



적극적 감시배양, 선제격리, 클로르헥시딘 침상목욕의 단계적 추가가 소아 중환자실 심장수술 환자의 메티실린 내성 황색포도알균 획득에 미치는 효과

조서연^{1,2} · 정재심¹ · 김은옥³ · 김연희¹

울산대학교 산업대학원 임상전문간호학¹, 서울아산병원 간호부², 서울아산병원 감염관리실³

Effects of Stepwise Application of Active Surveillance Culture, Preemptive Isolation, and Chlorhexidine Bed Bath on the Acquisition of Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in Children Undergoing Cardiac Surgery in the Paediatric Intensive Care Unit

Seo Yeon Cho^{1,2}, Jae Sim Jeong¹, Eun Ok Kim³, Yeon Hee Kim¹

Department of Clinical Nursing, Graduate School of Industry, University of Ulsan¹, Ulsan, Department of Nursing, Asan Medical Center², Office for Infection Control, Asan Medical Center³, Seoul, Korea

Received October 20, 2021

Revised March 17, 2022

Accepted May 13, 2022

Corresponding author:

Jae Sim Jeong

E-mail: jsjeong@amc.seoul.kr

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-3029-2556>

Background: This study aimed to investigate the effects of stepwise strengthening of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) infection control on the acquisition and identification of risk factors for acquiring MRSA in children undergoing cardiac surgery in the paediatric intensive care unit (PICU).

Methods: Patients who underwent surgery for congenital heart disease between June 2017 and February 2019 were included. As a step-by-step MRSA infection control, step 1 was an active surveillance culture, step 2 was to add preemptive contact isolation, and step 3 was to add a chlorhexidine bed bath. In addition, the medical records of 346 participants were reviewed retrospectively. The difference between the occurrence of MRSA acquisition and timing was analysed using the Kruskal–Wallis, chi-square, and Fisher's exact tests and the risk factors for children with MRSA were confirmed using logistic regression analysis.

Results: MRSA colonisation occurred in eight patients (6.4%) in stage 1, five (4.0%) in stage 2, and three (3.2%) in stage 3. MRSA infection occurred in one patient (0.8%) admitted in stage 2. The median day of occurrence of MRSA colonisation was 8.5 days in stage 1, 8 in stage 2, and 17 in stage 3. Steroid exposure was an independent factor influencing MRSA acquisition.

Conclusion: Due to the small number of participants and short intervention period, the step-up intervention did not significantly reduce MRSA acquisition. However, as MRSA infection control was strengthened step-by-step, MRSA acquisition tended to decrease.

Key Words: Chlorhexidine, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, Patient isolation, Paediatric intensive care unit, Thoracic surgery



Introduction

1. 연구의 배경

소아중환자실에서 메티실린 내성 황색포도알균(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA) 감염은 질병의 이환과 사망의 주요한 원인이다[1]. 특히 심장 수술 전 MRSA 집락화는 수술부위 감염의 주된 위험요인이며, MRSA에 의한 수술부위 감염은 소아 심장 수술 후의 심각한 합병증이다[2]. 국외 연구[3-5]에서는 소아 심장 수술 후 수술부위 감염의 발생률을 0.25-6%, 관련 사망률을 7-20%로 보고하였다. 또한 선천성 심장병 환자들에서 황색포도알균 감염 중 MRSA가 53.6% 분리되었고, MRSA 감염 중 수술부위 감염이 28.2% 발생하였으며[6] 소아 심장수술 후 수술부위 감염이 136,950달러의 병원 비용을 발생시키고 재원기간을 9.5일 증가시킨다고 하였다[5].

미국의료역학회(The Society for Healthcare Epidemiology of America, 2003)에서는 MRSA의 감염관리를 위하여 보균 위험이 높은 고위험 입원환자를 대상으로 적극적 감시배양 시행과 선별된 고위험군에 대하여 집락 제거를 권고하였다.

성인을 대상으로 한 일부 연구[7,8]에서는 MRSA 감시배양이 MRSA 감염 발생 감소에 효과적이지 않다고 하였지만, 국외 소아중환자실 환아를 대상으로 한 선행연구[9, 10]에서는 감시배양이 MRSA 집락 환자를 확인함으로써 MRSA 전파를 감소시켜 효과적이라고 하였다. MRSA 관리를 위해 클로르헥시딘 침상목욕의 중요성이 강조[11-13] 되기는 하였지만 최근 체계적 고찰 연구[14]에서는 클로르헥시딘 침상목욕이 의료관련감염을 감소시키는지 불분명하다는 결과가 제시되어 논란이 되고 있다. 하지만 이와 관련된 국내 소아를 대상으로 한 연구는 미흡하며 제한적이고 검증이 불충분한 실정이다.

2. 연구 목적

소아중환자실에서 MRSA 감염관리를 단계별로 강화하는 것이 심장수술 환아의 MRSA 획득에 미치는 효과를 확인함으로써 심장수술 환아의 MRSA 감염예방을 위한 근거를 제공하고자 한다.

