Study on the Contamination of Methicillin-Resistant *Staphylococcus* (MRS) in a High School Environment

Seung Bok Hong¹, Yun Hee Baek²

¹Department of Clinical Laboratory Science, Chungbuk Health & Science University, Cheongju, Korea

²Department of Microbiology, Chungbuk National University College of Medicine, Cheongju, Korea

일개 고등학교 환경에서 메치실린 내성 포도알균의 오염도 조사

홍승복¹, 백윤희²

¹충북보건과학대학교 임상병리과, ²충북대학교 의과대학 미생물학교실

Methicillin-resistant *Staphylococcus* (MRS) can be colonized in various body sites and is more frequently isolated in healthcare associated persons. This study aimed to evaluate the contamination rate of MRS in a high school environment, those living with closed life style. *Staphylococcus aureus* was isolated from only the hands of 2 students among a sample of 28 students, and *S. aureus* were susceptible to methicillin antibiotics. Coagulase negative Staphylococci (CoNS) were isolated from the hands of 26 students (26/28, 92.9%), and among them, 14 (53.8%) isolates were methicillin-resistant CoNS (MRCoNS). Among the 14 MRCoNS, *S. warneri* was the most common (8/14, 57%) and susceptible to most non-β-lactam antibiotics, such as clindamycin, erythromycin, ciprofloxacin, tetracycline, gentamicin, and vancomycin. In a culture of 31 desks, *S. aureus* was not isolated but CoNS were isolated from 26 desks (26/31, 83.6%), which did not harbor the *mecA* gene. The other bacteria isolated from the hands and desks were *Micrococcus* and *Bacillus* spp. In conclusion, methicillin-resistant *S. aureus* was not isolated from the hands and desks of high school students. However, the frequency of MRCoNS harboring *mecA* gene were high in the hands of high school students. Therefore, to prevent and to control the transfer of infection, intensifying preventive education, such as hand washing, and active surveillance systems, such as an investigation of contamination or carrier rate of resistant bacteria are necessary.

Key words: High School Students, Environment, Contamination, Staphylococci, Methicillin Resistance

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2017 The Korean Society for Clinical Laboratory Science. All rights reserved.

Corresponding author: Seung Bok Hong
 Department of Clinical Laboratory Science,
 Chungbuk Health & Science University, 10
 Deogam-gil, Naesu-eup, Cheongwon-gu,
 Cheongju 28150, Korea
 Tel: 82-43-210-8308
 Fax: 82-43-210-8289
 E-mail: sbhong8646@hanmail.net

Received: September 26, 2017
 Revised 1st: October 31, 2017
 Revised 2nd: November 1, 2017
 Revised 3rd: November 2, 2017
 Accepted: November 2, 2017

서 론

*Staphylococcus*는 환경이나 건강한 성인에서 흔히 존재하는 그람양성알균으로 태어나자마자 수 시간 내에 집락화를 형성할 수 있고 평생 동안 인체 내에서 지속되기도 한다[1]. 이들 균은 피부감염과 같은 가벼운 감염부터 패혈증, 심내막염, 폐렴 및 toxic shock syndrome과 같은 심한 감염까지 일으킬 수 있다[1]. 이들 균 중 *S. aureus*는 가장 병독성(virulence)이 높으며

전체인구의 10~35%에서 전비강(anterior nares)에 장기간 집락화 될 수 있다[2]. 한편 응고인자 음성 포도알균(coagulase negative Staphylococci, CoNS)은 과거에는 오염균으로 간주되었으나 최근에는 면역이 억제된 환자에서 다양한 감염을 일으킬 수 있는 기회감염균으로 신체의 여러 부위에 존재한다[1]. 메치실린 내성 포도알균(methicillin resistant Staphylococci, MRS)은 원내 감염(nosocomial infection)의 중요한 원인 균 중 하나이며, 이들의 주요 내성기전은 내성유전자인 *mecA* 유전자

