, MRAB, CRE 6종 다제내성균을 법정감염병으로 지정하여 유행과 확산 감시체계를 운영 중이다(질병관리청, 2022). 이 중 MRAB와 MRPA는 carbapenem계, aminoglycoside계, fluoroquinolone계 항생제에 모두 내성을 가진 *Acinetobacter baumannii* (이하 *A. baumannii*), *Pseudomonas aeruginosa* (이하 *P. aeruginosa*)이다(김도균과 정석훈, 2022). 2021년 전국의료관련감염감시체계 중환자실 감염감시보고에 따르면 중환자실 의료관련감염의 원인균으로 *A. baumannii*, *P. aeruginosa*가 분리되었으며, *A. baumannii*의 내성률은 89.7% (446/497건), *P. aeruginosa*의 내성률은 50.3% (145/288건)로 나타났다(Kim et al., 2021). 국내에서는 1997년 처음 MRPA가 보고된 이후 지속적으로 증가하거나 정체하는 양상을 보였고, MRAB는 중소병원에서 2011년 55.4%에서 2020년 65.2%로 증가하였고, 요양병원의 경우 2011년 67.1%에서 2020년 77.4%로 2019년에 비해 약간 감소하였으나 지속적으로 증가하는 양상으로 나타났다(질병관리청, 2021).

다제내성균 감염은 전 세계적으로 심각한 보건 문제 중 하나로 사망률 증가, 재원 기간 연장, 의료비 증가 등의 문제를 발생시킨다(De Kraker, Davey, Grundmann, & BURDEN Study Group, 2011; Durojaiye et al., 2019; Friedman, Temkin, & Carmeli, 2016; Neidell et al., 2012). 세계보건기구(World Health Organization [WHO])는 다제내성균 감염을 항생제 사용 제한, 다제내성균 발생 지속적인 증가 등을 고려하여 인류를 위협하는

10가지 국제 보건 위협으로 분류하였다(WHO, 2021).

다제내성균 감염을 예방하기 위한 다양한 전략 중 하나로 최근 환경관리의 중요성이 대두되고 있다. 감염은 환경, 미생물, 숙주의 상호 작용의 결과로 나타나는데(Haynes & Khardori, 2013)(그림 1), 의료환경에는 MRAB, MRPA를 포함한 다양한 미생물이 존재하며(Firesbhat, Tigabu, Tegene, & Gelaw, 2021; Saadi, Allem, Sebahia, Merouane, & Bakkali, 2022), 감수성이 높은 숙주는 의료환경으로부터의 미생물 전파가 용이하다. 여러 선행연구에서도 적절한 환경관리를 통해 다제내성균의 발생이 감소함을 보고하고 있어(Dancer, 2014; Teerawattanapong et al., 2017), 환자가 머무는 공간인 병실 등의 오염된 의료환경 표면을 통한 미생물 전파를 차단하기 위해서는 보다 철저한 환경관리가 필요하다(Anderson et al., 2017; Catalanotti et al., 2016).



MRAB=Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*; MRPA=Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*

그림 1. 본 연구의 감염 전파 모형

2. 의료환경표면 관리

의료환경표면은 다제내성균을 포함한 여러 병원체가 생존하여 의료관련 감염의 원인이 되고 있다(Desai, Scribante, Perrie, & Fourtounas, 2019; Heyba et al., 2015). 의료관련감염에서 중요한 그람음성균인 *A. baumannii* 와 *P. aeruginosa*는 토양이나 물 등 환경에 존재하며(김봉영, 2020), 주로 오염된 환경이나 의료장비 사용을 통해 전파된다(Lax et al., 2017; Russotto, Cortegiani, Raineri, & Giarratano, 2015; Weber, Anderson, & Rutala, 2013).

의료환경표면의 미생물 배양검사에 대한 연구를 살펴보면, 환자 침대와 침대 시트에서 *A. baumannii*, *Staphylococcus aureus* (이하 *S. aureus*) 등이 분리되었고(Sebre et al., 2020; Tajeddin et al., 2016), 싱크대에서는 주로 *S. aureus*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa*가 분리되었다(Chaoui, Mhand, Mellouki, & Rhallabi, 2019; Sebre et al., 2020). 중환자실의 인공호흡기, 커튼, 수액 걸이, 산소마스크, 문손잡이, 침대 등에서 MRAB가 분리되었고(Shi, Kim, Kim, Lee, & Eom, 2020; Sui et al., 2012; Tajeddin et al., 2016), 세면대, 침대 시트에서 MRPA가 분리되었다(Shi et al., 2020). 이외 여러 연구에서 침상 난간, 혈압계, 침대 옆 탁자 등 환경표면과 의료기기의 병원성 미생물의 오염을 확인하였다(Darge, Kahsay, Hailekiros, Niguse, & Abdulkader, 2019; Grewal, Varshney, Thomas, Kok, & Shetty, 2013; Russotto et al., 2015).

의료기관의 환경관리 방법은 환자와 접촉하는 환경표면을 주기적으로 청소 및 소독하는 것이며, 이는 감염을 예방하기 위한 필수 요소이다(Dancer, 2019). 그러나 환경관리 담당 인력에 의한 일상적인 환경관리 방법으로는 오염원을 완전히 제거하지 못하고, 사람의 손이 닿지 않는 영역까지 일상적인 환경관리를 시행하기는 어렵다(Róžańska, Wójkowska-Mach, Bulanda, & Heczko, 2015). 또한, 표준화된 환경 청소 및 소독 지침이 있더라도 환경관리 담당 인력이 적절한 교육을 받지 않았거나, 환경관리를 담당하는 인력

이 부족한 경우, 청소 도구와 환경소독제 사용에 어려움이 있는 경우에는 적절한 환경관리가 되고 있다고 보기는 어렵다(Choi, 2020; Otter, Yezli, Barbut, & Perl, 2020).

의료기관에서는 환경관리 담당 인력의 교육과 효과적인 환경관리를 위하여 다양한 방법으로 청소 적절성을 평가하고 있다. 환경관리 적절성 평가 방법은 청소 행위를 직접 관찰하거나 청소 전 형광물질을 도포하여 청소 후 형광물질이 남아있는 것을 확인하는 방법, 아데노신삼인산(Adenosine Triphosphate, 이하 ATP) bioluminescence 검사 장비를 이용하여 청소 후 잔류 유기물질을 평가하는 방법 및 환경배양검사 방법이 있다(Carling & Bartley, 2010; Mitchell, Wilson, Dancer, & McGregor, 2013). ATP를 이용하여 청소 및 소독의 적절성을 평가한 연구에서 청소 및 소독 후 대부분의 평가 장소에서 기준치인 250 RLU/100cm² 를 통과하였으나 문손잡이, 배수구 등에서는 기준치보다 높게 나와 청소 및 소독이 부적절하게 된 것을 확인할 수 있었다(김지은, 2021; Ellis et al., 2018). 환경배양검사와 형광물질을 이용한 연구에서도 청소 및 소독 후 균이 남아있거나, 형광물질이 관찰되어 청소 및 소독이 효과적으로 이루어지지 않은 것을 확인하였다(Ali et al., 2016; Huang et al., 2015; Lerner, Abu-Hanna, Carmeli, & Schechner, 2020)(표 1).

이러한 부적절한 환경관리를 통한 병원체 획득은 여러 연구에서 보고되고 있다. 입원환자가 획득한 병원체가 같은 병상을 사용했던 환자와의 연관성은 대조군과 비교했을 때 5.83배 높게 나타났으며, 같은 병실 환자와의 노출 연관성은 4.82배 높게 나타났다(Cohen, Liu, Cohen, & Larson, 2018). 또 다른 연구에서도 다제내성균에 감염되거나 집락되어 있던 환자가 사용한 병실에 입원한 환자가 오염된 환경표면에서 병원체를 획득할 확률이 높은 것으로 나타났다(Datta, Platt, Yokoe, & Huang, 2011; Nseir et al., 2011).

이처럼 의료환경은 다제내성균을 포함한 다양한 미생물이 생존하며, 오염된 의료환경을 통해 다제내성균 전파가 가능하므로(Hardy, Oppenheim, Gossain, Gao, & Hawkey, 2006; Sood & Perl, 2016), 이를 차단하기 위한

의료기관의 환경관리 전략은 매우 중요하다(Catalanotti et al., 2016). 그러나 일상적인 청소와 소독만으로는 병원성 미생물을 완전히 제거할 수 없어 이를 보완하기 위해 종결 청소(terminal cleaning) 방법으로 비접촉 공간 소독 방법인 과산화수소 공간 소독/멸균 방법이 개발되었다(Boyce, 2016).

표 1. 일상적인 청소 및 소독의 적절성 평가

저자 (연도)	방법	평가 기준	결과		
			청소 및 소독 전	청소 및 소독 후	
김지은 등. (2021)	ATP	250 RLU /100cm ² 이하	배수구	22,578.70	18,767.45
			매트리스	2,308.90	90.60
			침상 테이블	648.10	83.80
			변기 시트	400.30	56.70
Ellis 등. (2018)	ATP	250 RLU /100cm ² 이하	키보드	550	204
			문손잡이	691	324
			무영등	575	245
Huang 등. (2015)	환경 배양	미검출	17/85 (20.0%)	5/85 (5.9%)	
Ali 등. (2016)	환경 배양	미검출	-	414/431 (95%)	
Lerner 등. (2019)	형광 물질	형광물질 미확인	-	31/108 (28%)	

ATP=Adenosine triphosphate; RLU=Reactive light unit

3. 과산화수소 공간 소독/멸균

과산화수소는 물과 산소의 화합물로 자유 라디칼 및 활성산소종을 만들어 단백질, 지질, 핵산을 산화시킨다(Melly, Cowan, & Setlow, 2002). 이러한 작용으로 세포, 바이러스, 아포 등에 사멸 효과가 확인되어 소독제로 사용되고 있다(Linley et al., 2012). 과산화수소 멸균은 1980년대 후반 제조공정의 마지막 포장 방법으로 사용되기 시작하여(Wang & Toledo, 1986) 이후 기구멸균에 적용하였다. 2000년대 초반 무균공정이 필수인 약품제조와 실험실 등 공간 소독/멸균에 사용된 에틸렌옥사이드와 포름알데히드의 유해성이 확인되면서 이를 대체할 방법으로 과산화수소를 이용한 공간 소독/멸균 방법이 연구되기 시작하였다(Fichet et al., 2004; Franco & Bouri, 2010; Grare, Dailoux, Simon, Dimajo, & Laurain, 2008). 현재는 실험실, 의료장비, 의료기관 및 제약 제조시설 등에 오염 제거 효능이 입증되어 공간 소독/멸균을 위한 방법으로 과산화수소가 보편적으로 사용되고 있다(Barbut et al., 2012; Eterpi, McDonnell, & Thomas, 2010).

과산화수소 공간 소독/멸균 방법은 aHP 방법과 HPV 방법이 대표적이다. aHP 방법은 500 ppm 미만의 Ag^+ 이온과 5~6%의 저농도 과산화수소 결합한 용액이(Chan et al., 2011; Holmdahl, et al., 2011) 0.5~10 μm 크기로 에어로졸화되어 분사되는 방법이다(Fu, Gent, & Kumar, 2012; Otter, Yezli, & French, 2011). 넓은 공간보다 좁은 공간의 소독에 더 효과가 좋으며(Holmdahl et al., 2011), HPV 방법에 비해 상대적으로 비용이 저렴하고 과산화수소의 분사와 정화에 걸리는 소요 시간은 약 2~3시간 정도이다(Shapey, Machin, Levi, & Boswell, 2008). 선행연구에서는 대부분 4 로그 정도의 균 감소 효과로 미생물 사멸력은 있으나 멸균 수준까지의 효과는 나타내지 못했다(Ali et al., 2016; Steindl, Fiedler, Huhulescu, Wewalka, & Allerberger, 2015).