1) 각 단계별로 소아중환자실 내 심장수술 환아의 MRSA 균집락 발생률과 발생밀도, MRSA 균집락 발생까지의 기간에 차이가 있는지 확인한다.

2) 각 단계별로 소아중환자실 내 심장수술 환아의 MRSA 감염 발생률과 발생밀도, MRSA 감염이 발생하기까지의 기간에 차이가 있는지 확인한다.

3) 소아중환자실 내 심장수술 환아의 MRSA 획득(MRSA 균집락 또는 MRSA 감염 발생)의 위험 요인을 규명한다.

Materials and Methods

1. 연구 설계 및 대상

연구대상 병원은 서울시에 소재한 2,700여 병상의 일개 상급종합병원으로 독립된 소아중환자실이 내과계, 외과계 각 1개씩 있으며 대상 중환자실은 소아흉부외과, 소아신경외과, 소아외과 환아가 주로 입원하는 외과계 소아중환자실로 침상수는 11병상이다. 2017년 6월 1일부터 2019년 2월 28일까지 선천성 심장병 수술 후 3일 이상 입원한 환자 중 적극적 감시배양 검사에서 MRSA가 분리되지 않은 환아를 대상으로 하였다. 적극적 감시배양만 실시한 1단계에 입원한 환자 127명, 접촉주의 선제격리가 추가된 2단계에 입원한 환자 127명, 클로르헥시딘 침상목욕이 추가된 3단계에 입원한 환자 95명 중 1단계에 mupirocin 연고를 사용한 환자 1명, 1년 이내 타 병원 입원력이 명확하게 확인되지 않은 환자 2명을 제외하여 총 346명의 의무기록을 후향적으로 전후비교하여 관찰하였다.

2. MRSA 감염관리

1) 1단계: 적극적 감시배양

2017년 6월 1일부터 2017년 12월 31일까지는 MRSA 적극적 감시배양만 실시한 기간이다. 소아중환자실 입실 1-2일 전 병동에서 시행하였으며 감시배양이 누락된 환아는 입실 후 1일 이내 시행하였다. 입실 후 재원기간이 5일 이상인 환아는 1주일 간격으로 비강에서 MRSA 감시배양을 실시하였고 기관 삽관을 한 경우에는 호흡기 분비물에서 추가적으로 시행하였다.

2) 2단계: 적극적 감시배양과 접촉주의 선제격리

2018년 1월 1일부터 2018년 7월 31일까지는 MRSA 적극적 감시배양과 입실 당시 배양 검사 결과가 보고되지 않았다면 검사 결과가 확인될 때까지 침상 당 “Unknown” 표지를 부착하고 환자 접촉 전 일회용 가운과 장갑을 착용하는 등의 접촉주의에 준하는 선제격리를 준수하였다. 적

극적 감시배양 검사 결과에 따라 MRSA 양성일 경우 접촉 격리 지침을 유지하며 MRSA 음성일 경우 선제격리를 해제하고 표준주의를 준수하였다.

3) 3단계: 적극적 감시배양과 접촉주의 선제격리 및 클로르헥시딘 침상목욕

2018년 8월 1일부터 2019년 2월 28일까지는 MRSA 적극적 감시배양과 선제격리를 준수하며 클로르헥시딘 침상목욕을 시행하였다. 클로르헥시딘 침상목욕 적용 전 기존 침상목욕은 간호사 1명과 조무원 1명이 액상 세정제를 섞은 물에 일회용 거즈를 이용하여 5일마다 1회 시행하였다. 클로르헥시딘 침상목욕은 5% 클로르헥시딘글루콘산염액(그린헥시딘® 5%, 그린제약) 400 mL를 멸균증류수 600 mL에 희석하여 일회용 거즈에 적셔 목욕 티슈를 제작하여 주말 및 공휴일을 제외한 평일 1일 1회 시행하였다. 침상목욕은 Lee 등[15]의 연구를 참고하였으며 얼굴 및 두피, 짐막을 제외한 목, 어깨, 가슴→양 팔과 손→복부 및 사타구니와 둔부→오른쪽 다리와 발→왼쪽 다리와 발→뒷목과 등 및 허리 순으로 진행하였다.

3. 자료수집

본 연구는 연구대상병원 임상시험위원회(승인 번호: 2021-0149)의 승인을 받았다. 성별, 연령, 체중, 선천성심장병의 종류, 수술 방법에 따른 중증도, 1년 이내 입원력과 수술력, 소아중환자실 입실 전 재원일수, 소아중환자실 입실 경로, 소아중환자실 재입일수, 입실 후 사용된 항생제의 종류, corticosteroid 사용 여부, 침습적 삽입 기구 사용 여부, 예후를 포함한 대상자 특성을 조사하였고 MRSA 획득과 관련한 정보를 수집하였다.

