

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.6.557>

JCCT 2023-11-66

환경감시를 통한 환경관리의 효과

The Effectiveness of Environmental Management through Environmental Surveillance

이미향*, 김상하**, 김재연***,

Mi Hyang Lee*, Jae Yeun Kim**, Sang Ha Kim***

요약 본 연구의 목적은 의료기관에서 환자가 퇴원하는 병실을 대상으로 직접관찰과 형광표지를 이용하여 환경감시 활동을 통한 환경관리의 효과를 평가하기 위해 시도되었다. 본 연구는 2023년 3월부터 7월까지 병동과 중환자실 퇴실병상을 집중적 환경감시 활동 시행 전 448곳과 시행 후 494곳을 평가대상으로 하였다. 수집된 자료는 SPSS 21.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 연구결과 직접관찰은 집중적인 환경감시 활동 시행 전 95.2%, 시행 후 98.9%으로 통계적으로 유의하게 증가하였다. 형광표지는 집중적인 환경감시 활동 시행 전 96.1%, 시행 후 98.0%으로 미검출율이 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 본 연구결과를 바탕으로 직접관찰과 형광표지 뿐만 아니라 다양한 환경평가방법을 적용하여 환경관리 효과를 평가하는 것이 필요하다.

주요어 : 직접관찰, 형광표지, 환경감시, 감염관리

Abstract This study aims to assess how effective environmental management can be accomplished through monitoring of environmental conditions in patient discharge rooms within healthcare facilities through direct observation and the use of fluorescent markers. From March to July 2013, this study evaluated 448 check-out beds in wards and intensive care units before and 494 after intensive environmental monitoring activities. The collected data were analyzed using the SPSS 21.0 program. According to the study's findings, direct observation increased from 95.2% prior to the implementation of intensive environmental monitoring activities to 98.9% following the implementation, which was statistically significant. The non-detection rate of fluorescent markers exhibited an increase from 96.1% prior to the commencement of intensive environmental monitoring activities to 98.0% following their implementation. However, it should be noted that this observed increase was not deemed statistically significant. In light of the results of this research, it is imperative to evaluate the effectiveness of environmental management by employing a variety of assessment methods, including direct observation and fluorescent markers.

Key words : Visual inspect, Fluorescent markers, Environmental surveillance, Infection control

*정회원, 건양대학교 간호학과 부교수 (제1저자)
**정회원, 건양대학교병원 진단검사의학팀 (참여저자)
***정회원, 건양대학교병원 감염관리실 팀장 (교신저자)
접수일: 2023년 9월 5일, 수정완료일: 2023년 9월 17일
게재확정일: 2023년 11월 3일

Received: September 5, 2023 / Revised: September 17, 2023
Accepted: November 3, 2023
***Corresponding Author: icpower@kyuh.ac.kr
Dept. of Infection Control, Konyang Univ Hospital, Korea

I. 서 론

환경감염관리는 의료기관 감염관리에서 가장 핵심이면서 기본이 되는 부분이다[1]. 의료기관 환경오염은 환자가 가지고 있던 균으로 의한 것이 40~60%, 의료진의 직·간접적인 교차감염으로 인한 것이 20~40%를 차지하고 있다[2]. 따라서 환경감염관리는 감염관리에서 가장 중요한 것이므로 환경에 있는 먼지, 유기물 등을 세척과 소독 등의 물리적 방법을 통해 제거하여 깨끗하게 지속적으로 유지하는 것이 중요하다[2]. 다제내성균 환자가 사용한 병실 환경표면에는 해당 균주가 장기간 생존할 수 있으며 부적절한 환경감염관리를 통해서 환자, 방문객 등에게 전파될 가능성이 높다[3]. 메티실린 내성 황색 포도알균(Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA) 환자가 사용한 병실을 환경배양검사 실시한 결과 환자가 자주 접촉하는 침대 난간, 문손잡이 등에서 MRSA가 검출되었다[3]. 또한 투석기 손잡이, 혈압기 등과 같은 의료기기 표면, 병실 바닥과 표면 등에서 그람양성알균과 그람음성균이 주로 서식하고 있다[4] 특히 *Clostridioides difficile*, MRSA, 반코마이신 내성 장알균(Vancomycin resistant *Enterococci*, VRE)등 주요한 미생물에 집락화 또는 감염된 환자가 사용한 병실에 입원하는 경우가 그렇지 않은 경우보다 미생물 감염이 발생할 확률이 2배 높은 것으로 나타났다[5]. 또한 이런 균들이 장기간 환경표면에 생존하면서 사람간 전파나 의료기기 매개로 집단 감염을 일으키는 원인이 될 수 있다[6].