HPV 방법은 과산화수소를 증기로 분사하는 방법으로 습도를 제어하지 않고, 공간에 응축이 일어날 때까지 과산화수소 증기를 분사하여 미생물을

사멸시키는 방식이다. 30~35%의 고농도 과산화수소를 이용하므로 소요 시간은 8시간까지 소요된다(Berger et al., 2022). 대부분의 연구에서 6 로그 이상의 균 감소 효과가 있어 공간 멸균의 효과가 있는 것으로 나타났으나 (Ali et al., 2016; Havill, Moore, & Boyce, 2012), 온도와 습도의 영향에 따라 효과가 달라질 수 있으며(Krishnan, Berry, Fey, & Wagener, 2006), 고농도 과산화수소를 사용하여 의료환경표면이 부식되는 문제가 있었다(Kim, Lee, Choi, Chun, & Jang, 2021; Otter et al., 2020).

최근 이 두 가지 방법의 단점을 보완하여 과산화수소의 농도는 낮추면서 멸균 효과를 나타내는 플라즈마를 이용한 공간 멸균 방법이 개발되었다. AIHP 공간 멸균은 평균 3 μm 크기의 미스트 형태로 소독액이 분사되는 방법으로 7.8% 저농도 과산화수소 용액을 전기적 플라즈마를 통과시켜 이 때 발생하는 활성산소종이 병원체와 반응하여 미생물을 사멸시킨다 (Grimaldo, Bouyer, & de Siqueira, 2020). AIHP 공간 멸균 효과 평가에 대한 연구는 주로 농업 분야에서 시행되었고, 실험환경에서 *Geobacillus stearothermophilus* 생물학적 지표를 이용한 연구에서는 12% 과산화수소와 플라즈마를 이용하여 6 로그 이상 감소로 멸균력이 있는 것을 확인하였다 (Freyssenet & Karlen, 2019).

미국의 소독제 허가 기관인 EPA는 대상 균주에 따라 미생물 사멸 효과의 기준이 다르다. *P. aeruginosa*의 경우 균주를 접종한 60개의 캐리어 중 59개 이상, *Staphylococcus aureus*는 10개의 캐리어를 모두 사멸해야 하며, *C. difficile*의 경우 6 로그 이상의 균주 수 감소를 요구하고 있다(Paxton, 2017). 멸균보증수준(sterility assurance level)이란 멸균 후 미생물이 존재하는 확률로, 일반적으로 미생물 수가 6 로그 이상 감소하는 것을 의료기기의 멸균 기준으로 사용하고 있다(식품의약품안전처, 2021). 의료기관의 환경관리를 위해 공간 소독/멸균기 사용은 점차 확대되고 있으나, 공간 소독/멸균기 효력에 대한 검증 절차는 국내외 모두 부재하여(Dancer & King, 2021; Sattar, 2010), 본 연구에서는 의료기기의 멸균 기준을 적용하여 균 감소 효과를 확인하고자 하였다.

과산화수소 공간 소독/멸균 효과는 다양한 미생물을 대상으로 실제 의료

환경과 실험환경에서의 미생물 제거를 확인하거나 다제내성균 환자 퇴실 병실에 입원한 환자의 다제내성균 획득률 감소 효과를 통해 확인하고 있었다. 실제 의료환경은 다양한 표면 재질의 특성으로 인해 균주를 정량적으로 환경표면에 적용하기 어려워 공간 소독/멸균 전·후 면봉이나 로닥플레이트를 이용하여 환경표면의 검체를 채취하여 미생물 배양검사를 시행하고 미생물의 존재 여부로 효과를 평가하였다. 선행연구들에서 사용한 미생물은 MRSA, VRE 등의 다제내성균과 아포가 있어 제거가 어려운 *C. difficile*이 있었고 모든 미생물이 제거된 경우도 있었으나(Blazejewski et al., 2015; McKew et al., 2021; Mosci et al., 2017), 미생물이 잔존하는 경우도 있었다(French et al., 2004; Yui, Ali, Muzslay, Jeanes, & Wilson, 2017)(표 2).

그러나 실제 의료환경에서의 미생물 감소 효과는 표면 재질의 다양한 특성으로 인해 객관적으로 평가하는데 제한이 있어 보편적으로 실험환경에서 평가하였다. 이는 페트리 접시에 대상 균주를 바르고 공간 소독/멸균을 시행한 후 남은 균주 수를 확인하여 미생물 감소 효과를 평가하는 방법이다. 실험환경의 선행연구를 살펴보면, aHP 적용 후 로그 감소는 4.25~5.37 (Park et al., 2021; Piskin, Celebi, Kulah, Mengeloglu, & Yumusak, 2011)로 나타났고, HPV 적용 후 로그 감소는 4.4~6.3 (Ali et al., 2016; Lemmen et al., 2015)으로 나타났다(표 3).

다제내성균 환자가 퇴실한 병실에 입원한 환자를 대상으로 다제내성균 획득을 확인하여 과산화수소 공간 소독/멸균 효과를 평가한 연구들도 다양하게 보고되고 있다. 2006년부터 2012년까지 MRSA 환자 퇴실 병실에 aHP 적용 후 입원한 환자의 MRSA 획득을 조사한 연구에서는 MRSA 집락 및 감염 발생이 10,000일당 9.0건에서 5.3건($p<.001$)으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다(Mitchell, Digney, Locket, & Dancer, 2014). 또한, *C. difficile*, MRSA, VRE, ESBL 환자의 퇴실 시 HPV 적용 전 12개월, 적용 후 24개월 동안 *C. difficile*, MRSA, VRE, ESBL 발생 비율을 조사한 연구에서는 HPV 적용 전·후 다제내성균을 포함한 총 미생물 발생 비율은 1.97에서 1.05 ($p=.001$)로 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 세부적으로 보면 1,000 재원일 당 발생 건수가 *C. difficile*은 1.38건에서 0.90건($p=.009$), VRE는

0.21건에서 0.01건($p<.001$), ESBL은 0.16건에서 0.01건($p=.001$)으로 유의하게 감소한 결과를 보였고, MRSA는 0.23건에서 0.13건($p=.118$)으로 감소하였으나, 유의하지는 않았다(Horn & Otter, 2015). HPV를 적용한 병실에 입원한 환자의 다제내성균 발생률을 확인한 다른 연구에서는 1,000 재원일 당 MRSA는 23.0건에서 12.0건($p<.003$), VRE는 72.0건에서 24.0건($p<.003$)으로 유의하게 감소하였다(Passaretti et al., 2013).

이상의 여러 선행연구를 통해 과산화수소 공간 소독/멸균 방법이 다제내성균을 포함한 미생물 사멸에 효과가 있으며, 실제 의료환경에서도 효율적임을 확인하였다.

표 2. 실제 의료환경에서 공간 소독/멸균 효과 평가

저자 (연도)	방법	실험환경	대상 균주	결과	
				소독/멸균 전	소독/멸균 후
Mckew 등. (2021)	aHP	화상병동	MRSA	3.2% (10/310)	0% (0/310)
Mosci 등. (2017)	aHP	격리병실	<i>C. difficile</i>	13% (14/112)	0% (0/112)
Yui 등. (2017)	aHP	격리병실	<i>C. difficile</i>	22.9% (131/572)	4.4% (43/967)
Blazejewski 등. (2015)	HPV	중환자실	MDRO	1.5% (23/1,456)	0.13% (2/1,456)
French 등. (2004)	HPV	격리병실	MRSA	72% (61/85)	1.2% (1/85)

aHP=Aerosol hydrogen peroxide; HPV=Hydrogen peroxide vapor;
 MRSA=Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; *C. difficile*=*Clostridioides difficile*;
 MDRO=Multidrug resistant organism

표 3. 실험환경에서 공간 소독/멸균 효과 평가

저자 (연도)	방법	실험환경	대상균주	로그 감소
Park 등. (2021)	aHP	병실	CPE	5.37
Piskin 등. (2011)	aHP	병실	MRSA	4.25
			MRAB	4.34
Ali 등. (2016)	HPV	병실	MRSA	6.3
			<i>K. pneumoniae</i>	6.3
			<i>C. difficile</i>	5.1
Lemmen 등. (2015)	HPV	수술실	MRSA	4.4
			VRE	4.7
			MRAB	5.1

aHP=Aerosol hydrogen peroxide; HPV=Hydrogen peroxide vapor; CPE=Carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae*; MRSA=Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; *K. pneumoniae*=*Klebsiella pneumoniae*; MRAB=Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*; VRE=Vancomycin-resistant *Enterococci*

Ⅲ. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 AIHP 공간 멸균 후 다제내성균 중 MRAB, MRPA 균 감소 효과를 평가하는 단일집단 사전·사후 설계연구이다. 구체적인 연구설계 모형은 다음과 같다(그림 2).

	사전 조사	실험 처치	사후 조사
실험군	E1	X	E2

그림 2. 연구설계

E1: AIHP 공간 멸균 전 균주 수

X : AIHP 공간 멸균 시행

E2: AIHP 공간 멸균 후 균주 수

2. 대상 균주

대상 균주는 대구광역시에 소재한 K대학교 D병원 환자의 임상 검체에서 분리된 MRAB, MRPA 균주 중 폐기 예정인 잔여 균주를 이용하였다.

3. 연구절차

본 연구는 사전 준비, AIHP 공간 멸균, AIHP 공간 멸균 효과 평가 순으로 진행하였으며, 구체적인 연구절차는 그림 3과 같다.