MRSA 균집락 또는 MRSA 감염이 발생한 경우 MRSA를 획득한 것으로 정의하였다.

MRSA 균집락은 소아중환자실 입실 3일 이후 MRSA 감시배양검사(전비공, 객담 등)에서 MRSA가 분리되거나 임상 검체에서 MRSA 양성(MRSA 감염 제외)인 경우로 소아중환자실 퇴실 후 2일까지 확인하여 조사하였다. MRSA 감염은 MRSA가 원인인 의료관련감염으로 정의하였으며 2020년 국내 전국의료관련감염감시체계(Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System, KONIS) 진단기준[16]을 적용하여 소아중환자실 퇴실 후 2일까지 조사하였다.

MRSA 균집락 발생률은 입원환자 100명당 MRSA가 집

락된 환자 수로 MRSA 균집락 발생밀도는 재원일수 1,000일당 MRSA가 집락된 환자 수로 계산하였다. MRSA 감염 발생률은 입원환자 100명당 MRSA 감염을 획득한 환자 수로 MRSA 감염 발생밀도는 재원일수 1,000일당 MRSA 감염을 획득한 환자 수로 계산하였다. MRSA 획득 발생까지의 기간은 소아중환자실 입실일부터 처음 MRSA 균집락 또는 MRSA 감염 발생일까지의 기간을 조사하였다.

4. 자료 분석 방법

수집한 자료는 SPSS Version 25.0 프로그램(IBM Corp, NY, U.S.A.)을 이용하여 분석하였다. 단계별 환자의 일반적 특성 및 임상적 특성은 빈도, 백분율, 평균, 표준편차, 중앙값, 범위 등의 기술통계로 나타내었고 각 단계별 MRSA 획득과 발생 시기의 차이는 Kruskal-Wallis, chi-square test 또는 Fisher's exact test로 분석하였다. MRSA 획득 위험 요인은 단변량 로지스틱 회귀분석을 실시하였고 통계학적으로 유의한 차이를 나타내는 변수를 독립변수로 하여 다변량 로지스틱 회귀분석을 이용하여 분석하였다.

Results

1. 연구대상자의 특성 비교

세 단계별로 환아를 나누어 심장병의 종류를 분류하였을 때 청색증형이 1단계에 입원한 환아 66명(52.8%), 2단계 환아 88명(69.8%), 3단계 환아 61명(64.2%)으로 세 단계간 유의한 차이를 나타내었다($P=.018$). 1년 이내 수술 경험이 있었던 118명(34.1%)의 환아를 살펴보았을 때 1단계 환아 35명 중 3명(8.6%)은 타 병원에서 수술 경험이 있었지만 2단계와 3단계 환아 모두는 연구대상 병원에서의 수술력이 있는 것으로 조사되어 세 단계에 유의한 차이가 있었다($P=.049$). 또한 타 중환자실로부터 입실한 환아가 1단계는 8.0%이었으나, 2단계는 19.0%, 3단계는 16.8%로 차이가 있었다($P=.033$). 항생제를 종류별로 살펴보았을 때 cephalosporin 계열 항생제를 사용한 환아도 1단계는 모두 사용하였으나, 2단계는 92.9%, 3단계는 94.7%로 단계별로 차이가 있었다($P=.013$) (Table 1).

Table 1. Characteristics of the subjects by stage

(N=346)