의 획득에 의한 PBP2의 변이형인 PBP2a를 생성하여 모든 베타 락탐 항생제와의 결합 친화도가 감소하게 된다[3]. 따라서 MRS는 모든 β -lactam 항생제와 반응하지 않기 때문에 이들 균의 감염 치료에 이용할 수 있는 항생제는 제한될 수밖에 없다. MRSA는 가장 흔한 원내감염균이므로 병원에서 근무하는 의료인은 환자와 주변 환경에 접촉할 기회가 증가하는데 의료인 및 의과대학 실습생 등의 손, 가운 및 넥타이 등에서 MRSA의 분리율이 높다고 알려져 있다[4]. 김 등의 보고에 의하면 의사와 의과대학 실습생의 대부분의 가운에서 CoNS가 오염되어 있었으며 약 30%에서 *S. aureus*가 분리되었다. 또한 병원 전공의 가운의 25%, 넥타이의 7.1%에서 *S. aureus*가 분리되었고 가운에서 분리된 균의 96.4%와 넥타이에서 분리된 균의 100%가 MRSA이었다고 보고하였다[5].

한편 단체생활을 하게 되는 군대 및 교도시설 등에서도 MRSA를 포함한 MRS의 보균 및 감염이 증가될 수 있다. 따라서 학교와 같은 환경에서도 MRS의 분리가능성이 높으며, 환경에 접촉이 많은 손이나 책상 등은 MRS 전파의 주요 원인일 것이다. 국내의 경우 아직까지 학생들의 손과 책상 등에서 MRS의 분리에 대한 전문학술지논문은 찾아볼 수 없었다. 이에 저자들은 학생들의 손과 책상에서 MRS를 포함한 세균의 오염 정도를 조사하여 이들 균의 감염전파 예방 교육의 기초 자료에 도움이 되고자 하였다.

재료 및 방법

1. 대상

하룻동안 고등학교 1개 반에서 31개의 책상과 28명의 손을 배양하였다.

2. 균의 배양

상품화된 손배양 배지(E-CHECKER TPC[®], KOMED, Seongnam, Korea)에 손바닥을 5분 동안 누르면서 최대한 접촉시켜

손배양을 시행하였다. 책상에서 배양은 면봉으로 책상의 1/2이상을 긁은 후 Blood agar plate (Asan, Seoul, Korea)와 MacConkey agar (Asan)에 접종하였다. 손배양 배지와 BAP는 37°C, 5% CO₂에서 48시간 배양시킨 후 증식한 균집락을 취하여 실험에 사용하였다. 손배양 배지에서 자란 모든 집락의 수를 세고, 집락의 모습이 다른 것은 혈액한천 배지에 계대배양하여 균의 동정과 methicillin 내성 검사에 이용하였다.

3. 균의 동정 및 감수성 시험

균의 동정을 위해 그람염색을 시행하여 그람양성알균을 Table 1과 같이 동정하였다. 그람염색에 의한 모양 및 염색상, 균집락의 색, 배지에서 용혈 유무, catalase 가수분해 시험, 혈장 응고인자 검사, mannitol 발효 시험 등으로 *S. aureus*, CoNS, *Micrococcus*로 구분하였다(Table 1). Catalase 가수분해 검사는 3% H₂O₂를 균집락과 섞은 후 거품이 생기면 양성으로 판정하였고(*Staphylococcus*), 혈장 응고인자 검사는 혈장과 균집락을 섞어 4시간 배양 후 응고가 생기면 양성으로 판단하였다(양성, *S. aureus*; 음성, CoNS). 한편 CoNS는 종(species) 수준까지 동정은 미생물 자동 동정기인 Vitek II system의 GP ID card (bioMérieux, Durham, NC, USA)를 이용하였다.