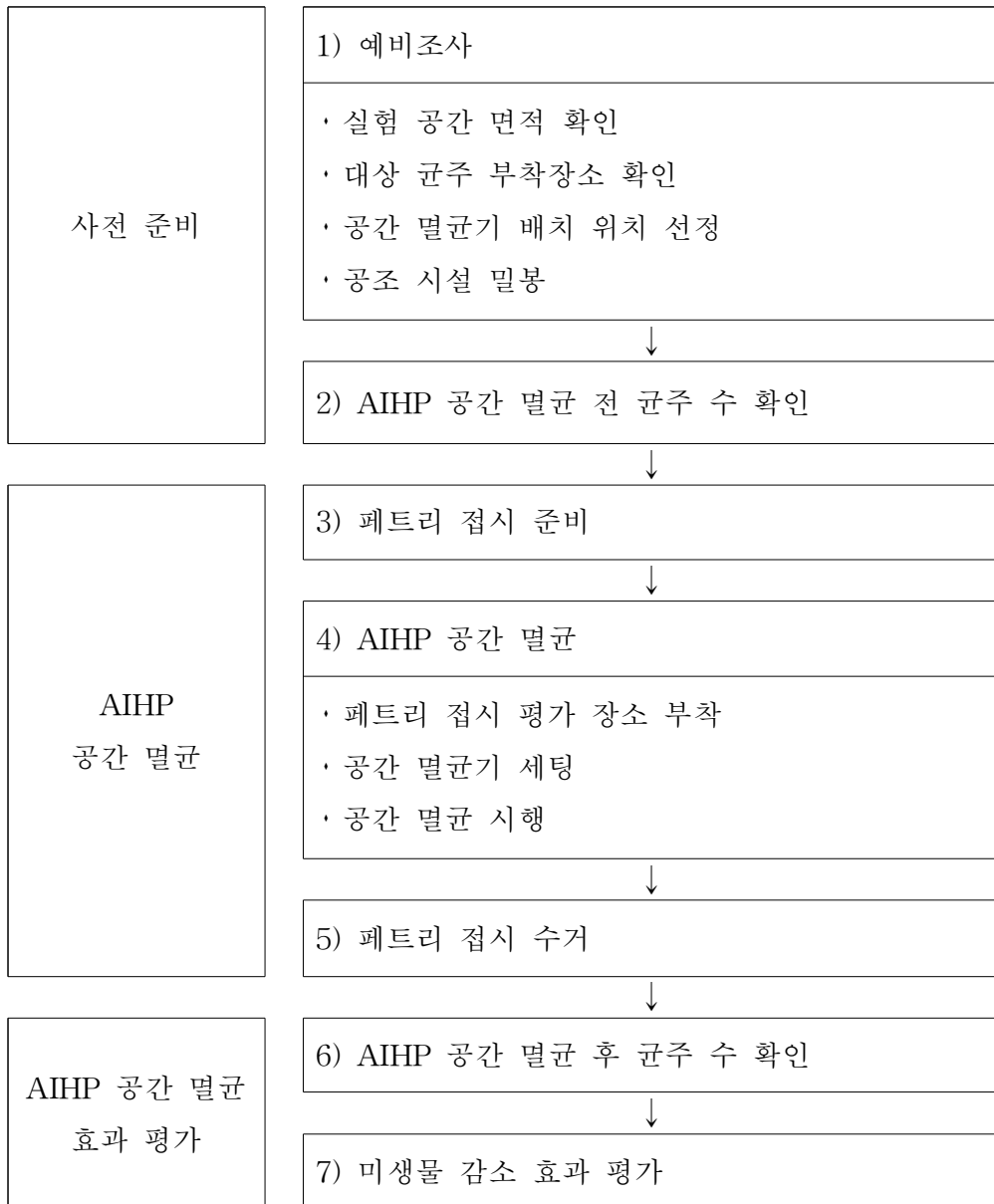


그림 3. 연구절차

1) 예비조사

본 연구는 대구광역시에 소재한 K대학교 D병원의 격리 병실에서 시행하였다. 본 실험에 앞서 연구자는 2022년 12월 실험을 시행할 병실의 가로, 세로, 높이를 AIHP 공간 멸균기에 입력하고 멸균 시간과 과산화수소 용액 사용량을 확인하였다. 대상 균주 부착장소는 환자의 다빈도 접촉 부위(Guh & Carling, 2010)와 일상적인 환경관리가 어려운 장소를 고려하여 상두대서랍 안, 침대 매트리스 위, 침상 테이블 위, 침대 아래쪽 바닥, 변기 시트 위, 화장실 바닥, 세면대 위, 공간 멸균기 뒤쪽 벽과 바닥, 침대 맞은편 벽으로 총 10곳을 선정하였다. AIHP 공간 멸균기는 병실 문 바로 안쪽에 배치하여 분사 입구가 침대 쪽으로 향하게 하였다. 활성화된 과산화수소가 격리 병실 공간의 모든 환경표면과 접촉할 수 있도록 화장실 문과 서랍장 등을 모두 열어두었다(그림 4). 활성화된 과산화수소가 병실 밖으로 확산되는 것을 막고 공간 멸균 효과를 높이기 위하여 병실과 화장실의 창문, 공조 시설을 모두 비닐과 테이프로 밀봉하였다. 실험을 시행하기 전 연구자는 실험 소요 시간, 검체 접종 방법, 분리된 집락 판독 방법 등 실험 방법에 대해 숙지한 후 본 실험을 시행하였다.

2) AIHP 공간 멸균 전 균주 수 확인

AIHP 공간 멸균 전 균주 수는 진단검사의학과 전문의가 확인하였다. McFarland 5.0 standard로 탁도를 맞춘 대상 균주 $10 \mu\text{l}$ (1.5×10^7 CFUs)를 시트지에 펴 바르고 중재 전까지의 시간(약 30분)이 지난 후 어플리케이터(APP Count-Tact, BioMerieux, France)에 배지(TSA-R(L), Bandio, Korea)를 끼워 대상 균주가 발린 페트리 접시를 500 ± 50 g 압력으로 10초 동안 눌렀다. 배지는 배양기에서 37°C 로 24시간 배양 후 남아있는 균주 수를 측정하였다. 이러한 과정을 3번 반복하여 대상 균주가 평균적으로 남아있는 비율을 측정하였다.

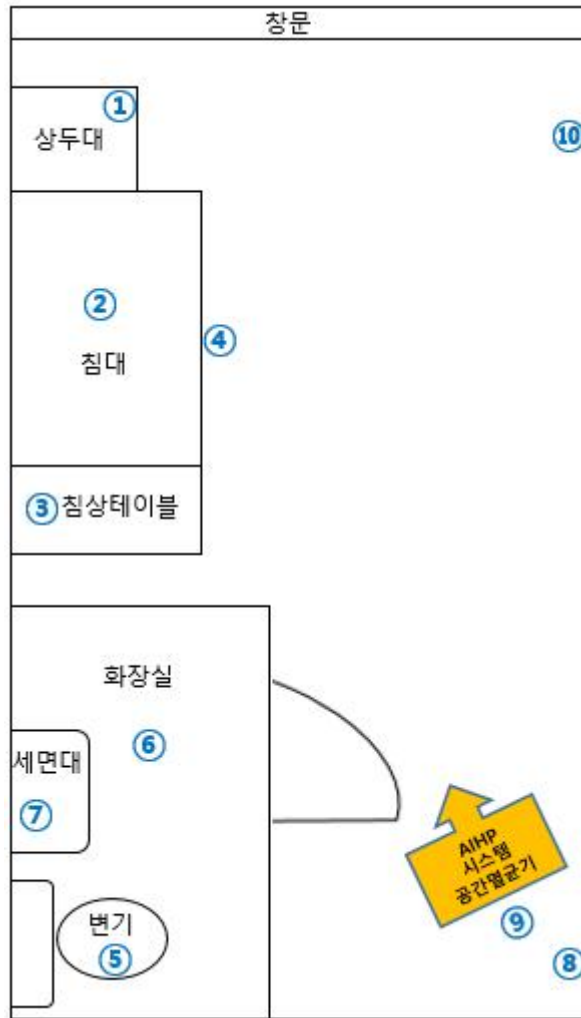


그림 4. 대상 균주 부착장소 및 AIHP 공간 멸균기 분사 위치

3) 페트리 접시 준비

페트리 접시 한쪽 면에 지름 8 cm 원 모양의 셀룰로즈 아세테이트 재질의 시트지를 부착하여 멸균을 시행하였다. 멸균된 페트리 접시에 균별, 장소별 번호를 기입하였다. McFarland 5.0으로 탁도를 맞춘 MRAB 액상 배지 10 μ l, MRPA 액상 배지 20 μ l를 피펫을 이용하여 시트지에 떨어뜨린 후 플라스틱 멸균 스프레더로 고르게 퍼 발랐다(그림 5).

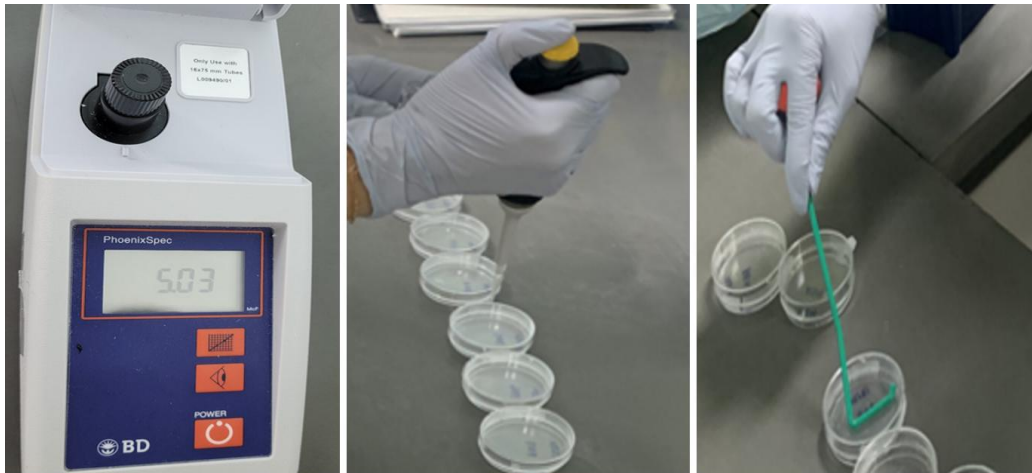


그림 5. 페트리 접시 준비

4) AIHP 공간 멸균

대상 균주를 바른 페트리 접시를 각각 병실 내 10곳의 평가 장소에 부착하였다. 제조사의 매뉴얼에 따라 1 m³ 당 20 ml가 분사되도록 세팅된 AIHP 공간 멸균기에 가로 3.6 m, 세로 6.0 m, 높이 3.0 m (64.8 m³) 값을 입력하였고, 소독 시간은 약 1시간 10분, 과산화수소 용액 사용량은 약 1,300 ml이었다. AIHP 공간 멸균기는 5분 후에 시작되도록 설정하고 작동 버튼을 누른 후 병실 밖으로 나와 출입문을 닫고 출입문을 비닐과 테이프로 밀봉하였다.

5) 페트리 접시 수거

AIHP 공간 멸균 후 1시간 동안 환기를 시행하였고, 격리 병실 내 과산화 수소 농도가 1 ppm 이하인 것을 확인하였다. 연구자는 긴팔 가운과 전동식 호흡보호구를 착용하고 입실하여 멸균 장갑을 착용하고 페트리 접시를 수거하였다.

6) AIHP 공간 멸균 후 균주 수 확인

어플리케이터에 배지를 끼우고 AIHP 공간 멸균 페트리 접시에 어플리케이터를 10초 동안 500±50 g 압력으로 눌렀다(그림 6). 어플리케이터에서 배지를 분리하고 분리한 배지는 37℃로 세팅된 배양기에서 24시간 동안 배양하였다. 배양 후 남아있는 균주 수는 진단검사의학과 전문의가 직접 확인하였다(그림 7).



그림 6. AIHP 공간 멸균 후 잔여 균주 수 확인 방법



그림 7. AIHP 공간 멸균 후 균주 수 확인

7) 미생물 감소 효과 평가

미생물 감소 효과 평가를 위해 공간 멸균 전 실제 시트지에 남아있는 균주 수 대비 공간 멸균 후 시트지에 남아있는 균주 수를 각각 로그값으로 변환하여 로그 감소 정도를 계산하였다.

4. 자료수집 및 분석

본 연구는 2022년 12월 22일, 2023년 1월 4일, 2023년 1월 9일에 시행하였고, 총 3회 반복하여 자료를 수집하였다. 실험은 매 회마다 연구절차 3)~6)의 과정으로 진행하였다. 자료 분석은 페트리 접시에 접종된 미생물 집락 수 및 AIHP 공간 멸균 후 배양된 미생물 집락 수의 평균을 로그값으로 변환하여 자료를 분석하였다.

5. 윤리적 고려

본 연구는 인간 대상이 아닌 무생물 표면을 대상으로 시행하는 연구로 K대학교 D병원 생명윤리위원회(Institutional Review Board)로부터 심의 면제(IRB File No. DGDSMC NON2022-001) 승인을 받은 후 시행하였다.

IV. 연구결과

1. AIHP 공간 멸균 전 균주 수

AIHP 공간 멸균 전 MRAB 균주 McFarland 5.0 10 μl (1.5×10^7 CFUs)를 시트지에 펴 바른 후 실제로 남아있는 균주 수를 확인한 결과 전체의 12.4%로 실제 시트지에 남아있는 균주 수는 1.86×10^6 CFUs (6.27 로그)이었다. MRPA의 경우 McFarland 5.0 10 μl (1.5×10^7 CFUs)를 시트지에 펴 바른 후 실제 남아있는 균주 수를 확인한 결과 전체의 5.96%가 남아있었다. 즉, 실제 시트지에 남아있는 균주 수가 8.9×10^5 CFUs (5.95 로그)로 예상 균주 수가 10^6 CFUs를 넘지 못하여 20 μl (1.79×10^6 CFUs, 6.25 로그)로 적용하였다(표 4).