Characteristics	Total	ASC (n=125)	ASC, Isolation (n=126)	ASC, Isolation, 2% CHG bathing (n=95)	χ^2	P
	N (%), Mean±SD (median, range)					
Gender					1.538	.464
Male	184 (53.2)	72 (57.6)	64 (50.8)	48 (50.5)		
Female	162 (46.8)	53 (42.4)	62 (49.2)	47 (49.5)		
Age (months)	14.88±26.44 (5.00, 1.00-170.00)	12.50±17.71 (5.00, 1.00-122.00)	12.22±21.95 (4.50, 1.00-170.00)	21.56±38.08 (6.00, 1.00-170.00)	2.513	.285
Body weight (kg)	8.11±6.35 (6.56, 1.84-55.10)	7.50±4.16 (6.20, 2.48-25.80)	7.50±5.73 (6.07, 1.84-55.10)	9.72±8.83 (7.40, 2.50-49.70)	3.792	.150
Diagnosis					7.984	.018
Cyanotic disease	215 (62.1)	66 (52.8)	88 (69.8)	61 (64.2)		
Acyanotic disease	131 (37.9)	59 (47.2)	38 (30.2)	34 (35.8)		
RACHS-1 risk category					5.869	.838*
1	13 (3.8)	5 (4.0)	4 (3.2)	4 (4.2)		
2	145 (41.9)	59 (47.2)	49 (38.9)	37 (38.9)		
3	126 (36.4)	37 (29.6)	51 (40.5)	38 (40.0)		
4	40 (11.6)	16 (12.8)	15 (11.9)	9 (9.5)		
6	9 (2.6)	4 (3.2)	2 (1.6)	3 (3.2)		
N/A†	13 (3.8)	4 (3.2)	5 (4.0)	4 (4.2)		
History of previous hospitalization within a year	251 (72.5)	93 (74.4)	90 (71.4)	68 (71.6)	0.339	.844
History of previous admission (n=251)					5.047	.283
This hospital	208 (82.9)	74 (79.6)	76 (84.4)	58 (85.3)		
Other hospital	16 (6.4)	9 (9.7)	6 (6.7)	1 (1.5)		
This & other hospital	27 (10.8)	10 (10.8)	8 (8.9)	9 (13.2)		
History of previous surgery within a year	118 (34.1)	35 (28.0)	48 (38.1)	35 (36.8)	3.282	.194
Hospital with previous surgery (n=118)					4.925	.049*
This hospital	115 (97.5)	32 (91.4)	48 (100.0)	35 (100.0)		
Other hospital	3 (2.5)	3 (8.6)	0 (0.0)	0 (0.0)		
Days between hospital and ICU admission	9.49±23.53 (1.00, 0.00-263.00)	6.21±14.35 (1.00, 1.00-73.00)	12.03±29.57 (1.00, 1.00-263.00)	10.45±23.95 (2.00, 0.00-161.00)	1.548	.461
ICU admission route					6.801	.033
General ward	296 (85.5)	115 (92.0)	102 (81.0)	79 (83.2)		
Other ICU	50 (14.5)	10 (8.0)	24 (19.0)	16 (16.8)		
ICU length of stay (days)	7.65±11.39 (5.00, 3.00-148.00)	8.60±16.97 (5.00, 3.00-148.00)	7.13±5.32 (5.00, 3.00-32.00)	7.07±7.51 (4.00, 3.00-36.00)	2.923	.232
Antibiotics use	346 (100.0)	125 (100.0)	126 (100.0)	95 (100.0)	N/A	N/A
Antibiotics						
Cephalosporins	332 (96.0)	125 (100.0)	117 (92.9)	90 (94.7)	8.745	.013
Glycopeptides	37 (10.7)	10 (8.0)	15 (11.9)	12 (12.6)	1.517	.468
Aminoglycosides	4 (1.2)	1 (0.8)	3 (2.4)	0 (0.0)	2.233	.459*
Penicillin/beta-lactamase inhibitors	53 (15.3)	16 (12.8)	20 (15.9)	17 (17.9)	1.127	.569
Other antibiotics‡	14 (4.0)	6 (4.8)	4 (3.2)	4 (4.2)	0.436	.804
Steroid use	118 (34.1)	43 (34.4)	45 (35.7)	30 (31.6)	0.420	.811
Invasive devices use	346 (100.0)	125 (100.0)	126 (100.0)	95 (100.0)	N/A	N/A
Arterial catheter	346 (100.0)	125 (100.0)	126 (100.0)	95 (100.0)	N/A	N/A
Central venous catheter	346 (100.0)	125 (100.0)	126 (100.0)	95 (100.0)	N/A	N/A
Endotracheal tube	343 (99.1)	123 (98.4)	126 (100.0)	94 (98.9)	1.924	.386*
Tracheostomy	3 (0.9)	2 (1.6)	0 (0.0)	1 (1.1)	1.924	.386*
Urinary catheter	345 (99.7)	125 (100.0)	125 (99.2)	95 (100.0)	1.671	1.000*
Chest tube	346 (100.0)	125 (100.0)	126 (100.0)	95 (100.0)	N/A	N/A
Nasogastric tube	339 (98.0)	121 (96.8)	125 (99.2)	93 (97.9)	1.818	.349*
Discharge place					5.786	.152*
General ward	326 (94.2)	120 (96.0)	116 (92.1)	90 (94.7)		
Other ICU	17 (4.9)	3 (2.4)	10 (7.9)	4 (4.2)		
Death	3 (0.9)	2 (1.6)	0 (0.0)	1 (1.1)		

*Fisher's exact test; †one and half repair (2 cases), heart transplantation (4 cases), fenestration (1 case), pericardiostomy (2 cases), fibrotic muscle resection (1 case), cardiac resynchronization therapy (1 case), permanent pacemaker insertion (2 cases); ‡carbapenems (11 cases), sulfonamides (4 cases), quinolones (3 cases). Abbreviations: ASC, active surveillance culture; CHG, chlorhexidine gluconate; ICU, intensive care unit; N/A, not available; RACHS-1, risk adjustment for congenital heart surgery-1; SD, standard deviation.

2. MRSA 균집락과 MRSA 감염 발생의 현황

346명의 연구대상자 중 소아중환자실 입실 3일 이후 MRSA를 획득한 환자는 총 17명으로 균집락 발생 16명, 감염 발생 1명이었다. 소아중환자실에서 MRSA 획득이 발생한 월별 환자의 분포는 Fig. 1과 같다.