항균제 감수성 검사는 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)[6]의 기준에 따라 디스크 확산법을 이용하였다. 포도알균에서 메치실린 내성을 조사하기 위해 상품화되어 있는 oxacillin 1 µg 디스크(BBL, Beckton Dickinson, USA)와 cefoxitin 30 µg 디스크(BBL)를 이용하였다. 분리된 MRS 균주에 대해서 non β -lactam 항균제인 clindamycin 2 µg (BBL), gentamicin 10 µg (BBL), ciprofloxacin 5 µg (BBL), tetracycline 30 µg (BBL), erythromycin 15 µg (BBL) 디스크를 이용하였다. 항균제 감수성 검사는 BAP에서 자란 순수 균집락을 취하여 생리식염수에 섞고 균의 농도가 0.5 McFarland (1.5×10^8 CFU/mL) 되게 희석한 후 Mueller Hinton 한천배지 (Asan, Seoul)에 골고루 접종한다. 배지를 35°C non-CO₂ 배양

Table 1. Identification of *Staphylococcus aureus*, coagulase negative *Staphylococcus* (CoNS) and *Micrococcus*

Tests	<i>S. aureus</i>	CoNS*	<i>Micrococcus</i>
Gram stain	GPC, grape like	GPC, grape like	GPC, tetrad
Colony color in BAP	White & creamy	White & creamy	Yellow
Hemolysis in BAP	Complete hemolysis	No hemolysis	No hemolysis
Catalase hydrolysis	Positive	Positive	Positive
Coagulase test	Positive	Negative	NT
Mannitol fermentation	Positive	Negative	NT

*Identification of the species level of CoNS was carried out by Vitek II system.
Abbreviations: BAP, blood agar plate; GPC, gram positive cocci; NT, not test.

기에서 16~18시간 배양 후 억제대의 직경을 측정하였다. 메치실린 내성에 대한 기준은 2002년[7] 및 2012년 CLSI 기준[6]에 의해 *S. aureus*에서 oxacillin과 cefoxitin 디스크에 대한 억제대가 각각 10 mm과 21 mm 이하일 때 MRSA로, CoNS에서 oxacillin과 cefoxitin 디스크에 대한 억제대가 각각 17 mm와 24 mm 이하일 경우 MRCoNS로 판독하였다(Figure 1).

4. *mecA* 유전자의 증폭 및 염기서열분석

BAP에서 증식된 집락을 취해 100 μ L의 증류수에 혼합한 후 10분간 끓인 후 1분 동안 원심분리하여 상층액을 주형(genomic) DNA로 이용하였다. 추출한 DNA 1 μ L를 polymerase chain reaction PreMix (Bioneer, Daejeon, Korea) 시약에 넣은 후 시발체 1 μ L씩을 넣고 최종 부피가 20 μ L 되게 증류수를 첨가하였다. 사용한 *mecA* 유전자 시발체는 *mecA1* (ATGAGATTA-GGCATCGTTCC), *mecA2* (TGGATGACAGTACCTGAGCC) 이었으며, thermocycler는 GeneAmp[®] PCR system 9700 (Applied Biosystem, Foster City, CA, USA)을 이용하였다. PCR 반응조건은 94°C에서 5분간 denaturation 후 1) denaturation 94°C/30초, 2) annealing 55°C/30초, 3) extension 72°C/30초를 1주기(cycle)로 30회 반복 반응시키고 마지막으

로 72°C에서 7분간 extension을 시켰다[8]. 증폭된 산물 10 μ L를 1% 아가로스 겔에 넣고 0.5% TBE 완충액에서 100 V로 25분간 전기영동하고 ethidium bromide로 염색 후 자외선(UV illuminator)에서 관찰하여 535 bp에서 DNA 띠가 존재하면 양성으로 판독하였다. 증폭된 PCR 산물은 DNA purification kit (Bioneer, Daejeon)로 정제하여 DNA 염기서열 분석을 의뢰하였다. 염기서열 분석은 Applied Biosystem 모델 3730XL 자동 DNA sequencing system (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA)을 이용하여 분석하였고, NCBI의 Genebank database에서 유사한 염기서열을 비교분석하였다.