표 4. AIHP 공간 멸균 전 균주 수

	MRAB	MRPA
McFarland 5.0 10 μl 평균 균주 수	1.5×10^7	1.5×10^7
시트지에 남아있는 균주 수	10 μl (1.86×10^6 CFUs)	20 μl (1.79×10^6 CFUs)
시트지에 남아있는 평균 균주 로그값	6.27	6.25

AIHP=Activated ionized hydrogen peroxide; CFUs=Colony-forming units; MRAB=Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*; MRPA=Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*

2. AIHP 공간 멸균 후 다제내성균 제거 효과

1) AIHP 공간 멸균 후 잔여 균주 수

본 연구의 대상 균주 부착장소는 환자 다빈도 접촉 부위와 일상적인 청소와 소독이 어려운 장소를 고려하여 총 10곳으로 선정하였고 실험은 총 3차례 시행하였다. MRAB는 1차 실험에서 화장실 바닥에서 3개의 균 집락이 관찰되었고 다른 장소에서는 균 집락이 관찰되지 않았다. 2차, 3차 실험에서는 10곳 모두 집락이 관찰되지 않았다(표 5). MRPA는 1차 실험에서 화장실 바닥 1개, 공간 멸균기 뒤쪽 벽에서 1개의 균 집락이 관찰되었고 2차 실험에서 세면대 위 6개, 공간 멸균기 뒤쪽 벽에서 1개의 균 집락이 관찰되었다. 3차 실험에서는 10곳 모두 집락이 관찰되지 않았다(표 6).

표 5. AIHP 공간 멸균 후 MRAB 균주 수(CFU_s/페트리 접시)

(N=30)

번호	대상 균주 부착장소	1차	2차	3차	합계
1	상두대 서랍 안	0	0	0	0
2	침대 매트리스 위	0	0	0	0
3	침상 테이블 위	0	0	0	0
4	침대 아래쪽 바닥	0	0	0	0
5	변기 시트 위	0	0	0	0
6	화장실 바닥	3	0	0	3
7	세면대 위	0	0	0	0
8	AIHP 공간 멸균기 뒤쪽 벽	0	0	0	0
9	AIHP 공간 멸균기 뒤쪽 바닥	0	0	0	0
10	침대 맞은편 벽	0	0	0	0
Total		3	0	0	3

CFUs=Colony-forming units; AIHP=Activated ionized hydrogen peroxide;
 MRAB=Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*

표 6. AIHP 공간 멸균 후 MRPA 균주 수(CFU_s/페트리 접시)

(N=30)

번호	대상 균주 부착장소	1차	2차	3차	합계
1	상두대 서랍 안	0	0	0	0
2	침대 매트리스 위	0	0	0	0
3	침상 테이블 위	0	0	0	0
4	침대 아래쪽 바닥	0	0	0	0
5	변기 시트 위	0	0	0	0
6	화장실 바닥	1	0	0	1
7	세면대 위	0	6	0	6
8	AIHP 공간 멸균기 뒤쪽 벽	1	1	0	2
9	AIHP 공간 멸균기 뒤쪽 바닥	0	0	0	0
10	침대 맞은편 벽	0	0	0	0
Total		2	7	0	9

CFUs=Colony-forming units; AIHP=Activated ionized hydrogen peroxide;
 MRPA=Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*

2) AIHP 공간 멸균 후 균 감소 효과

AIHP 공간 멸균 전 MRAB의 평균 균주 수는 1.86×10^6 CFUs/페트리 접시였으며, 평균 로그값은 6.27이었다. 공간 멸균 후 MRAB의 평균 균주 수는 1 CFUs/회차로 하나의 페트리 접시에서 관찰된 CFUs 수로 계산했을 때 0.1 CFUs/페트리 접시였으며, 로그값으로 변환 시 -1 로그였다. 공간 멸균 전 실제 시트지에 남아있는 6.27 로그를 기준으로 계산했을 때 로그 감소는 7.27이었다. MRPA의 공간 멸균 전 균주 수는 1.79×10^6 CFUs/페트리 접시, 평균 로그값은 6.25였고, 공간 멸균 후 평균 균주 수는 3 CFUs/회차로 하나의 페트리 접시에서 관찰된 균주 수로 계산했을 때 0.3 CFUs/페트리 접시였으며, 로그값으로 변환 시 -0.52 로그였다. 공간 멸균 전 실제 시트지에 남아있는 6.25 로그를 기준으로 계산했을 때 로그 감소는 6.77이었다(표 7).

표 7. AIHP 공간 멸균 후 균 감소 효과

	AIHP 공간 멸균 전		AIHP 공간 멸균 후		로그 감소
	평균 균주 수	평균 로그값	평균 균주 수	평균 로그값	
MRAB (n=30)	1.86×10^6	6.27	0.1	-1	7.27
MRPA (n=30)	1.79×10^6	6.25	0.3	-0.52	6.77

AIHP=Activated ionized hydrogen peroxide; MRAB=Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*; MRPA=Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*

V. 논의

본 연구는 일상적인 환경관리를 보완한 비접촉 공간 소독/멸균 방법인 AIHP 공간 멸균을 통하여 다제내성균 중 MRAB와 MRPA 제거 효과에 대해 평가하고자 수행되었다.

연구 결과 로그 감소는 MRAB 7.27, MRPA 6.77로 두 균주 모두 멸균 수준의 균 감소 효과를 확인하였다. MRAB의 경우 aHP 방법에서는 4.0~5.37 로그 감소(Kelly, Schnugh, & Thomas, 2022; Park et al., 2021; Piskin et al., 2011), HPV 방법에서 4.4~6.3 로그 감소(Havill et al., 2012; Lemmen et al., 2015; Piskin et al., 2011)였던 선행연구의 결과보다 균 감소 효과가 높은 것으로 나타났다. MRPA의 경우에는 국내의 선행연구가 없어 비교하기는 어려웠으나 본 연구에서 로그 감소는 6.77로 멸균 수준의 균 감소 효과를 확인할 수 있었다. EPA는 의료기관에서 사용 가능한 소독제를 평가할 때 미생물마다 기준은 다르나 최대 6 로그 이상 감소를 요구한다. 이것은 실제 의료환경표면에서 확인되는 미생물 농도보다 높은 것으로(Rutala, Gergen, & Weber, 2010) 의료환경에서 효과적일 것이라는 확신을 주기 위함이다. 의료기관의 실제 환경에서는 10~100 CFUs/페트리 접시 미만의 미생물이 존재하는 것으로 알려져 있으며(Rutala et al., 2010), 최대 100 CFUs/페트리 접시를 근거로 했을 때 2 로그 이상 감소이면 미생물 감소 효과가 있는 것으로 판단할 수 있다(Huslage, Rutala, Gergen, Sickbert-Bennett, & Weber, 2013). 따라서 본 연구에서의 과산화수소 공간 멸균은 실제 의료환경에서 효과적인 것으로 판단된다.

MRAB와 MRPA 균주 모두 멸균 수준인 6 로그 이상 감소 효과가 확인되었으나 실제로는 잔여 균주가 관찰되었다. 균이 남아있는 장소를 살펴보면, MRAB는 1차 실험에서 화장실 바닥에서 균 집락이 관찰되었고, MRPA의 경우는 1차 실험에서 화장실 바닥, 공간 멸균기 뒤쪽 벽, 2차 실험에서는 세면대, 공간 멸균기 뒤쪽 벽에 균 집락이 관찰되었다. 이는 격리 병실의 다빈도 접촉 부위 30곳에 CPE 균주를 페트리 접시에 발라 aHP 적용

후 화장실 바닥, 세면대에서 균이 관찰되었던 연구와 유사한 결과였다(Park et al., 2021; Shi et al., 2020). 실제 환경에서 aHP 적용 후 환경배양 검사를 시행한 연구에서 화장실 바닥, 샤워커튼, 변기 보조바, 출입문 뒤 바닥, 손잡이에서 균이 관찰되었고, HPV 적용 후 환경배양검사를 시행한 연구에서 화장실 바닥, 화장실 플러시, 화장실 내부 손잡이, 출입문 뒤 바닥에서 균이 관찰된 연구 결과와도 유사하였다(Ali et al., 2016).

공간 소독/멸균을 시행할 때 공간의 크기와 멸균기의 위치는 중요하다(Doll, Morgan, Anderson, & Bearman, 2015). 본 연구에서 사용한 AIHP 공간 멸균기는 병실 입구에 비치하여 과산화수소 분사 방향은 침대를 향하게 하였다. 연구 결과 공간 멸균 후 균이 관찰된 장소는 화장실, 멸균기 뒤 쪽으로 소독액이 직접 분사되는 방향이 아닌 소독액이 확산되어 멸균이 이루어지는 장소였다. 이는 차아염소산 살포 거리에 따라 균 감소 효과가 차이가 있었던 선행연구 결과와 유사하며(최농훈, 2021), 자외선 공간 소독 후 오염 제거 효과를 확인한 연구에서 자외선이 침투하지 못한 공간에 균이 남아있던 선행연구 결과와 유사하였다(Havill et al., 2012). 이를 보완하기 위해 공간 소독기의 위치를 5분마다 변경하여 자외선 공간 소독을 시행한 선행연구가 있었으나(Nerandzic et al., 2015), 과산화수소 공간 소독/멸균 방법은 출입문을 밀봉하고, 과산화수소 농도가 안전한 농도까지 떨어지기 전까지 보호구 착용 후 입실해야 하는 점을 감안할 때 과산화수소 공간 소독/멸균 방법에는 적용하기 어렵다. 따라서 과산화수소 공간 소독/멸균 방법은 화장실, 서랍 등 소독/멸균이 필요한 장소의 문을 열어두어 소독액이 충분히 확산되어 직접 분사되는 방향이 아닌 장소까지 멸균될 수 있도록 하는 것이 중요하며, 추후 공간 멸균기 개발 시 소독액 분사 방향을 다양하게 조절할 수 있는 방법을 고려하는 것이 필요하겠다.

과산화수소는 흡입 시 호흡기 자극을 일으킬 수 있어(안전보건공단, 2022), 사람이 없는 빈 공간에 적용해야 하고, 과산화수소 누출을 예방하기 위해 공조를 차단하고, 창문, 출입문 등 밀봉이 필요하다(Fu et al., 2012). 과산화수소 공간 소독/멸균 후에는 과산화수소 농도가 미국 노동성 산하 직업안전위생국(Occupational safety and health administration)에서 제시한

기준인 1 ppm 이하인 경우 입실이 가능하며(Boyce, 2016; Doll et al., 2015), 안전한 농도에 도달하기까지 일정한 시간이 소요된다. 제조사의 권고 사항에 입실 가능한 시간의 차이가 있으나 aHP 방법은 환기 시간을 포함하여 약 3~4시간 정도 소요되었으며(임지영 등, 2020), HPV 방법은 산소와 물로 완전히 분해되는데 저농도 과산화수소보다 상대적으로 긴 시간으로 최대 12시간 이상이 소요되었다(최종봉, 2022). 본 연구에서 AIHP 공간 멸균 적용 시간은 1시간 10분이었으며, 1시간 환기한 후 과산화수소 농도 1 ppm 이하를 확인하였다. 과산화수소를 이용한 공간 소독/멸균 효과는 다양한 연구에서 검증되었으나, HPV 방법은 공간 멸균의 효과는 aHP 방법에 비하여 균 감소 효과는 높지만 소독과 환기 시간까지 많은 시간이 소요되어 병상이 부족한 의료현장에서 사용하는데 제한이 있다. 본 연구에서 사용된 AIHP 공간 멸균은 7.8% 저농도 과산화수소를 사용하였으나 균 감소는 멸균 수준의 효과를 나타냈고, 환기 시간을 포함한 멸균 적용 시간은 HPV보다 짧아 실제 의료환경에서 기존 방법보다 효율적으로 사용할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 대조군 없이 실험군만을 대상으로 실험을 시행한 점이다. 대조군 연구를 통해 실제 AIHP 공간 멸균 효과를 객관적으로 평가할 수 있으나 본 연구에서는 페트리 접시에 고농도의 대상 균주를 바른 후 공간 멸균 적용 시간과 동일한 시간이 지난 후 고농도의 균주를 정량적으로 확인하기 어려워 실험군만을 대상으로 실험을 시행하였다. 둘째, 실제 의료환경이 아닌 페트리 접시를 이용한 실험환경에서 시행하였다는 것이다. 실제 의료환경에는 건조하거나 습한 환경, 다양한 표면 재질 등으로 이루어져 있다. 정량화된 균을 실제 환경표면에 바르더라도 표면 재질에 따라 대상 균주가 표면 재질에 흡수되거나 남아있지 않아 실험 효과를 객관적으로 평가할 수 없어 인위적인 실험환경인 페트리 접시를 사용하였다.