세 단계별 입원환자 100명당 MRSA 균집락 발생률은

1단계 6.4%, 2단계 4.0%, 3단계 3.2%로 감소하였다. 재원 일수 1,000일을 기준으로 환산한 MRSA 균집락 발생밀도 또한 1단계 7.44명, 2단계 5.56명, 3단계 4.46명으로 감소하였다. 2단계에서만 MRSA 감염 환자가 발생하여 발생률이 0.79%, 발생밀도 1.11명으로 나타나 세 단계별 입원 환자 MRSA 감염 발생률과 발생밀도는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. MRSA 균집락 발생까지의 기간은 세 단계

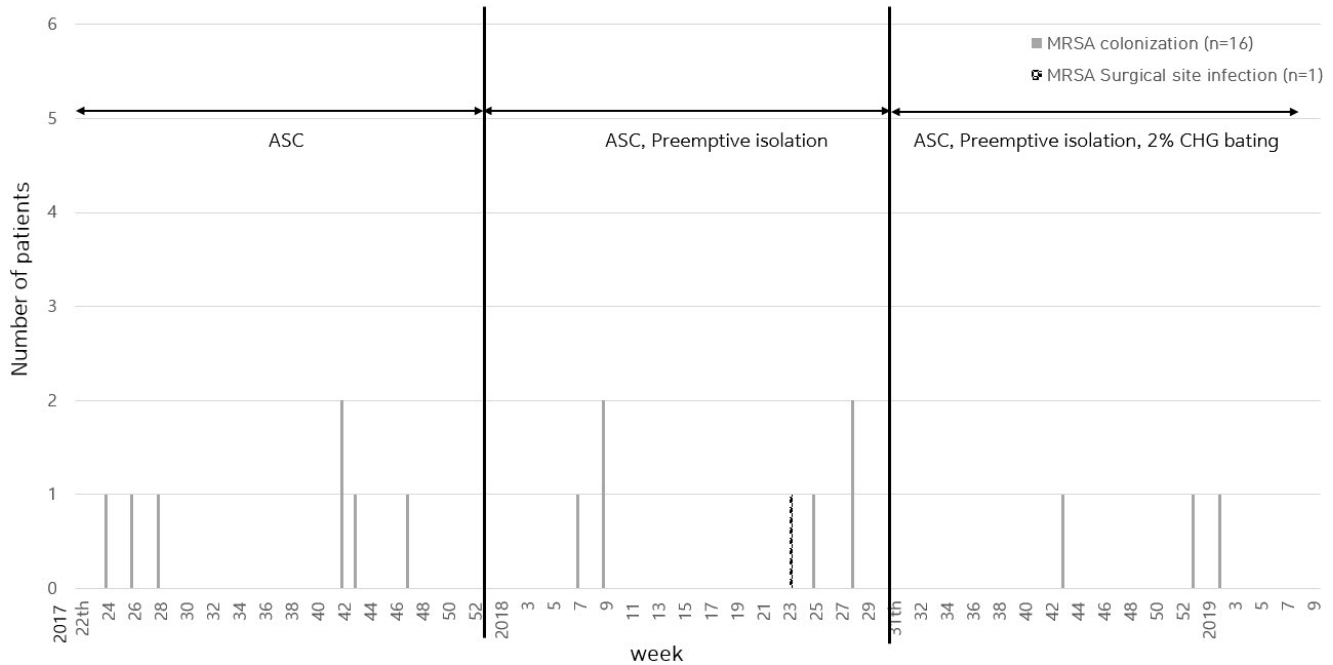


Fig. 1. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) colonization and infection per weekly.

Abbreviations: ASC, active surveillance culture; CHG, chlorhexidine gluconate; MRSA, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*.

Table 2. Comparison of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization and infection by stage (N=346)

Variables	Total	ASC	ASC, Isolation	ASC, Isolation, 2%	χ^2	P
		(n=125)	(n=126)	CHG bathing (n=95)		
	N (%), Mean±SD (median, range)					
Number of patients	346	125	126	95		
Patient days	2,646	1,075	899	672		
MRSA colonization	16 (4.6)	8 (6.4)	5 (4.0)	3 (3.2)	1.480	.477
MRSA colonization incidence rate [†]	4.6	6.4	4.0	3.2		
MRSA colonization incidence density rate [‡]	6.04	7.44	5.56	4.46		
Days of MRSA colonization (n=16)	16.50±25.00 (9.00, 3.00-108.00)	21.38±35.30 (8.50, 3.00-108.00)	9.40±5.32 (8.00, 3.00-17.00)	15.33±6.66 (17.00, 8.00-21.00)	1.851	.396
MRSA infection	1 (0.3)	0 (0.0)	1 (0.8)	0 (0.0)	1.671	1.000*
Days of MRSA infection (n=1)	10	0	10	0	N/A	N/A

*Fisher's exact test; [†]MRSA colonization incidence rate = $\frac{\text{Patient with MRSA colonization}}{\text{Number of patients}} \times 100$; [‡]MRSA colonization incidence density rate = $\frac{\text{Patient with MRSA colonization}}{\text{Patient days}} \times 1000$.