5. MRCoNS에서 vancomycin 최소억제농도 측정

Vancomycin E-test (AB biodisk, Solona, Sweden)를 이용하여 Muller Hinton 한천배지에서 최소억제농도(minimal inhibitory concentration, MIC)를 측정하였다.

결 과

1. 손배양과 책상배양에서 분리된 균집락

28명의 손과 31개의 책상배양 모두에서 균집락이 관찰되었

Figure 1. Antimicrobial susceptibility testing of methicillin-resistant coagulase negative *Staphylococcus*. Left: Disc diffusion, Right: Disc diffusion for oxacillin and cefoxitin, E-test for vancomycin. Abbreviations: (Left, clockwise direction at top) CC, clindamycin; E, erythromycin; TE, tetracycline; CIP, ciprofloxacin; GM, gentamicin, (Right) VA, vancomycin; OX, oxacillin; FOX, cefoxitin.

Table 2. The contamination rate of the hands and desks of High school students

Specimen (N)	Number (%) of contaminated bacteria					
	SA	MRSA	CoNS	MRCoNS	<i>Micrococcus</i>	<i>Bacillus</i>
Hand (28)	2 (7.1)	0 (0)	26 (92.9)	14 (53.8*)	18 (64.3)	17 (60.7)
Desk (31)	0 (0)	NT	26 (83.9)	NT	29 (93.6)	15 (48.4)

*Percentage of MRCoNS among 26 CoNS isolates.

Abbreviations: N, number; SA, *Staphylococcus aureus*; MRSA, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; CoNS, coagulase negative *Staphylococci*; MRCoNS, methicillin-resistant CoNS; NT, not tested.

으며 손배양 배지에서 균집락의 수는 50개에서 1,400개까지 다양하였다. 그람양성균은 손과 책상 모두에서 분리되었고 그람 음성균은 1명의 손에서만 분리되었다(Table 2).

2. 분리된 균의 그람염색에 의한 분류

그람양성균 중 그람양성간균은 17명(60.71%)의 손과 15개(48.39%)의 책상에서 분리되었으며 이는 *Bacillus* spp.으로 추정되었으며 일반적인 환경 내 오염균 이었다. 그람양성알균은 Table 1의 방법으로 분류하였을 때 Table 2와 같이 분리되었다. *Staphylococcus*이 28명(100%)의 손과 26개(83.9%)의 책상에서 분리되어 가장 많이 분리되었으며 *Micrococcus*가 14명(64.29%)의 손과 29개(93.55%)의 책상에서 분리되었다.

3. *Staphylococcus*의 분포

*S. aureus*는 2명(7.1%)의 손에서 분리되었으며 책상에서는 분리되지 않았다. 이들 *S. aureus*는 모두 methicillin 감수성이어서 MRSA는 분리되지 않았다.

Staphylococcus 중 가장 많이 분리된 균은 CoNS로 26명(92.86%)의 손과 26개(83.87%)의 책상에서 분리되었다(Table 2).

4. Methicillin-resistant *Staphylococcus*의 분포

Methicillin resistance에 관여하는 *mecA* 유전자는 MRSA와 MRCoNS에 모두 존재하여 서로 수평전달이 가능할 수 있으므로 분리된 CoNS 중 26균주 중 14균주(58.3%)에서 methicillin에 내성이었다(Table 3, Figure 2). 이들 14개의 MRCoNS는 *S.*

warneri (8균주, 57%)가 가장 흔하였으며 이들은 *mecA* 유전자 염기서열로 3개의 군으로 나눌 수 있었다. 그 외 *S. capitis* 2주, *S. saprophyticus*, *S. haemolyticus*, *S. hominis*, *S. caprae*가 각각 1균주였다. 이들의 항생제 감수성 검사에서 clindamycin과 ciprofloxacin에 모두 감수성을 보였고, gentamicin과 tetracycline에 각각 2균주(14.3%), erythromycin에 4균주(28.6%)가 내성이었다.