이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 국내에서 사용되고 있는 과산화수소 공간 소독/멸균기의 단점을 보완하여 개발된 AIHP 공간 멸균기 통하여 다제내성균 중 MRAB, MRPA의 멸균 수준의 균 감소 효과를 확인한

것에 의의가 있다.

의료기관에서 환경관리의 중요성은 점점 더 강조되고 있다. 환경은 환자의 회복과 안전에 영향을 미치는 중요한 요소이며, 효과적인 환경관리를 통해 다제내성균을 포함한 미생물 전파를 예방할 수 있다. 간호사는 의료환경의 부적절한 환경관리로 인해 환자가 새로운 질병에 노출되지 않도록 관리하는 중요한 역할을 담당하고 있다. 이에 본 연구 결과를 바탕으로 의료기관에서는 최신 기술의 환경관리 방법을 적용하여, 효과적인 다제내성균 전파 예방으로 환자 안전에 기여할 것이라 기대한다.

VI. 결론 및 제언

본 연구는 AIHP 공간 멸균 후 MRAB, MRPA의 균 감소 효과를 평가하였다. 연구 결과 MRAB, MRPA에서 멸균 수준의 효과를 확인하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 의료기관에서는 기존의 환경관리의 제한점을 보완하는 방법으로 균 감소 효과, 안정성, 소독/멸균기의 특성 등을 고려하여 비접촉 소독/멸균 방법을 선택하여 다제내성균 감염 예방과 환경관리 방법으로 사용할 수 있을 것이다.

본 연구 결과를 바탕으로 다음과 같이 제언한다.

첫째, 본 연구는 대조군 없이 실험군만을 대상으로 균 감소 효과를 확인한 연구로 추후 실험군-대조군의 추가 연구를 제언한다.

둘째, 다양한 표면 재질과 실제 의료환경에서의 추가 연구를 제언한다.

셋째, 주기적인 비접촉 공간 소독/멸균 적용 후 다제내성균 감염 발생변화를 확인하는 추가 연구를 제언한다.

참고문헌

- 국립국어원(2021, 2022 October 24). 표준국어대사전. Retrieved from <https://stdict.korean.go.kr/search/searchView.do>
- 김도균과 정석훈(2022). 다제내성균 현황. *Journal of the Korean Medical Association*, 65(8). 468-477. doi:10.5124/jkma.2022.65.8.468
- 김봉영(2020). 감염관리를 위한 세균학 기초. *의료관련감염관리*, 25(2). 79-85. doi:10.14192/kjicp.2020.25.2.79
- 김지은(2021). ATP 측정과 미생물 배양검사를 이용한 카바페넴내성장내세균 보유환자 병실환경 오염 및 환경 소독 효과 평가, 석사학위, 울산대학교, 울산.
- 대한의료관련감염관리학회(2017). *의료기관의 감염관리(제 5 판)*. 서울: 한미의학.
- 식품의약품안전처(2021). *의료기기 멸균 유효성 확인 가이드라인(민원인 안내서)*, 청주: 식품의약품안전처.
- 안전보건공단(2022, 2022 May 22). 과산화수소. Retrieved from <https://msds.kosha.or.kr/MSDSInfo/kcic/msdssearchMsds.do>
- 음상준(2018, 2022 October 26). 병원 소독하는 메르스 비상 대응 가동. Retrieved from <https://n.news.naver.com/article/421/0003580835?sid=102>
- 이성은(1993). 우리나라 병원감염관리의 실태. *간호학 논문집*, 7(1), 13-23.
- 임지영, 김나운, 이예리, 김고은, 정다운, 김은진 등(2020). 음압실 과산화수소 Nocospray® 분사 후 잔류량 평가. *Korean Journal of Healthcare-associated Infection Control and Prevention*, 25(1), 60-62. doi:10.14192/kjicp.2020.25.1.60
- 질병관리본부와 대한의료관련감염관리학회(2017). *의료관련감염 표준예방지침*, 청주: 질병관리본부.
- 질병관리청(2021). *2020 국가 항균제 내성균 조사 연보*, 청주: 질병관리청.

- 질병관리청(2022). 2022 법정감염병 진단·신고기준. 청주: 질병관리청.
- 최농훈(2021). 차아염소산수 분사 공간소독용 방역기 모델 유효성 평가. 석사학위, 건국대학교, 서울.
- 최두선(2020, 2022 May 5). 우정바이오, 청도대남병원 및 은평성모병원 코로나 19 멸균 수행. Retrieved from <https://n.news.naver.com/mnews/article/014/0004388484?sid=001>
- 최종봉(2022). 플라즈마 활성화 과산화수소 미스트 표면 소독기 개발, 박사학위, 한양대학교, 서울.
- Akter, M., Sikder, M. T., Rahman, M. M., Ullah, A. A., Hossain, K. F. B., Banik, S., et al. (2018). A systematic review on silver nanoparticles-induced cytotoxicity: Physicochemical properties and perspectives. *Journal of Advanced Research*, 9, 1-16. doi:10.1016/j.jare.2017.10.008
- Alfandari, S., Gois, J., Delannoy, P.-Y., Georges, H., Boussekey, N., Chiche, A., et al. (2014). Management and control of a carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* outbreak in an intensive care unit. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 44(5), 229-231. doi:10.1016/j.medmal.2014.03.005
- Ali, S., Muzslay, M., Bruce, M., Jeanes, A., Moore, G., & Wilson, A. P. (2016). Efficacy of two hydrogen peroxide vapour aerial decontamination systems for enhanced disinfection of meticillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* and *Clostridium difficile* in single isolation rooms. *Journal of Hospital Infection*, 93(1), 70-77. doi:10.1016/j.jhin.2016.01.016
- Anderson, D. J., Chen, L. F., Weber, D. J., Moehring, R. W., Lewis, S. S., Triplett, P. F., et al. (2017). Enhanced terminal room disinfection and acquisition and infection caused by multidrug-resistant organisms and *Clostridium difficile* (the benefits of enhanced terminal room disinfection study): A cluster-randomised,

- multicentre, crossover study. *The Lancet*, 389(10071), 805-814. doi:10.1016/s0140-6736(16)31588-4
- Barbut, F., Menuet, D., Verachten, M., & Girou, E. (2009). Comparison of the efficacy of a hydrogen peroxide dry-mist disinfection system and sodium hypochlorite solution for eradication of *Clostridium difficile* spores. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 30(6), 507-514. doi:10.1086/597232
- Barbut, F., Yezli, S., & Otter, J. (2012). Activity in vitro of hydrogen peroxide vapour against *Clostridium difficile* spores. *Journal of Hospital Infection*, 80(1), 85-87. doi:10.1016/j.jhin.2011.10.005
- Barbut, F., Yezli, S., Mimoun, M., Pham, J., Chaouat, M., & Otter, J. A. (2013). Reducing the spread of *Acinetobacter baumannii* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* on a burns unit through the intervention of an infection control bundle. *Journal of the International Society for Burn Injuries*, 39(3), 395 - 403. doi:10.1016/j.j.burns.2012.07.007
- Bentley, K., Dove, B., Parks, S., Walker, J., & Bennett, A. (2012). Hydrogen peroxide vapour decontamination of surfaces artificially contaminated with norovirus surrogate feline calicivirus. *Journal of Hospital Infection*, 80(2), 116-121. doi:10.1016/j.jhin.2011.10.010
- Berrie, E., Andrews, L., Yezli, S., & Otter, J. (2011). Hydrogen peroxide vapour (HPV) inactivation of adenovirus. *Letters in Applied Microbiology*, 52(5), 555-558. doi:10.1111/j.1472-765X.2011.03033.x
- Berger, D., Gundermann, G., Sinha, A., Moroi, M., Goyal, N., & Tsai, A. (2022). Review of aerosolized hydrogen peroxide, vaporized hydrogen peroxide, and hydrogen peroxide gas plasma in the decontamination of filtering facepiece respirators. *American Journal of Infection Control*, 50(2), 203-213. doi:10.1016/j.ajic.2021.06.012
- Blazewski, C., Wallet, F., Rouzé, A., Le Guern, R., Ponthieux, S.,

- Salleron, J., et al. (2015). Efficiency of hydrogen peroxide in improving disinfection of ICU rooms. *Critical Care*, 19(1), 30. doi:10.1186/s13054-015-0752-9
- Boyce, J. M. (2016). Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 5(1), 10. doi:10.1186/s13756-016-0111-x
- Carling, P. C., & Bartley, J. M. (2010). Evaluating hygienic cleaning in health care settings: What you do not know can harm your patients. *American Journal of Infection Control*, 38(5), 41-50. doi:10.1016/j.ajic.2010.03.004
- Carling, P. C., Parry, M. F., Bruno-Murtha, L. A., & Dick, B. (2010). Improving environmental hygiene in 27 intensive care units to decrease multidrug-resistant bacterial transmission. *Critical Care Medicine*, 38(4), 1054-1059. doi:10.1097/CCM.0b013e3181cdf705
- Catalanotti, A., Abbe, D., Simmons, S., & Stibich, M. (2016). Influence of pulsed-xenon ultraviolet light-based environmental disinfection on surgical site infections. *American Journal of Infection Control*, 44(6), 99-101. doi:10.1016/j.ajic.2015.12.018
- Chaoui, L., Mhand, R., Mellouki, F., & Rhallabi, N. (2019). Contamination of the surfaces of a health care environment by multidrug-resistant (MDR) bacteria. *International Journal of Microbiology*, 2019, 3236526. doi:10.1155/2019/3236526
- Chan, H. T., White, P., Sheorey, H., Cocks, J., & Waters, M. J. (2011). Evaluation of the biological efficacy of hydrogen peroxide vapour decontamination in wards of an Australian hospital. *Journal of Hospital Infection*, 79(2), 125-128. doi:10.1016/j.jhin.2011.06.009
- Chemaly, R. F., Simmons, S., Dale, C., Jr., Ghantoji, S. S., Rodriguez, M., Gubb, J., et al. (2014). The role of the healthcare environment in the spread of multidrug-resistant organisms: Update on current

- best practices for containment. *Therapeutic Advances in Infectious Disease*, 2(3-4), 79-90. doi:10.1177/2049936114543287
- Chmielarczyk, A., Higgins, P., Wojkowska-Mach, J., Synowiec, E., Zander, E., Romaniszyn, D., et al. (2012). Control of an outbreak of *Acinetobacter baumannii* infections using vaporized hydrogen peroxide. *Journal of Hospital Infection*, 81(4), 239-245. doi:10.1016/j.jhin.2012.05.010
- Choi, Y. H. (2020). Hospital infection control practice in the COVID-19 Era: An experience of university affiliated hospital. *The Korean Journal of Medicine*, 95(5), 308-314. doi:10.3904/kjm.2020.95.5.308
- Cohen, B., Liu, J., Cohen, A. R., & Larson, E. (2018). Association between healthcare-associated infection and exposure to hospital roommates and previous bed occupants with the same organism. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 39(5), 541-546. doi:10.1017/ice.2018.22
- Dancer, S. J. (2014). Controlling hospital-acquired infection: Focus on the role of the environment and new technologies for decontamination. *Clinical Microbiology Reviews*, 27(4), 665-690. doi:10.1128/cmr.00020-14
- Dancer, S. J. (2019). How much impact do antimicrobial surfaces really have on healthcare-acquired infection? *Clinical Infectious Diseases*, 71(8), 1814-1816. doi:10.1093/cid/ciz1078
- Dancer, S. J., & King, M. F. (2021). Systematic review on use, cost and clinical efficacy of automated decontamination devices. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 10, 1-18. doi:10.1186/s13756-021-00894-y
- Danforth, D., Nicolle, L. E., Hume, K., Alfieri, N., & Sims, H. (1987). Nosocomial infections on nursing units with floors cleaned with a disinfectant compared with detergent. *Journal of Hospital Infection*,