Abbreviations: ASC, active surveillance culture; CHG, chlorhexidine gluconate; MRSA, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; N/A, not available; SD, standard deviation.

에서 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 세 단계별 MRSA 감염 발생까지의 기간의 차이는 1단계와 3단계 MRSA 감염 발생 환자가 없어서 비교할 수 없었다(Table 2).

3. MRSA 균집락 또는 감염의 위험 요인

소아중환자실에 입원한 346명의 환자 중 MRSA를 획득하지 않았던 329명과 MRSA 균집락 또는 감염이 있었던 환자 17명을 비교하였다. 각 특성에 따른 MRSA 획득 환자

의 위험 요인은 Table 3과 같다. 다변량 분석 결과 스테로이드 노출 여부가 MRSA 획득의 독립적 영향 요인으로 확인되었고 스테로이드 노출 시 MRSA 획득 오즈비가 3.667 (95% CI=1.013-13.275, $P=.048$)이었다(Table 4).

Discussion

본 연구에서 MRSA 균집락 발생률은 4.6%로 선행연구 [10]에서 보고한 9.5%에 비해 낮았다. 소아중환자실 입실

Table 3. Univariate Logistic regression analysis of risk factors of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) acquisition (N=346)

Characteristics	MRSA acquisition (n=17)	No MRSA acquisition (n=329)	OR	95% CI	P
	N (%), Mean±SD (median, range)				
Gender					
Female	4 (23.5)	158 (48.0)	1		
Male	13 (76.5)	171 (52.0)	3.003	0.959-9.402	.059
Age (months)	15.35±35.51 (5.00, 1.00-134.00)	14.86±26.15 (5.00, 1.00-170.00)	1.001	0.983-1.019	.940
Body weight (kg)	8.93±119.72 (5.90, 1.84-49.70)	8.07±6.05 (6.60, 2.15-55.10)	1.018	0.955-1.084	.587
Diagnosis					
Acyanotic disease	5 (29.4)	126 (38.3)	1		
Cyanotic disease	12 (70.6)	203 (61.7)	1.490	0.513-4.329	.464
History of previous hospitalization within a year					
No	4 (23.5)	91 (27.7)	1		
Yes	13 (76.5)	238 (72.3)	1.232	0.395-3.910	.710
Hisotory of previous admission (n=251)					
This hospital	9 (69.2)	199 (83.6)	1		
Other hospital	2 (15.4)	14 (5.9)	3.159	0.622-16.044	.165
This & other hospital	2 (15.4)	25 (10.5)	1.769	0.362-8.654	.481
History of previous surgery within a year					
No	9 (52.9)	219 (66.6)	1		
Yes	8 (47.1)	110 (33.4)	1.770	0.665-4.713	.253
Days between hospital and ICU admission	11.00±308.75 (3.00, 0.00-59.00)	9.42±567.07 (1.00, 0.00-263.00)	1.002	0.985-1.021	.787
ICU admission route					
General ward	14 (82.4)	282 (58.7)	1		
Other ICU	3 (17.6)	47 (14.3)	1.286	0.356-4.646	.701
Antibiotics					
Glycopeptides	7 (41.2)	30 (9.1)	6.977	2.475-19.665	<.001
Aminoglycosides	1 (6.9)	3 (0.9)	6.792	0.669-68.982	.105
Penicillin/beta-lactamase inhibitors	8 (47.1)	45 (13.7)	5.610	2.058-15.294	.001
Other antibiotics	3 (17.6)	11 (3.3)	6.195	1.552-24.729	.010
Steroid use					
No	4 (23.5)	224 (68.1)	1		
Yes	13 (76.5)	105 (31.9)	6.933	2.208-21.774	.001
Preemptive isolation	9 (52.9)	212 (64.4)	0.621	0.233-1.652	.340
2% CHG bathing	3 (17.6)	92 (28.0)	0.552	0.155-1.966	.359

Abbreviations: CHG, chlorhexidine gluconate; CI, confidence interval; ICU, intensive care unit; OR, odds ratio; SD, standard deviation.

Table 4. Multivariate logistic regression analysis of risk factors for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) acquisition (N=346)

Variables	OR	95% CI	P
Gender			
Female	1		
Male	0.411	0.124-1.357	.144
ICU admission period	1.025	0.989-1.063	.182
Antibiotics use			
Glycopeptides	1.937	0.401-9.350	.411
Penicillin/beta-lactamase inhibitors	1.365	0.310-6.012	.681
Other antibiotics	0.795	0.088-7.226	.839
Steroid use	3.667	1.013-13.275	.048

Abbreviations: CHG, chlorhexidine gluconate; CI, confidence interval; ICU, intensive care unit; OR, odds ratio; SD, standard deviation.