5. MRCoNS의 vancomycin 내성검사

MRSA와 MRCoNS에 의한 감염의 중요한 치료제인 vancomycin 내성 정도를 측정하기 위해 최소억제농도(MIC)를 측정한 결과 14균주는 vancomycin MIC 1.0 µg/mL에서 3.0

Figure 2. Agarose gel electrophoretic finding of *mecA* gene at 538 bp amplified by PCR. Lane 1, size marker; lane 2, 15, positive control of *mecA*; lane 3, 4, 6, 7, 9, 12, 14, *mecA* positive CoNS; lane 5, 8, 10, 11, 13, *mecA* negative CoNS.

Table 3. The classification and antimicrobial susceptibility pattern of *mecA* gene positive coagulase negative *Staphylococcus* (MRCoNS)

Case	Microorganism	Group*	VAN (MIC)	OX ≤ 17	FOX ≤ 24	Antimicrobial susceptibility				
						CC	GM	CIP	TET	EM
1	<i>S. warneri</i>	IV	1.5	N	N	S	S	S	S	S
2	<i>S. warneri</i>	III	1.0	N	N	S	S	S	S	S
3	<i>S. saprophyticus</i>	I	1.0	N	Y	S	S	S	S	R
4	<i>S. haemolyticus</i>	V	1.5	Y	N	S	S	S	S	S
5	<i>S. hominis</i>	II	1.0	Y	N	S	S	S	S	S
6	<i>S. warneri</i>	III	1.5	Y	N	S	S	S	S	S
7	<i>S. capitis</i>	I	1.0	N	N	S	S	S	S	S
8	<i>S. warneri</i>	III	1.0	Y	N	S	S	S	I	R
9	<i>S. warneri</i>	IV	1.5	Y	N	S	S	S	S	S
10	<i>S. warneri</i>	I	1.0	N	N	S	I	S	R	R
11	<i>S. caprae</i>	II	1.0	N	N	S	S	S	S	S
12	<i>S. capitis</i>	II	2.0	N	N	S	R	S	S	S
13	<i>S. warneri</i>	III	3.0	Y	N	S	S	S	S	S
14	<i>S. warneri</i>	I	1.5	Y	Y	S	S	S	S	R

*Groups typed by difference of *mecA* gene sequence.

Abbreviations: VAN, vancomycin; MIC (µg/mL), minimal inhibitory concentration; OX, oxacillin; FOX, cefoxitin; CC, clindamycin; GM, gentamicin; CIP, ciprofloxacin; TET, tetracycline; EM, erythromycin; N, no; Y, yes; S, susceptible; I, intermediate; R, resistant.

μg/mL의 범위를 보여 vancomycin 내성균은 없었다(Table 3, Figure 1).

고 찰

손을 통한 감염의 전파는 모든 감염의 가장 큰 원인 중 하나이므로 의료기관에서 손 씻기는 가장 기본적인 감염예방수단으로 인식되고 있어 의료인의 손, 복장 및 환경의 오염에 대한 많은 연구가 있다[4,5,9,10]. 그러나 의료기관보다 오랜 기간 밀접하게 접촉생활을 할 수 밖에 없는 학교에서는 감염성 균의 노출에 취약하여 주의가 필요하나 이에 대한 연구는 드물다. 이에 일개 고등학교에서 학생의 손과 책상에서 오염된 세균에 대해 조사하였다. 검사결과 포도알균이 가장 많이 분리되었고, 대부분이 CoNS이었다.