10(3), 229-235. doi:10.1016/0195-6701(87)90002-8

- Darge, A., Kahsay, A. G., Hailekiros, H., Niguse, S., & Abdulkader, M. (2019). Bacterial contamination and antimicrobial susceptibility patterns of intensive care units medical equipment and inanimate surfaces at ayder comprehensive specialized hospital, Mekelle, Northern Ethiopia. *Biomed Central Research Notes*, 12(1), 621. doi:10.1186/s13104-019-4658-5
- Datta, R., Platt, R., Yokoe, D. S., & Huang, S. S. (2011). Environmental cleaning intervention and risk of acquiring multidrug-resistant organisms from prior room occupants. *Archives of Internal Medicine*, 171(6), 491-494. doi:10.1001/archinternmed.2011.64
- Desai, F., Scribante, J., Perrie, H., & Fourtounas, M. (2019). Contamination of pulse oximeter probes before and after decontamination in two intensive care units. *Southern African Journal of Critical Care*, 35(2). 43-47. doi:10.7196/SAJCC.2019.v35i2.394
- De Kraker, M. E., Davey, P. G., Grundmann, H., & BURDEN Study Group. (2011). Mortality and hospital stay associated with resistant *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteremia: Estimating the burden of antibiotic resistance in Europe. *PLoS Medicine*, 8(10), e1001104. doi:10.1371/journal.pmed.1001104
- Dell'Anna, G., Mullin, K., Brewer, M. T., Jesudoss Chelladurai, J. R., Sauer, M. B., & Ball, B. L. (2020). Room decontamination using ionized hydrogen peroxide fog and mist reduces hatching rates of *Syphacia obvelata* ova. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 59(4), 365-370. doi:10.30802/aalas-jaalas-19-000156
- Doll, M., Morgan, D. J., Anderson, D., & Bearman, G. (2015). Touchless technologies for decontamination in the hospital: A review of

- hydrogen peroxide and UV devices. *Current Infectious Disease Reports*, 17(9), 1–11. doi:10.1007/s11908-015-0498-1
- Durojaiye, O. C., Kritsotakis, E. I., Johnston, P., Kenny, T., Ntziora, F., & Cartwright, K. (2019). Developing a risk prediction model for 30-day unplanned hospitalization in patients receiving outpatient parenteral antimicrobial therapy. *Clinical Microbiology and Infection*, 25(7), 905. e1.–e7. doi:10.1016/j.cmi.2018.11.009
- Ellis, O., Godwin, H., David, M., Morse, D. J., Humphries, R., & Uslan, D. Z. (2018). How to better monitor and clean irregular surfaces in operating rooms: Insights gained by using both ATP luminescence and RODAC assays. *American Journal of Infection Control*, 46(8), 906–912. doi:10.1016/j.ajic.2018.03.024
- Eterpi, M., McDonnell, G., & Thomas, V. (2010). Virucidal activity of disinfectants against parvoviruses and reference viruses. *Applied Biosafety*, 15(4), 165–171. doi:10.1177/153567601001500402
- Falagas, M., Thomaidis, P., Kotsantis, I., Sgouros, K., Samonis, G., & Karageorgopoulos, D. (2011). Airborne hydrogen peroxide for disinfection of the hospital environment and infection control: A systematic review. *Journal of Hospital Infection*, 78(3), 171–177. doi:10.1016/j.jhin.2010.12.006
- Fichet, G., Comoy, E., Duval, C., Antloga, K., Dehen, C., Charbonnier, A., et al. (2004). Novel methods for disinfection of prion-contaminated medical devices. *The Lancet*, 364(9433), 521–526. doi: 10.1016/S0140-6736(04)16810-4
- Firesbhat, A., Tigabu, A., Tegene, B., & Gelaw, B. (2021). Bacterial profile of high-touch surfaces, leftover drugs and antiseptics together with their antimicrobial susceptibility patterns at university of gondar comprehensive specialized hospital, Northwest Ethiopia. *Biomed Central Microbiology*, 21(1), 309.

doi:10.1186/s12866-021-02378-w

- Franco, C., & Bouri, N. (2010). Environmental decontamination following a large-scale bioterrorism attack: Federal progress and remaining gaps. *Biosecurity and Bioterrorism*, 8(2), 107-117. doi:10.1089/bsp.2010.0009
- French, G. L., Otter, J. A., Shannon, K. P., Adams, N. M. T., Watling, D., & Parks, M. J. (2004). Tackling contamination of the hospital environment by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): A comparison between conventional terminal cleaning and hydrogen peroxide vapour decontamination. *Journal of Hospital Infection*, 57(1), 31-37. doi:10.1016/j.jhin.2004.03.006
- Freyssenet, C., & Karlen, S. (2019). Plasma-activated aerosolized hydrogen peroxide (aHP) in surface inactivation procedures. *Applied Biosafety*, 24(1), 10-19. doi:10.1177/1535676018818559
- Friedman, N. D., Temkin, E., & Carmeli, Y. (2016). The negative impact of antibiotic resistance. *Clinical Microbiology and Infection*, 22(5), 416-422. doi:10.1016/j.cmi.2015.12.002
- Fu, T. Y., Gent, P., & Kumar, V. (2012). Efficacy, efficiency and safety aspects of hydrogen peroxide vapour and aerosolized hydrogen peroxide room disinfection systems. *Journal of Hospital Infection*, 80(3), 199-205. doi:10.1016/j.jhin.2011.11.019
- Gilbert, H. A. (2020). Florence Nightingale's environmental theory and its influence on contemporary infection control. *Collegian*, 27(6), 626-633. doi:10.1016/j.colegn.2020.09.006
- Grare, M., Dailloux, M., Simon, L., Dimajo, P., & Laurain, C. (2008). Efficacy of dry mist of hydrogen peroxide (DMHP) against *Mycobacterium tuberculosis* and use of DMHP for routine decontamination of biosafety level 3 laboratories. *Journal of Clinical Microbiology*, 46(9), 2955-2958. doi:10.1128/jcm.00250-08

- Grewal, H., Varshney, K., Thomas, L. C., Kok, J., & Shetty, A. (2013). Blood pressure cuffs as a vector for transmission of multi-resistant organisms: Colonization rates and effects of disinfection. *Emergency Medicine Australasia*, 25(3), 222-226. doi:10.1111/1742- 6723.12076
- Grimaldo, M. A., Bouyer, D. H., & de Siqueira, C. L. M. (2020). Determining the effectiveness of decontamination with ionized hydrogen peroxide. *Applied Biosafety*, 25(3), 134-141. doi:10.1177/1535676020935405
- Guh, A., & Carling, P. (2010, 2022 May 15). Options for evaluating environmental cleaning. Retrieved from <https://www.cdc.gov/hai/toolkits/evaluating-environmental-cleaning.html/>
- Hardy, K. J., Oppenheim, B. A., Gossain, S., Gao, F., & Hawkey, P. M. (2006). A study of the relationship between environmental contamination with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and patients' acquisition of MRSA. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 27(2), 127-132. doi:10.1086/500622
- Havill, N. L., Moore, B. A., & Boyce, J. M. (2012). Comparison of the microbiological efficacy of hydrogen peroxide vapor and ultraviolet light processes for room decontamination. *Infection Control and Hospital Epidemiol*, 33(5), 507-512. doi:10.1086/665326
- Haynes, A., & Khardori, N. (2013). Current practices for infection prevention in the hospital settings. *Hospital Infection Prevention: Principles and Practices*, 45 - 51. doi:10.1007/978-81-322-1608-7_3
- Heyba, M., Ismaiel, M., Alotaibi, A., Mahmoud, M., Baqer, H., Safar, A., et al. (2015). Microbiological contamination of mobile phones of clinicians in intensive care units and neonatal care units in public hospitals in Kuwait. *Biomed Central Infectious Diseases*, 15(1), 434. doi:10.1186/s12879-015-1172-9

- Holmdahl, T., Lanbeck, P., Wullt, M., & Walder, M. H. (2011). A head-to-head comparison of hydrogen peroxide vapor and aerosol room decontamination systems. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, *32*(9), 831 - 836. doi:10.1086/661104
- Horn, K., & Otter, J. A. (2015). Hydrogen peroxide vapor room disinfection and hand hygiene improvements reduce clostridium difficile infection, methicillin-resistant staphylococcus aureus, vancomycin-resistant enterococci, and extended-spectrum β -lactamase. *American Journal of Infection Control*, *43*(12), 1354 - 1356. doi:10.1016/j.ajic.2015.06.029
- Hota, S., Hirji, Z., Stockton, K., Lemieux, C., Dedier, H., Wolfaardt, G., et al. (2009). Outbreak of multidrug-resistant pseudomonas aeruginosa colonization and infection secondary to imperfect intensive care unit room design. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, *30*(1), 25-33. doi:10.1086/592700
- Huang, Y. S., Chen, Y. C., Chen, M. L., Cheng, A., Hung, I. C., Wang, J. T., et al. (2015). Comparing visual inspection, aerobic colony counts, and adenosine triphosphate bioluminescence assay for evaluating surface cleanliness at a medical center. *American Journal of Infection Control*, *43*(8), 882-886. doi:10.1016/j.ajic.2015.03.027
- Huslage, K., Rutala, W. A., Gergen, M. F., Sickbert-Bennett, E. E., & Weber, D. J. (2013). Microbial assessment of high-, medium-, and low-touch hospital room surfaces. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, *34*(2), 211-212. doi:10.1086/669092
- Jiang, Y., Sokorai, K., Pyrgiotakis, G., Demokritou, P., Li, X., Mukhopadhyay, S., et al. (2017). Cold plasma-activated hydrogen peroxide aerosol inactivates Escherichia coli O157:H7, Salmonella Typhimurium, and Listeria innocua and maintains quality of grape

- tomato, spinach and cantaloupe. *International Journal of Food Microbiology*, 249, 53–60. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2017.03.004
- Kelly, S., Schnugh, D., & Thomas, T. (2022). Effectiveness of ultraviolet-C vs aerosolized hydrogen peroxide in ICU terminal disinfection. *Journal of Hospital Infection*, 121, 114–119. doi:10.1016/j.jhin.2021.12.004
- Kim, D. W., Lee, K. M., Choi, Y. J., Chun, B. N., & Jang, W. J. (2021). Evaluation of efficacy about disinfectants in biological containment facilities. *Journal of Bacteriology and Virology*, 51(1), 9–20. doi:10.4167/jbv.2021.51.1.9
- Kim, E. J., Kwak, Y. G., Kwak, S. H., Ko, S. H., Kweon, O. M., Kim, E. S., et al. (2021). Korean national healthcare-associated infections surveillance system, intensive care unit module report: Summary of data from July 2019 through June 2020. *The Korean Journal of Healthcare-Associated Infection Control and Prevention*, 26(2), 115–128. doi:10.14192/kjicp.2021.26.2.115
- Kramer, A., Schwebke, I., & Kampf, G. (2006). How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *Biomed Central Infectious Diseases*, 6(1), 1–8. doi:10.1186/1471-2334-6-130
- Krishnan, J., Berry, J., Fey, G., & Wagener, S. (2006). Vaporized hydrogen peroxide-based biodecontamination of a high-containment laboratory under negative pressure. *Applied Biosafety*, 11(2), 74–80. doi:10.1177/153567600601100203
- La Forgia, C., Franke, J., Hacek, D. M., Thomson, R. B., Robicsek, A., & Peterson, L. R. (2010). Management of a multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* outbreak in an intensive care unit using novel environmental disinfection: A 38-month report. *American Journal of Infection Control*, 38(4), 259–263. doi:10.1016/j.ajic.2009.07.