환경은 주요 의료관련감염 원인균의 저장소이며 유행발생의 원인이 된다. 환경오염이 감염전파로 이루어지기 위해서는 첫째 환경이 미생물로 오염된 후 둘째 미생물이 전파될 수 있을 만큼 충분히 오래 생존해야 한다. 셋째 오염된 환경과 직접적인 접촉으로 미생물을 획득하거나 의료인의 손이나 의료장비 등의 직간접적인 접촉 전파를 통해 환자를 감염시키고 마지막으로 환자는 감염을 유발하는 미생물을 획득하는 것이다[7]

따라서 오염된 환경표면으로부터 교차감염을 차단하기 위해서 환경표면의 청소와 소독이 중요하며 환경표면의 청소와 소독 후 효과성을 평가하는 것도 필요하다.

환경관리의 평가방법은 직접관찰, 미생물배양검사, 형광표지, ATP(Adenosin Triphosphate

Bioluminescence) 방법 등을 사용하고 있다[6]. 직접관찰은 육안평가, 수행도 관찰 등이 있으며 훈련받은 관찰자가 청결상태를 평가하는 것이다. 환경배양검사는 환경표면에 미생물 존재여부를 확인하는 것이며, 형광표지는 투명 형광물질을 청소 전에 바른 후 청소 후 형광물질이 제거되어 있는지를 확인하여 청소상태를 평가하는 것이다. ATP는 장비를 이용하여 살아있는 유기물을 확인하는 것이다[8]. 효과적인 환경관리를 위해서 다양한 모니터링 방법이 이용되며 직접관찰, 미생물배양검사, 형광표지, ATP 중 한 가지를 선택하거나 동시에 여러 가지 방법을 선택할 수 있다. 직접관찰, 형광표지, ATP는 청소 직후 청결상태를 직접 평가할 수 있는 방법이나 미생물배양검사는 검사비용이 고가이며 검사결과 확인까지 일정시간이 소요된다[8]. 따라서 본 연구는 병원규모와 상관없이 보편적으로 활용할 수 있고 비용효과적인 방법인 직접관찰과 형광표지를 이용하였다.

이에 본 연구는 병동과 중환자실의 퇴원병실을 대상으로 청소와 소독이 시행된 후 집중적 환경감시방법을 적용하여 환경관리의 효과를 평가하는데 기초자료를 제공하기 위함이다.

II. 연구방법

2.1 연구설계

본 연구는 2023년 3월~7월까지 일개 대학병원 병동과 중환자실의 퇴원병실을 대상으로 하였다. 3월~4월까지 환자가 퇴원한 후 청소와 소독이 시행된 후 직접관찰, 형광표지를 실시하였으며 5월~7월 사이에는 집중적인 환경감시 활동을 실시하였다. 집중적인 환경감시방법의 효과를 검증하기 위한 연구이다.

연구기간동안 환경소독제, 환경관리방법 및 감염관리 방법의 변화는 없었다. 본 연구는 환자가 부재중인 상태에서 의료기관의 자산에 등록된 물품, 의료기기 환경관리를 평가하였다. 따라서 해당 의료기관의 생명윤리위원회에서 인간대상 연구가 아니므로 IRB 승인은 필요없음을 설명하였다. 그러나 해당 의료기관의 부서장에게 연구의 목적, 방법 등을 설명하였고 사전에 부서장의 동의를 구한 후 본 연구를 실시하였다.