*S. aureus*는 인체 내에서 흔히 보균되어 다양한 감염성 질환을 일으키는 균으로 *mecA* 유전자의 획득에 의해 내성을 획득하는 MRSA는 병원 내 감염에서 가장 중요한데 최근에는 지역사회 감염도 급격히 증가하고 있다[11]. 이번 연구에서 *S. aureus*가 2명(7.1%)의 손에서만 분리되었고, MRSA는 분리되지 않았다. 이 결과는 초등학교 학생들의 전비강에서 시행한 연구결과들(*S. aureus*: 42.5%, MRSA: 5.2% (5/96)[12]과는 차이를 보였다. 본 연구는 MRSA의 주요 보균 장소인 전비강과 같은 곳에서 검체를 채취한 것이 아니라 손바닥 및 책상 등의 환경 조사이기 때문에 생각되며 학생들의 전비강 등에 *S. aureus*와 MRSA를 보균률이 40%이상 되므로[12] 학교환경에는 이들 균에 항상 노출 가능성이 높다고 추측할 수 있다.

Staphylococcus 중 coagulase negative Staphylococci (CoNS)는 이전에는 오염균으로 간주되었지만 최근 면역이 감소한 환자가 증가하면서 이들에서 감염을 일으키는 기회 감염균으로 대두되고 있다[13]. 본 연구에서 손에서 분리된 26 CoNS 중 14개(58.3%)가 MRCoNS이었다. CoNS는 *mecA* 유전자를 획득하여 MRCoNS가 되며 이들은 병원뿐 만 아니라 지역사회에도 널리 퍼져 있어 이 내성유전자를 *S. aureus*로 전파할 가능성이 있다. MRCoNS 중 *S. epidermidis*가 가장 흔한 감염(주로 카테터에 의한 균혈증)[14]을 야기하지만 이번 연구에서는 분리되지 않았다. 그러나 이번 연구에서 분리된 균 중 *S. saprophyticus*는 젊은 여성에서 비뇨기 감염[15,16], *S. haemolyticus*는 균혈증 또는 심내막염 등을 야기하는 것으로 알려져 있다[17,18]. 또한 이번 연구에서 가장 많이 분리된 *S. warneri*나 *S. hominis*등도 드물게 기회감염(심내막염)을 일으킬 수 있다[18-21]. 한편 *Staphylococcus*에서 methicillin 내성

을 선별하는데 oxacillin 디스크와 cefoxitin 디스크가 이용되고 있으며 *mecA* 유전자의 분자유전학적 검출이 확진 방법으로 이용된다[22,23]. 이번 실험에서 oxacillin 디스크와 cefoxitin 디스크에 의한 검출률은 각각 50%와 14.3%로 매우 낮았다(Table 3). 이는 일부 MRS에서 *mecA*에 의해 PBP2a를 표현하는 균의 집단이 10^{-8} 에서 10^{-4} 정도 밖에 되지 않아(heterogenous PBP2a expression)[1] 표현형 검사(항균제 감수성검사)에서는 메치실린 감수성을 나타낼 수 있다. 따라서 CoNS에서 메치실린 내성 검출에는 *mecA* 유전자 검출이 반드시 필요할 것으로 사료된다.

MRCoNS는 모든 β-lactam 항균제에 내성이므로 non-β-lactam 항균제에 대한 감수성을 시행한 결과 clindamycin과 ciprofloxacin에는 모두 감수성, gentamicin과 tetracycline에 14.3% 그리고 erythromycin에는 28.6%의 내성을 보여 아직은 내성의 정도가 낮아 다행이나 이들 항균제는 단독으로 사용이 어렵고 단독으로 사용할 경우 유도 내성이 쉽게 나타날 수 있어 사용상 주의가 필요할 것으로 사료된다.

MRS의 주된 치료제는 vancomycin인데 MRS의 증가와 더불어 vancomycin의 사용량이 증가하여 vancomycin 내성균의 출현 가능성 한층 높아졌으며 2002년 미국에서 vancomycin resistant *S. aureus* (VRSA)이 출현하였다[24]. MRCoNS에서는 vancomycin intermediate resistance (VISA) 균이 존재할 수 있는데 이번 연구에서 분리된 MRCoNS에서는 vancomycin에 대한 내성은 없었으나 한 균주에서 MIC가 3 μg/mL로 일반적인 균주(MIC, 2 μg/mL 이하)보다 증가되어 있었다.