- Landelle, C., Legrand, P., Lesprit, P., Cizeau, F., Ducellier, D., Gouot, C., et al. (2013). Protracted outbreak of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* after intercontinental transfer of colonized patients. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 34(2), 119–124. doi:10.1086/669093
- Lax, S., Sangwan, N., Smith, D., Larsen, P., Handley, K. M., Richardson, M., et al. (2017). Bacterial colonization and succession in a newly opened hospital. *Science Translational Medicine*, 9(391). doi:10.1126/scitranslmed.aah6500
- Lemmen, S., Scheithauer, S., Häfner, H., Yezli, S., Mohr, M., & Otter, J. A. (2015). Evaluation of hydrogen peroxide vapor for the inactivation of nosocomial pathogens on porous and nonporous surfaces. *American Journal of Infection Control*, 43(1), 82 - 85. doi:10.1016/j.ajic.2014.10.007
- Lerner, A. O., Abu-Hanna, J., Carmeli, Y., & Schechner, V. (2020). Environmental contamination by carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii*: The effects of room type and cleaning methods. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 41(2), 166–171. doi:10.1017/ice.2019.307
- Linley, E., Denyer, S. P., McDonnell, G., Simons, C., & Maillard, J. Y. (2012). Use of hydrogen peroxide as a biocide: New consideration of its mechanisms of biocidal action. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 67(7), 1589 - 1596. doi:10.1093/jac/dks129
- McKew, G., Phan, T., Cai, T., Taggart, S., Cheong, E., & Gottlieb, T. (2021). Efficacy of aerosolized hydrogen peroxide (Deprox) cleaning compared to physical cleaning in a burns unit. *Infection, Disease and Health*, 26(3), 161–165. doi:10.1016/j.idh.2021.01.003
- Melly, E., Cowan, A. E., & Setlow, P. (2002). Studies on the mechanism

of killing of *Bacillus subtilis* spores by hydrogen peroxide. *Journal of Applied Microbiology*, 93(2), 316–325. doi:10.1046/j.1365-2672.2002.01687.x

- Mitchell, B. G., Wilson, F., Dancer, S. J., & McGregor, A. (2013). Methods to evaluate environmental cleanliness in healthcare facilities. *Healthcare Infection*, 18(1), 23–30. doi:10.1071/HI12047
- Mitchell, B. G., Digney, W., Locket, P., & Dancer, S. J. (2014). Controlling methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in a hospital and the role of hydrogen peroxide decontamination: An interrupted time series analysis. *British Medical Journal Open*, 4(4). doi:10.1136/bmjopen-2013-004522
- Mitchell, B. G., Dancer, S. J., Anderson, M., & Dehn, E. (2015). Risk of organism acquisition from prior room occupants: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Hospital Infection*, 91(3), 211–217. doi:10.1016/j.jhin.2015.08.005
- Mosci, D., Marmo, G., Sciolino, L., Zaccaro, C., Antonellini, R., Accogli, L., et al. (2017). Automatic environmental disinfection with hydrogen peroxide and silver ions versus manual environmental disinfection with sodium hypochlorite: A multicentre randomized before-and-after trial. *Journal of Hospital Infection*, 97(2), 175–179. doi:10.1016/j.jhin.2017.06.010
- Nam, S., Heo, Y., & Jeong, J. S. (2020). The effectiveness of routine environmental management and additional ultraviolet (UV) disinfection environmental management in hospital operating rooms. *The Korean Journal of Healthcare-Associated Infection Control and Prevention*, 25(1), 40–45. doi:10.14192/kjicp.2020.25.1.40
- Neidell, M. J., Cohen, B., Furuya, Y., Hill, J., Jeon, C. Y., Glied, S., & Larson, E. L. (2012). Costs of healthcare-and community-associated infections with antimicrobial-resistant versus antimicrobial

- susceptible organisms. *Clinical Infectious Diseases*, 55(6), 807-815. doi:10.1093/cid/cis552
- Nerandzic, M. M., Thota, P., Sankar, T., Jencson, A., Cadnum, J. L., Ray, A. J., et al. (2015). Evaluation of a pulsed xenon ultraviolet disinfection system for reduction of healthcare-associated pathogens in hospital rooms. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 36(2), 192-197. doi:10.1017/ice.2014.36
- Nightingale, F. (1992). *Notes on nursing: What it is, and what it is not*. Philadelphia, CA:Lippincott-Williams and Wilkins.
- Nseir, S., Blazejewski, C., Lubret, R., Wallet, F., Courcol, R., & Durocher, A. (2011). Risk of acquiring multidrug-resistant Gram-negative bacilli from prior room occupants in the intensive care unit. *Clinical Microbiology and Infection*, 17(8), 1201-1208. doi:10.1111/j.1469-0691.2010.03420.x
- Orlando, P., Cristina, M. L., Dallera, M., Ottria, G., Vitale, A., & Badolati, G. (2008). Surface disinfection: Evaluation of the efficacy of a nebulization system spraying hydrogen peroxide. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 49(3), 116-119. doi:10.15167/2421-4248/jpmh2008.49.3.127
- Otter, J. A., Yezli, S., & French, G. L. (2011). The role played by contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 32(7), 687-699. doi:10.1086/660363
- Otter, J. A., Yezli, S., Perl, T. M., Barbut, F., & French, G. L. (2013). The role of 'no-touch' automated room disinfection systems in infection prevention and control. *Journal of Hospital Infection*, 83(1), 1-13. doi:10.1016/j.jhin.2012.10.002
- Otter, J. A., Yezli, S., Barbut, F., & Perl, T. M. (2020). An overview of automated room disinfection systems: When to use them and how

to choose them. *Decontamination in Hospitals and Healthcare*, 323-369. doi:10.1016/B978-0-08-102565-9.00015-7

- Passaretti, C. L., Otter, J. A., Reich, N. G., Myers, J., Shepard, J., Ross, T., et al. (2013). An evaluation of environmental decontamination with hydrogen peroxide vapor for reducing the risk of patient acquisition of multidrug-resistant organisms. *Clinical Infectious Diseases*, 56(1), 27-35. doi:10.1093/cid/cis839
- Park, S. Y., Lee, J. Y., Kim, E. J., Kwak, S. H., Hong, M. J., Lim, Y. J., et al. (2021). Comparison of the microbiological efficacy of disinfection using ultraviolet and hydrogen peroxide system for carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in a healthcare setting. *The Korean Journal of Healthcare-associated Infection Control and Prevention*, 26(1), 31-38. doi:10.14192/kjicp.2021.26.1.31
- Paxton, H. (2017). Review of necessary practices for EPA submission of a hospital disinfectant using good laboratory practice (GLP) disinfectant study summaries of the steramist™bit™disinfection system. *Applied Biosafety*, 22(4), 172-180. doi:10.1177/1535676017742135
- Paxton, H., & Nguyen, U. (2017, 2022 June 22). Use of novel approaches to reduce Clostridium difficile in an inner city hospital. Retrieved from <https://infectioncontrol.tips/2017/03/20/novel-inner-city-hospital/>
- Piskin, N., Celebi, G., Kulah, C., Mengeloglu, Z., & Yumusak, M. (2011). Activity of a dry mist-generated hydrogen peroxide disinfection system against methicillin-resistant Staphylococcus aureus and Acinetobacter baumannii. *American Journal of Infection Control*, 39(9), 757-762. doi:10.1016/j.ajic.2010.12.003
- Ríos Castillo, A. G., González Rivas, F., & Rodríguez Jerez, J. J. (2017). Bactericidal efficacy of hydrogen peroxide based disinfectants against gram positive and gram negative bacteria

- on stainless steel surfaces. *Journal of Food Science*, 82(10), 2351–2356. doi:10.1111/1750-3841.13790
- Rodrigues, D. O., da Paixão Peixoto, L., Barros, E. T. M., Guimarães, J. R., Gontijo, B. C., Almeida, J. L., et al. (2020). Epidemiology of bacterial contamination of inert hospital surfaces and equipment in critical and non-critical care units: A Brazilian study. *Microbiology Research Journal International*, 30(7), 31 - 43. doi:10.9734/mrji/2020/v30i730237
- Róžańska, A., Wójkowska-Mach, J., Bulanda, M., & Heczko, P. B. (2015). Infection control in Polish medical wards—data from the Prohibit project. *Przegląd Epidemiologiczny*, 69(3), 495–501.
- Russotto, V., Cortegiani, A., Raineri, S. M., & Giarratano, A. (2015). Bacterial contamination of inanimate surfaces and equipment in the intensive care unit. *Journal of Intensive Care*, 3(1), 1–8. doi:10.1186/s40560-015-0120-5
- Rutala, W. A., Gergen, M. F., & Weber, D. J. (2010). Room decontamination with UV radiation. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 31(10), 1025–1029. doi:10.1086/656244
- Saadi, S., Allem, R., Sebahia, M., Merouane, A., & Bakkali, M. (2022). Bacterial contamination of neglected hospital surfaces and equipment in an Algerian hospital: An important source of potential infection. *International Journal of Environmental Health Research*, 32(6), 1373–1381. doi:10.1080/09603123.2021.1885631
- Sattar, S. A. (2010). Promises and pitfalls of recent advances in chemical means of preventing the spread of nosocomial infections by environmental surfaces. *American Journal of Infection Control*, 38(5), S34–S40. doi:10.1016/j.ajic.2010.04.207
- Sebre, S., Abegaz, W. E., Seman, A., Awoke, T., Desalegn, Z., Mihret, W., et al. (2020). Bacterial profiles and antimicrobial susceptibility

- pattern of isolates from inanimate hospital environments at Tikur Anbessa specialized teaching hospital, Addis Ababa, *Ethiopia Infection and Drug Resistance*, 13, 4439–4448. doi:10.2147/IDR.S286293
- Shapey, S., Machin, K., Levi, K., & Boswell, T. C. (2008). Activity of a dry mist hydrogen peroxide system against environmental *Clostridium difficile* contamination in elderly care wards. *Journal of Hospital Infection*, 70(2), 136–141. doi:10.1016/j.jhin.2008.06.008
- Shi, H. J., Kim, J. H., Kim, N. Y., Lee, J. B., & Eom, J. S. (2020). Environmental culture of bacteria at the intensive care unit of a tertiary hospital in Korea: A consideration for improving medical environmental safety and healthcare-associated infection. *The Korean Journal of Healthcare-Associated Infection Control and Prevention*, 25(2), 105–114. doi:10.14192/kjicp.2020.25.2.105
- Song, Y., Annous, B. A., & Fan, X. (2020). Cold plasma-activated hydrogen peroxide aerosol on populations of *Salmonella typhimurium* and *Listeria innocua* and quality changes of apple, tomato and cantaloupe during storage—A pilot scale study. *Food Control*, 117, 107358. doi:10.1016/j.foodcont.2020.107358
- Sood, G., & Perl, T. M. (2016). Outbreaks in health care settings. *Infectious Disease Clinics*, 30(3), 661–687. doi:10.1016/j.idc.2016.04.003
- Steindl, G., Fiedler, A., Huhulescu, S., Wewalka, G., & Allerberger, F. (2015). Effect of airborne hydrogen peroxide on spores of *Clostridium difficile*. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 127(11–12), 421–426. doi:10.1007/s00508-014-0682-6
- Sui, Y. S., Wan, G. H., Chen, Y. W., Ku, H. L., Li, L. P., Liu, C. H., et al. (2012). Effectiveness of bacterial disinfectants on surfaces of mechanical ventilator systems. *Respiratory Care*, 57(2), 250 - 256. doi:10.4187/respcare.01180