2.2 환경평가방법

2.1.1 직접관찰

훈련받은 관찰자가 청소 후에 연구팀이 개발한 점검표를 기반으로 직접 청결상태를 평가하는 것이다. 연구팀은 감염관리전문간호사를 가지고 있는 간호사 2인, 진단검사의학팀 내 미생물검사실에 20년 이상 근무한 임상병리사 1인, 총 3명으로 구성되었다. 연구팀은 직접관찰을 위한 점검표를 개발하고 직접관찰하는 방법에 대해 훈련받은 관찰자 3명이 모니터링하였다. 점검표는 병동과 중환자실에서 공통적으로 청소하는 바닥과 벽, 창문과 창틀, 침상커튼, 가구, 쓰레기통, 화장실, 냉장고, 세면대의 청결상태를 평가하는 것이다. 관찰자는 점검표에 따라 수행여부를 점검하였으며 눈에 보이는 먼지나 이물질이 없으면 “예”, 눈에 보이는 먼지 또는 이물질(환자가 사용한 휴지, 쓰레기 등)이 1개라도 있으면 “아니오”로 체크하였다. 점검표는 <Table 1>과 같다.

표 1. 점검표
 Table 1. Checklist

Category	Yes	No
1. The Floor is clean		
2. The wall is clean		
3. The windows are clean		
4. The window frame is clean		
5. The interbedroom curtains are clean and there is no damage		
6. The furniture is clean and there is no damage		
7. Be empty in the trash can		
8. The bathroom is clean		
9. The refrigerator is clean		
10. The sink is clean		

2.1.2 형광표지

다빈도 접촉표면인 침상난간, 상두대 등에 투명형 광물질을 환경표면에 바른 후 청소 후 훈련된 관찰자가 형광물질의 제거여부를 확인하였다.

2.3 통계분석

통계분석은 SPSS 21.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 환경감시 전후에 따른 직접관찰, 형광표지를 카이제곱 검정을 이용하였다.

III. 연구결과

3.1 직접관찰

본 연구결과 집중적인 환경감시 활동을 시행하기 전 직접관찰 한 448건 중 427건을 충족하여 충족율은 95.3%, 집중적인 환경감시 활동을 시행한 후 직접관찰 한 494건 중 488건이 충족되어 충족률은 98.8%으로 통계적으로 유의하게 증가하였다($p=.031$).

표 1. 직접관찰 충족률
 Table 1. Compliance Rate of Direct Observations

Category	Pre	Post	χ^2	p
Compliance rate of direct observations	95.3% (427/448)*	98.8% (488/494)*	6.94	.031

*Number of clean / Number of Observations

3.2 형광표지

본 연구는 집중적인 환경감시 활동을 시행하기 전 형광표지 미검출율은 96.1%, 시행 후 98.0%으로 미검출율은 증가하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다 ($p=.077$)

표 2. 형광표지 미검출률
 Table 2. Non-detection Rate of Fluorescne

Category	Pre	Post	χ^2	p
Non-detection rate of fluorescent markers	96.2% (431/448)*	98.0% (484/494)*	5.14	.077

*Number of non-detection / Number of Observations

IV. 결론

본 연구는 직접관찰과 형광표지를 이용한 환경감시 활동의 효과를 확인하기 시도되었다. 최근 중동호흡기증후군(Middle East Respiratory Syndrome, MRES), COVID-19(Corona virus Disease 2019) 등 신종감염병 대유행 이후 환경감염관리의 중요성이 강조되었다. 특히 의료기관은 MRSA, 반코마이신 내성 장알균 (Vancomycin Resistant *Enterococci*, VRE), *Acinetobacter baumannii* 등에 의한 병원환경오염이 의료관련감염에서 중요한 역할을 하고 있다[9]. 감염된 환

자의 병실이 동일한 세균에 의해 자주 오염되고 의료환경에서 장기가 생존할 수 있으므로 환경감염관리는 매우 중요하다.