결론적으로 이번 고등학교 학생들의 손과 책상에서 병원성 감염균인 *S. aureus*이 7% (28명중 2명)에서 분리되었으며 MRSA는 분리되지 않았다. 하지만 MRCoNS가 26주 중 14주 (58.33%)에서 분리되었으며 이들은 non-β-lactam 항균제에 대부분 감수성을 보였다. 그리고 MRCoNS의 검출에 oxacillin 및 cefoxitin 디스크 확산법은 *mecA* 유전자를 검출에 비하여 검출민감도가 의미 있게 낮았다. 이 연구에서 아쉬운 점은 조사 대상이 한정되어 있었고 MRSA의 주요 보균 장소인 전비강에서 검체를 채취하지 못하여 MRSA의 보균 정도는 예측할 수 없었다. 앞으로 검사대상수의 증가와 검체 채취부위의 다양화 그리고 분리된 MRS에 대한 적절한 분자유전학적 조사가 병행이 된다면 학교에서 감염전파 예방 및 교육의 좋은 기초 자료로 이용될 수 있을 것이다.

요약

메치실린 내성 포도알균(methicillin resistant *Staphylococci*, MRS)는 인체 여러 부위에서 집락화 될 수 있으며 의료기관과 연관된 사람에서 흔히 분리된다. 이 연구는 밀접한 단체생활을 하는 일개 고등학교 한 개 반의 학생들 손과 그들이 사용하는 책상에서 MRS 균의 오염 정도를 평가하고자 하였다. *Staphylococcus aureus*가 28명의 학생의 손 중에서 2 균주가 분리되었으며 모두 메치실린에 감수성이었다. 응고인자 음성 포도알균(coagulase negative *Staphylococci*, CoNS)는 26 균주가(26/28, 92.9%) 분리되었으며 이들 균주 중 14 균주는 메치실린 내성균(MRCoNS)이었다. 14 MRCoNS 중 *S. warneri*가 가장 흔하였으며(8/14, 57%), 이들은 대부분의 non- β -lactam 항생제에 감수성이었다. 31개의 책상에서는 *S. aureus*는 분리되지 않았으나 26 CoNS (26/31, 83.9%)가 분리되었다. 손과 책상에서 분리된 포도알균 이외의 균은 *Micrococcus*와 *Bacillus* spp.이었다. 결론적으로 MRSA는 이번 연구에서 분리되지 않았으나 *mecA* 유전자를 갖고 있는 MRCoNS는 학생들의 손에서 높은 비율로 분리되었다. 손씻기와 같은 예방 교육을 강화할 뿐만 아니라 이들 균의 오염 및 보균율 등의 조사와 같은 능동적 감시 등이 이들 균의 감염예방과 전파 차단을 위해 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgements: We thank to Jae Gyeong, Shin from SeKwang High School for participation to this research.