시 적극적 감시배양을 시행함으로써 MRSA 획득이 감소하였다고 보고한 국외 연구[9], 심장수술을 받은 성인을 대상으로 감시배양과 탈집락요법을 적용하였을 때 MRSA 전파가 감소하였다고 한 국외 연구[17]가 있었다. 하지만 본 연구에서는 단계별 MRSA 균집락 발생률 비교 시 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았는데 이는 각 단계별 기간이 7개월로 짧아서 비교를 위한 대상자 수가 충분하지 못하였고, 단계별로 일부 대상자 특성 중 선천성심장병의 종류 및 입실 경로, cephalosporin 계열 항생제 사용 등에 차이가 있었던 부분도 기인하였을 것으로 추측한다. 본 연구에서 소아중환자실 평균 재실일수와 MRSA 균집락 발생까지의 기간을 비교해 보면 재실 기간보다 MRSA 균집락 발생까지의 기간이 긴 것을 확인할 수 있었고 이를 통해 장기간 입원한 환자에게 MRSA 균집락이 발생하였다고 추정할 수 있었다.

MRSA 감염은 접촉주의 선제적리를 시행했던 2단계에만 1명 발생하였다. 이는 국내 내·외과 성인 중환자실에서 강화된 접촉주의와 적극적 감시배양 적용함으로써 MRSA 의료관련감염 발생률이 감소하였다고 보고한 Choi 등[18]의 연구 결과와 유사하였다. Choi 등[18]의 연구는 성인 내과와 외과계 환자를 대상으로 연구자가 접촉주의 이행을 직접 관찰하며 자료를 수집하였기 때문에 소아 심장수술 환자를 대상으로 단계별로 감염관리를 강화하여 후향적으로 자료를 조사한 본 연구와의 직접 비교가 어렵다. 그렇지만 MRSA 적극적 감시배양과 접촉주의의 준수가 MRSA 의료관련감염을 유의하게 감소시킨다는 선행연구[9,17]를 통해 MRSA 감시배양과 접촉주의 준수가 MRSA

감염 발생을 감소시켰을 것이라 추측할 수 있다.

또한 1단계의 적극적 감시배양이 이미 효과적이었기 때문에 추가로 적용한 선제적리와 클로르헥시딘 침상목욕이 큰 차이를 나타내지 않았을 가능성도 있었다.

스테로이드의 사용이 MRSA 획득의 독립적 위험요인으로 확인되었지만, 선천성 심장병 환자의 과거 입원력이 MRSA 집락의 위험요인이라고 보고한 선행연구[10]와는 차이가 있었다. 이는 본 연구에서는 입실 시 감시배양에서 MRSA가 분리된 환자를 제외하고 입실 3일 이후 MRSA를 획득한 환자만을 연구에 포함했기 때문으로 생각된다. 심장수술 특히, 인공 심폐기를 사용하는 개심 수술 환아에 있어 스테로이드는 대부분 혈액학적으로 불안정한 환자에게 사용되는 경우가 많다[19,20]. 이러한 환아는 중증도가 높으며 스테로이드의 사용으로 면역 저하의 가능성이 있어 감염 획득의 기회가 증가했기 때문에 스테로이드 사용이 MRSA 획득의 위험요인으로 규명되었을 것으로 판단된다.

본 연구는 소아중환자실 퇴실 시 MRSA 감시배양을 일상적으로 시행하지 않았고 재원 일수 5일 이상인 환아에게 1주일 간격으로 매주 수요일에만 MRSA 감시배양을 실시한다는 연구대상병원 소아중환자실 내 기준이 있었기에 퇴실한 환아는 MRSA 감시배양의 대상이 되었을 수도 아니었을 수도 있어서 MRSA 획득이 과소평가 되었을 수 있다. 또한 단계별로 시행한 MRSA 감염관리 방법이 정확히 지켜지지 않았을 가능성이 있었다. 뿐만 아니라 적극적 감시배양이 적용되기 이전 시기의 MRSA 획득률을 조사하지 못해 감시배양의 효과를 입증하지 못하였다. 손위생 이행도와 MRSA 획득과 연관이 있다고 생각되지만 손위생 이행도의 자료 수집을 하지 못해 손위생 이행도와 MRSA 획득 간의 관계를 규명하지 못하였다. 위험요인의 경우 MRSA를 획득한 환자들에서 획득 전까지의 특성이 아닌 재원 기간 동안의 특성을 조사하였다는 점에서 본 연구 결과를 일반화하는 것에는 신중을 기해야 하며 MRSA 외에도 의료관련감염이나 내성균에 의한 균집락을 확인하지 못하였다는 한계가 있다.