본 연구결과 직접관찰방법인 육안평가를 통해 집중적인 환경감시 활동 전보다 활동 후에 통계적으로 유의하게 청결도가 높아졌다. 환경감시 중 직접관찰을 통한 환경감염관리 효과를 평가한 연구는 Hayden 등[10]의 연구 외에는 선행연구가 부족하여 연구결과를 비교하기는 어렵지만 직접관찰은 일반적인 상태, 청결도 등을 표준화된 체크리스트를 개발하여 시각적으로 평가하는 것이다. 개발된 체크리스트 항목은 바닥, 창문, 가구, 커튼, 침상, 화장실, 냉장고, 세면대의 청결도 등을 평가하였다. 직접관찰은 시각적으로 불결한 환경을 즉시 개선할 수 있으며 혈액, 분비물 등으로 오염된 물품을 개선할 수 있는 방법으로 환경감시 방법 중 가장 비용효과적으로 사용할 수 있는 방법이다[8]. 본 연구에서 개발하고 사용한 체크리스트는 의료기관평가 인증기준 중 기준 8.6 환자치료 영역의 환경관리부분을 참고하여 개발하였다[11]. 환자 치료영역인 병실, 화장실 등 일상적인 환경의 청결도를 점검할 수 있도록 개발한 도구였다. 그러나 표준화된 직접관찰 체크리스트가 부재중인 상태로 이에 대한 연구가 추가적으로 필요하다. 특히 의료기관이 감염으로부터 안전하고 청결한 치료환경을 환자에게 제공하는 것은 의료기관의 가장 기본적인 의무이므로 이에 대한 반복연구가 필요하다.

형광표지 미검출률이 집중적인 환경감시활동 전보다 활동 후에 충족율은 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. Carling 등[12]의 연구에서 형광표지를 포함한 환경감염관리 중재를 적용한 결과 환경표면 청결률이 통계적으로 유의하게 증가하였다. Synder 등[13] 연구에서 환자가 퇴원한 병실을 청소한 후 직접관찰을 통한 청결도, 형광표지 검출률을 조사한 결과 화장실 변기, 상두대, 전화기, 화장실 손잡이 등에서 형광표지가 가장 많이 검출되었으며 직접관찰 결과에서도 동일한 결과가 나타났다. 16개의 중환자실 퇴원 병실을 대상으로 한 연구에서도 환경표면 청결률이 57.1%였으며 이중 화장실의 청결율이 30% 미만으로 낮았다[14]. 즉 화장실은 여러 사람들이 공통으로 많이 사용하는 다빈도 접촉부위이다. 따라서 공용으로 사용하고 접촉빈도가 높은 부위의 청소 방법 등에 대한 교육을 강화하는 것이 필요하다.

환경평가방법에는 직접관찰, 미생물검사, 형광표지,

ATP bioluminescence 등이 있다. 이중 미생물검사와 ATP bioluminescence는 검사실과 장비가 필요하기 때문에 의료기관에서 손쉽게 적용하기가 어렵다. 일상적으로 편리하게 이용할 수 있는 방법은 직접관찰과 형광표지 방법이며 즉각적인 피드백도 가능한 장점이 있다[8]. Kim 등 [15]의 연구에서 다제내성균 환자 병실을 미생물검사와 ATP bioluminescence를 이용하여 확인한 연구결과를 보면 환경표면의 소독효과를 평가하기에는 장점은 되나 미생물검사 결과 판독시까지 48시간이상 소요되는 것으로 나타나 즉각적인 행동변화를 이루기에는 어려운 것으로 나타났다.

본 연구는 의료기관에서 환경평가방법 중 직접관찰과 형광표지를 통한 집중적인 환경감시를 통한 환경감염관리를 평가한 연구로 의의가 있다. 본 연구결과를 바탕으로 다음과 같이 제언하고자 한다. 첫째 직접관찰을 위한 표준화된 체크리스트를 개발하여 그 효과를 평가하는 연구가 필요하다. 둘째, 객관적 지표인 미생물검사, ATP bioluminescence를 포함한 중재프로그램을 개발하여 그 효과를 평가하는 것이 필요하다.