Funding: None

Conflict of interest: None

REFERENCES

- Karsten B, Robert LS, et al. *Staphylococcus*, *Micrococcus* and other catalase-positive cocci. In: Jorgensen JH, Pfaller MA, et al, editors. Manuals of clinical microbiology, 11th ed. Washington DC: ASM press; 2015. p354-382.
- Williams RE. Healthy carriage of *Staphylococcus aureus*: its prevalence and importance. Bacteriol Rev. 1963;27(1):56-71.
- Chambers HF. Methicillin resistance in *Staphylococci*: molecular and biochemical basis and clinical implications. Clin Microbiol Rev. 1997;10(4):781-791.
- Wong D, Nye K, Hollis P. Microbial flora on doctors' white coats. British Med J. 1991;303(6817):1602-1604.
- Kim YK, Kim JS, Lee HS, Koo HS, Kim HS, Song W, et al. Nosocomial infectious bacterial contamination of residents white coats and neckties. Korean J Clin Microbiol. 2009;12(1):43-47.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standard for antimicrobial susceptibility testing; twenty-fifth informational supplement. M100-S25 35(3). Wayne, PA: Clinical Laboratory Standards Institute; 2015.
- National Committee of Clinical Laboratory Standards. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; twelfth informational supplement. M100-S12 22(1). Wayne, PA: National Committee of Clinical Laboratory Standards; 2002.
- Park AJ, Chang EA, Kim HR. Detection of *mecA*, *femA* and *femB* genes in clinical strains of *Staphylococci*. Korean J Clin Pathol. 1997;17(3):459-465.
- Boyce JM, Potter-Bynoe G, Chenevert C, King T. Environmental contamination due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: possible infection control implication. Infect Control Hosp Epidemiol. 1997;18(9):622-627.
- Ditchburn I. Should doctors wear ties? J Hosp Infect. 2006; 63(2):227-228.
- David MZ, Daum RS. Community associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: epidemiology and clinical consequences of an emerging epidemic. Clin Microbiol Rev. 2010; 23(3):616-687.
- Kim T, Hwang S. Coagulase serotyping and antibiotic susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolated from the specimen of elementary school students. Korean J Clin Lab Sci. 2003; 35(2):105-111.
- Becker K, Heilmann C, Peters G. Coagulase-negative *Staphylococci*. Clin Microbiol Rev. 2014;27(4):870-926.
- Wisplinghoff H, Bischoff T, Tallent SM, Seifert H, Wenzel RP, Edmond MB. Nosocomial bloodstream infections in US hospitals: analysis of 24,179 cases from a prospective nationwide surveillance study. Clin Infect Dis. 2004;39(3):309-317.
- Latham RH, Running K, Stamm WE. Urinary tract infections in young adult women caused by *Staphylococcus saprophyticus*. JAMA. 1983;250(22):3063-3066.
- Hur J, Lee A, Hong J, Jo WY, Cho OH, Kim S, et al. *Staphylococcus saprophyticus* bacteremia originating from urinary tract infection: a case report and literature review. Infect Chemother. 2016;48(2):136-139.
- Falcone M, Campanile F, Giannella M, Borbone S, Stefani S, Venditti M. *Staphylococcus haemolyticus* endocarditis: clinical and microbiologic analysis of 4 cases. Diagn Microbiol Infect Dis. 2007;57(3):325-331.
- Singh S, Dhawan B, Kapil A, Kabra SK, Suri A, Sreenivas V, et al. Coagulase-negative *Staphylococci* causing blood stream infection at an Indian tertiary care hospital: Prevalence, antimicrobial resistance and molecular characterisation. Indian J Med Microbiol. 2016;34(4):500-505.
- Cunha BA, Estrick MD, Larusso M. *Staphylococcus hominis* native mitral valve bacterial endocarditis (SBE) in a patient with hypertrophic obstructive cardiomyopathy. Heart Lung. 2007; 36(5):380-382.
- Hitzenbichler F, Simon M, Salzberger B, Hanses F. Clinical significance of coagulase-negative *Staphylococci* other than *S. epidermidis* blood stream isolates at a tertiary care hospital. Infection. 2017;45(2):179-186.
- Stöllberger C, Wechsler-Fördös A, Geppert F, Gulz W, Brownstone E, Nicolakis M, et al. *Staphylococcus warneri* endocarditis after implantation of a lumbar disc prosthesis in an immunocompetent patient. J Infect. 2006;52(1):e15-18.

22. Lee Y, Kim CK, Kim M, Yong D, Lee K. Detection of *mecA* in strains with oxacillin and ceftioxin disk tests for detection of methicillin-resistant *Staphylococcus*. Korean J Lab Med. 2007; 27(4):276-280.
23. Koupahi H, Honarmand JS, Rahbar M. Evaluation of different phenotypic and genotypic methods for detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). Iran J Pathol. 2016;11(4):370-376.
24. Centers for Disease Control and Prevention. *Staphylococcus aureus* resistant to vancomycin-United States. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2002;51(26):565-567.