- Suleyman, G., Alangaden, G., & Bardossy, A. C. (2018). The role of environmental contamination in the transmission of nosocomial pathogens and healthcare-associated infections. *Current Infectious Disease Reports*, 20(6), 12. doi:10.1007/s11908-018-0620-2
- Tajeddin, E., Rashidan, M., Razaghi, M., Javadi, S. S., Sherafat, S. J., Alebouyeh, M., et al. (2016). The role of the intensive care unit environment and health-care workers in the transmission of bacteria associated with hospital acquired infections. *Journal of Infection and Public Health*, 9(1), 13-23. doi:10.1016/j.jiph.2015.05.010
- Teerawattanapong, N., Kengkla, K., Dilokthornsakul, P., Saokaew, S., Apisarnthanarak, A., & Chaiyakunapruk, N. (2017). Prevention and control of multidrug-resistant gram-negative bacteria in adult intensive care units: A systematic review and network meta-analysis. *Clinical Infectious Diseases*, 64(suppl_2), S51-S60. doi:10.1093/cid/cix112
- Unger-Bimczok, B., Kottke, V., Hertel, C., & Rauschnabel, J. (2008). The influence of humidity, hydrogen peroxide concentration, and condensation on the inactivation of *Geobacillus stearothermophilus* spores with hydrogen peroxide vapor. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 3(2), 123-133. doi:10.1007/s12247-008-9027-1
- Wang, J., & Toledo, R. T. (1986). Sporicidal properties of mixtures of hydrogen peroxide vapor and hot air. *Food Technology*, 40(12), 60-62.
- Weber, D. J., Anderson, D., & Rutala, W. A. (2013). The role of the surface environment in healthcare-associated infections. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 26(4), 338-344. doi:10.1097/QCO.0b013e3283630f04
- Weber, D. J., Kanamori, H., & Rutala, W. A. (2016). 'No touch' technologies for environmental decontamination: Focus on

ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 29(4), 424-431. doi:10.1097/QCO.000000000000284

World Health Organization (2021, 2022 June 21). Antimicrobial resistance. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

Yui, S., Ali, S., Muzsly, M., Jeanes, A., & Wilson, A. P. R. (2017). Identification of *Clostridium difficile* reservoirs in the patient environment and efficacy of aerial hydrogen peroxide decontamination. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 38(12), 1487-1492. doi:10.1017/ice.2017.227

부 록

부록 1. 생명윤리위원회 심의결과통지서

DGDSMCNON2022001+HE002		2013.12.23 개정본				
통지서						
※ 본 과제의 문서보존기간은 15 년입니다.						
수신	의회(지원)기관	계명대학교 대구동산병원				
	연구책임자	감염관리실 감진영				
IRB File No.	DGDSMC NON2022-001	심사내용	연구심의를신청서	통지일자	2022.11.25	
연구과제명	국문	과산화수소 공간 멸균 소독 후 다제내성균 오염제거 효과 평가				
	영문	Evaluation of decontamination effect of multi-drug resistant organism after space sterilization with hydrogen peroxide				
영상시험코드				Study Nick Name		
연구분류1	<input type="checkbox"/> 약물 <input type="checkbox"/> 생물학적 제제 <input type="checkbox"/> 세포치료제 <input type="checkbox"/> 건강기능식품					
	<input type="checkbox"/> 의료기술 <input type="checkbox"/> 의료기기 (<input type="radio"/> 1등급 <input type="radio"/> 2등급 <input type="radio"/> 3등급 <input type="radio"/> 4등급)					
	<input type="checkbox"/> 해당사항없음					
연구분류2	<input type="checkbox"/> 인간대상연구 <input type="checkbox"/> 인체유래물(경계)연구 <input type="checkbox"/> 의무기록연구					
	<input type="checkbox"/> 유전자연구 <input type="checkbox"/> 유전자치료					
	<input type="checkbox"/> 배아연구 <input type="checkbox"/> 체세포복제배아연구 <input type="checkbox"/> 줄기세포주연구					
	<input type="checkbox"/> 기타 ()					
연구분류3	<input type="radio"/> 전향적 연구 <input type="radio"/> 후향적 연구 <input type="radio"/> 전향적 & 후향적 병행연구					
연구분류4	<input type="checkbox"/> 중재연구 <input type="checkbox"/> 설문조사 <input type="checkbox"/> 자료분석 및 분석연구					
	<input type="checkbox"/> 관찰연구 (<input type="checkbox"/> 단면조사연구 <input type="checkbox"/> 환자대조군연구 <input type="checkbox"/> 코호트 연구)					
	<input type="checkbox"/> 기타 ()					
연구분류5	<input checked="" type="checkbox"/> 인간을 대상으로 하지 않는 연구 Non-clinical study (in vitro, in vivo preclinical study)					
일반명				상품명		
전체시험자총례수	전체	0 명	국내	0 명	본원	
연구승인기간	2022.11.25 ~ 2023.11.20					
<p>본 서식은 전자서식(PDF 파일)으로 발급되었습니다.</p> <p>바코드가 입력되지 않은 전자서식은 확인용 전용뷰어로 진본 여부를 확인할 수 없으며, 진본 여부가 표시되지 않습니다.</p>						
1/3						

DGDSMCNON2022001-HE002

2013.12.23 개정본

지원의뢰기관	기관명	계명대학교 대구동산병 원	대표(직위)	원장	성명	서영성
제출서류목록	(정부) 심의면제 신청서 [1] [개] (정부) 연구계획서 [1] [개] (정부) 대상자 서면 동의 취득 불필요 사유서 [1] [개] (정부) 심의면제 self check list [1] [개] (정부) 연구자 서약서 [1] [개] (정부) 연구과제 self check list [1] [개]					
관련근거	평가일자	2022.11.21				
중간보고시기		비고				
심사결과	<input checked="" type="radio"/> 심사면제에 해당 <input type="radio"/> 심사면제에 해당하지 않음					
심사결과	심사면제 승인합니다.					

- 1) 승인된 계획서에 따라 연구를 수행하여야 합니다.
- 2) 승인된 서류의 모든 개정은 수행 전 승인을 받기 위하여 위원회에 제출되어야 합니다.
- 3) 위원회의 승인을 받은 대상자 동의서를 사용하여야 합니다. 모국어가 한국어가 아닌 대상자들에게는 승인된 동의서를 대상자의 모국어로 인증된 번역본을 사용할 것이며, 이러한 동의서 번역본은 반드시 위원회 승인을 받아야 합니다.
- 4) 강제 혹은 부당한 영향이 없는 상태에서 충분한 설명에 근거한 동의 과정을 수행할 것이며, 잠재적인 대상자에게 연구에의 참여여부를 고려할 수 있도록 충분히 기회를 제공하여야 합니다.
- 5) 연구진행에 있어 대상자를 보호하기 위해 불가피한 경우를 제외하고 연구의 어떠한 변경이든 위원회의 사전승인을 받고 수행하여야 합니다. 대상자들의 보호를 위해 취해진 어떠한 응급상황에서도 변경도 즉각 위원회에 보고하여야 합니다.
- 6) 본원에서 발생한 SAE는 7일 이내에 위원회에 보고되어야 합니다.
- 7) 대상자에게 발생한 심각한 위험 요소의 제거가 필요하여 원 계획서와 다르게 연구를 실시해야 하는 경우, 대상자에게 발생하는 위험요소를 증가시키거나 연구의 실시에 중대한 영향을 미칠 수 있는 변경 사항, 예상하지 못한 중대한 이상약물 반응에 관한 사항, 대상자의 안전성이나 임상시험의 실시에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 새로운 정보에 관한 사항은 위원회에 신속히 보고하여야 합니다.
- 8) 위원회의 승인 및 병원직인을 받은 대상자 모집 광고문을 사용해야 합니다.
- 9) 위원회가 시정 및 보완을 요구한 경우 시정 / 보완 계획을 1개월 이내에 본 위원회에 제출하여야 합니다. 6개월 이내에 시정 / 보완 계획을 제출하지 않은 경우 심의 또는 진행을 중지시킬 수 있습니다.
- 10) 시정계획은 신속심으로 진행되고 보완계획은 정규심으로 진행되며, 승인일과 승인 유효기간은 심의 결과에 따라 결정 됩니다.
- 11) 위원회의 승인은 1년을 초과할 수 없습니다. 1년 이상 연구를 지속하고자 하는 경우에는 적어도 승인 만료 1개월 전까지 중간 보고를 하여야 합니다. 중간보고를 하지 않은 경우에는 위원회에서 연구를 중단시킬 수 있습니다.
- 12) 연구 종료 후 1개월 이내에 종료보고를 하여야 하며, 종료보고 승인 후 6개월 이내에 최종결과보고를 하여야 합니다.
- 13) 위원회는 필요 시 연구를 점검할 수 있습니다.

본 서식은 전자서식(PDF 파일)으로 발급되었습니다.

바코드가 입력되지 않은 전자서식은 확인용 전용부여로 진본 여부를 확인할 수 없으며, 진본 여부가 표시되지 않습니다.

Evaluation of Decontamination Effect of Multidrug-resistant organism after Space Sterilization with Activated Ionized Hydrogen Peroxide

Kang, Jin young

Department of Nursing

Graduate School Keimyung University

(Supervised by Professor Choi, Jongrim)

(Abstract)

This study aimed to evaluate the efficacy of sterilization of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* (MRAB) and *Pseudomonas aeruginosa* (MRPA) using activated ionized hydrogen peroxide (AIHP) space sterilizer. The experiment was conducted in the isolation rooms of K University D Hospital from December 22, 2022, to January 9, 2023. MRAB and MRPA strains were isolated from clinical specimens and spread on the Petri dishes and attached to the 10 evaluation sites. AIHP space sterilization was performed for 1 hr 10 min and we counted the colonies remaining on the Petri dishes. This process was repeated three times. Data analysis was performed by converting the number of microbial colonies inoculated into the Petri dish and the number of colonies cultured after disinfection into logarithmic values.

The mean bacterial count before sterilization was 1.86×10^6 CFUs/plate (6.27 log inoculum/plate) for MRAB, 1.79×10^6 CFUs/plate (6.25 inoculum/plate) for MRPA. After sterilization by AIHP, the mean bacterial count was 0.1 CFUs/plate (-1.00 log inoculum/plate) in MRAB and 0.3 CFUs/plate (-0.52 log inoculum/plate) in MRPA. The log reduction was 7.27 for MRAB and 6.77 for MRPA.

The AIHP space sterilizer exhibited sterilization efficacy for MRAB and MRPA. Medical institutions will be able to prevent the transmission of multidrug-resistant organisms by more efficiently managing the medical environment through space sterilization with AIHP.

활성 이온화 과산화수소 공간 멸균 후 다제내성균 제거 효과 평가

강 진 영

계명대학교 대학원

간호학과

(지도교수 최 중 립)

(초록)

본 연구는 활성 이온화 과산화수소(Activated Ionized Hydrogen Peroxide [AIHP]) 공간 멸균 후 다제내성 아시네토박터바우마니(Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* [MRAB])와 다제내성 녹농균(Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* [MRPA])의 균 감소 효과를 평가하고자 하였다.

실험은 2022년 12월 22일부터 2023년 1월 9일까지 K 대학교 D 병원의 격리 병실에서 시행되었다. 임상검체에서 분리된 MRAB와 MRPA의 잔여 균주를 페트리 접시에 펴 바르고 병실 내 평가 장소 10곳에 부착하였다. 1시간 10분 동안 AIHP 공간 멸균을 시행하였고, 페트리 접시에 남아있는 균 집락을 확인하였다. 이러한 과정을 3차례 반복하였다. 자료 분석은 페트리 접시에 접종된 미생물 집락 수 및 소독 후 배양된 집락 수를 로그값으로 전환하여 분석하였다.

멸균 전 균주 수는 MRAB 1.86×10^6 CFUs/페트리 접시(6.27 로그),

MRPA 1.79×10^6 CFUs/페트리 접시(6.25 로그)였다. AIHP 멸균 후 MRAB는 0.1 CFUs/페트리 접시(-1.00 로그), MRPA는 0.3 CFUs/페트리 접시(-0.52 로그)였다. 로그 감소는 MRAB 7.27, MRPA 6.77로 나타났다.

AIHP 공간 멸균은 MRAB와 MRPA에 대해 멸균 수준의 효과를 나타냈다. 의료기관에서는 AIHP 공간 멸균 방법을 통해 의료환경을 보다 효율적으로 관리하여 다제내성균 전파를 예방할 수 있을 것이다.