References

- [1] C. J. Griffith, R. A. Cooper, J. Gilmore, C. Davies, M. Lewis, "An evaluation of hospital cleaning regimes and standards," *Journal of Hospital Infection*, Vol. 45, No. 1, pp. 19-28, 2000. DOI : 10.1053/jhin.1999.0717
- [2] Y. A. Kim, H. M. Lee, K. W. Lee, "Contamination of the hospital environmental by pathogenic bacteria and infection control," *Korean Journal of Nosocomia Infection Control*, Vol. 20, No. 1, pp. 1-6, 2015. DOI : 10.14192/kjnic.2015.2.0.1.1
- [3] N. Kenter, T. Gottlieb, J. Hopman, S. Mehtar, M. L. Schweizer, E. Tartari, ISAC working group infection prevention and control, E. G. W. Huijskens, "An international survey of cleaning and disinfection practices in the healthcare environment," *Journal of Hospital Infection*, No. 200. pp. 236-241. 2018. DOI : 10.1016/j.jhin.2018.05.008
- [4] D. Danforth, L. E. Nicolle, K. Hume, N. Alfieri, H. Sims, "Nosocomial infections on nursing units with floors cleaned with a disinfectant compared with detergent," *Journal of Hospital Infection*,

- Vol. 10, No. 3, pp. 229-235, 1987. DOI : 10.1016/0195-6701(87)90002-8
- [5] B. G. Mitchell, S. J. Dancer, M. Anderson, E. Dehn, "Risk of organism acquisition from prior room occupants : a systematic review and meta-analysis", Vol. 91, No. 3, pp. 211-217, 2015. DOI : 10.1016/j.jhin.2015.08.005
- [6] Y. A. Kim, H. Lee, K. Lee, "Contamination of the hospital environmental by pathogenic bacteria and infection control," Korean Journal of Nosocomina Infection Control, Vol. 20, No.1, pp. 1-6, 2015.
- [7] C. Kilpatrick, B. Allegranzi, D. Pittet, "Who first global patient safety challenge: clean care is safer care, contributing to the training of health-care workers around the globe", International Journal of Infection Control, Vol. 7, No. 2, PPA011. DOI : 10.3396/ijic.v7i2.6515.
- [8] CDC. CDC web sites on options for evaluating environmental cleaning. <https://www.cdc.gov/hai/pdf/toolkits/Environ-Cleaning-Eval-Toolkit12-2-2010.pdf>. (Updated on December 2010)
- [9] D. J. Weber, W. A. Rutala, "Understanding and preventing transmission of healthcare-associated pathogens due to the contaminated hospital environment," Infection Control & Hospital Epidemiology, Vol. 34, pp. 449-52, 2013.
- [10] M. K. Hayden, M. J. Bonton, D. W. Blom, E. A. Lyle, "Reduction in acquisition of vancomycin-resistant enterococcus after enforcement of routine environmental cleaning measures," Clinical Infectious Disease, Vol. 42, No. 11, pp. 1552-1560 2006.
- [11] Korean Institute for Healthcare Accreditation, Accreditation criteria for acute hospitals 4th , pp. 154-155.
- [12] P. H. Carling, M. M. Parry, M. E. Rupp, J. L. Po, B. Dick, S. V. Beheren, "Improving cleaning of the environment surrounding patients in 36 acute care hospitals," Infection Control and Hospital Epidemiology, Vol. 29, No. 11, pp. 1035-1041, 2008.
- [13] G. M. Syder, A. D. Holyoak, K. E. Leary, B. F. Sullivan, R. B. Davis, S. B. Wright, " Effectiveness of visual inspection compared with non-microbiologic methods to determine the thoroughness of post-discharge cleaning," Antimicrobial Resistance and Infection Control, Vol. 2, No. 26, 2013.
- [14] P. C. Carling, S. Von Veheren, P. Kim, C. Woods, "Intensive care unit environmental cleaning: an evaluation in sixteen hospitals using a novel assessment tool", Journal of Hospital Infection, Vol. 68, No. 1, pp. 39-44, 2008. DOI : 10.1016/j.jhin.2007.09.015
- [15] J. Y. Kim, J. A. Park, M. H. Lee, S. H. Kim, S. Y. Jeong, "Evaluation of environmental surface contamination and disinfection effects on multidrug-resistant organism", Journal of Digital Convergence, Vol. 19, No. 1, pp. 211-216, 2021. DOI : 10.14400/JDC.2021.19.1.211

※ 이 논문은 2023년도 건양대학교 학술연구
비 지원에 의하여 이루어진 것임.