그러나, 본 연구는 기존 연구에서 거의 찾아볼 수 없는 질환군인 심장수술 환아를 대상으로 MRSA 획득을 감소시키기 위한 감염관리 방법을 제시했다는 것에 의의가 있다고 생각한다. 향후 의료기관 간 협력 연구를 통해 소아중환자실에서 심장수술 환아의 MRSA 집락화 및 감염 획득 감소를 위한 최상의 감염관리 전략을 파악하는 것이 필요하다.

References

1. Zervou FN, Zacharioudakis IM, Ziakas PD, Mylonakis E. MRSA colonization and risk of infection in the neonatal and pediatric ICU: a meta-analysis. *Pediatrics* 2014;133:e1015-23.
2. Katayanagi T. Nasal methicillin-resistant *S. aureus* is a major risk for mediastinitis in pediatric cardiac surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2015;21:37-44.
3. Edwards FH, Engelman RM, Houck P, Shahian DM, Bridges CR. The Society of Thoracic Surgeons practice guideline series: antibiotic prophylaxis in cardiac surgery, part I: duration. *Ann Thorac Surg* 2006;81:397-404.
4. Mehta PA, Cunningham CK, Colella CB, Alferis G, Weiner LB. Risk factors for sternal wound and other infections in pediatric cardiac surgery patients. *Pediatr Infect Dis J* 2000;19:1000-4.
5. Sochet AA, Cartron AM, Nyhan A, Spaeder MC, Song X, Brown AT, et al. Surgical site infection after pediatric cardiothoracic surgery: impact on hospital cost and length of stay. *World J Pediatr Congenit Heart Surg* 2017;8:7-12.
6. McNeil JC, Ligon JA, Hulten KG, Dreyer WJ, Heinle JS, Mason EO, et al. Staphylococcus aureus infections in children with congenital heart disease. *J Pediatric Infect Dis Soc* 2013;2:337-44.
7. Huskins WC, Huckabee CM, O'Grady NP, Murray P, Kopetskie H, Zimmer L, et al. Intervention to reduce transmission of resistant bacteria in intensive care. *N Engl J Med* 2011;364:1407-18.
8. Glick SB, Samson DJ, Huang ES, Vats V, Aronson N, Weber SG. Screening for methicillin-resistant Staphylococcus aureus: a comparative effectiveness review. *Am J Infect Control* 2014;42:148-55.
9. Holzmman-Pazgal G, Monney C, Davis K, Wanger A, Strobel N, Zhong F. Active surveillance culturing impacts methicillin-resistant Staphylococcus aureus acquisition in a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 2011;12:e171-5.
10. Wells S, Anderson T, Tiemieier A, Wrobel J, Maraqa N, Smotherman C, et al. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in patients with congenital heart disease in the pediatric intensive care unit. *World J Pediatr Congenit Heart Surg* 2013;4:344-8.
11. Milstone AM, Elward A, Song X, Zerr DM, Orscheln R, Speck K, et al. Daily chlorhexidine bathing to reduce bacteraemia in critically ill children: a multicentre, cluster-randomised, crossover trial. *Lancet* 2013;381:1099-106.
12. Climo MW, Yokoe DS, Warren DK, Perl TM, Bolon M, Herwaldt LA, et al. Effect of daily chlorhexidine bathing on hospital-acquired infection. *N Engl J Med* 2013;368:533-42. Erratum in: *N Engl J Med* 2013;368:2341.
13. Frost SA, Alogso MC, Metcalfe L, Lynch JM, Hunt L, Sanghavi R, et al. Chlorhexidine bathing and health care-associated infections among adult intensive care patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2016;20:379.
14. Lewis SR, Schofield-Robinson OJ, Rhodes S, Smith AF. Chlorhexidine bathing of the critically ill for the prevention of hospital-acquired infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;8:CD012248.
15. Lee JY, Jeong JS, Kim MY, Park SH, Hwang YH. Effects of daily chlorhexidine bathing on the acquisition of multidrug-resistant organisms and healthcare-associated infection in an intensive care unit. *J Korean Biol Nurs Sci* 2018;20:38-46.
16. Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System. KONIS manual 2020. http://konis.cafe24.com/xe/index.php?mid=manual&category=251&document_srl=20922 (Updated on 5 November 2020).
17. Saraswat MK, Magruder JT, Crawford TC, Gardner JM, Duquaine D, Sussman MS, et al. Preoperative Staphylococcus Aureus screening and targeted decolonization in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2017;104:1349-56.
18. Choi SM, Jeong JS, Whang DH, Woo JH. The effect of contact precautions and active surveillance culture on the methicillin-resistant Staphylococcus aureus reduction in an intensive care unit. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2010;15:112-9.
19. Ando M, Park IS, Wada N, Takahashi Y. Steroid supplementation: a legitimate pharmacotherapy after neonatal open heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2005;80:1672-8; discussion 1678.
20. Millar KJ, Thiagarajan RR, Laussen PC. Glucocorticoid therapy for hypotension in the cardiac intensive care unit. *Pediatr Cardiol* 2007;28:176-82.