

Methicillin 내성 황색포도알균의 검출을 위한 Phoenix System의 평가

전경란, 전홍선, 성흥섭, 김미나

울산의대 서울아산병원 진단검사의학과

배 경 : 임상검체에서 분리한 황색포도알균을 대상으로 BD Phoenix Automated Microbiology system (Phoenix; Becton Dickinson Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)의 Methicillin 내성 황색포도알균 (MRSA)의 검출능을 한천 희석법 또는 MicroScan WalkAway 96 System (MicroScan; Dade-Behring, Sacramento, CA, USA)과 비교하여 평가하였다.

방 법 : 8개 대학병원의 균혈증과 요로감염 환자에서 분리된 황색포도알균 170균주(1균)와 1균 균주중 서울아산병원 균혈증 환자 20균주에 아토피환자의 피부병변에서 분리된 황색포도알균 38균주를 더한 58균주(2균)를 대상으로 하였다. 총 208균주에 대해 PMIC/ID-53 panel (Becton Dickinson Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)을 사용하여 Phoenix로 감수성검사를 시행하였으며, 미결(partial)인 결과는 재검하였다. 1균에 대해서는 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)의 한천 희석법으로 oxacillin MIC를 구하여 표준결과로 하였고, 2균에 대해서는 MicroScan Positive Combo Type1A (Dade-Behring, Sacramento, CA, USA)으로 감수성검사를 시행하였으며, *mecA* PCR로 확인하였다.

결 과 : 1균 균주중 MRSA는 100균주(58.8%)였으며, CLSI 한천희석법과 비교했을 때, Phoenix의 민감도와 특이도는 100%이었으며, 2배수이내 일치율이 99.4%였다. 2균에서 28균주(48.3%)가 *mecA* 양성이었으며, 2균 균주를 Phoenix와 MicroScan으로 동시에 검사를 실시한 결과 두 시스템 모두 1균주의 *mecA* 양성균주를 검출하지 못했고, 이 균주에 대해 MicroScan에서는 2회 검사시 최소억제농도 2 $\mu\text{g}/\text{mL}$, Phoenix에서는 3회 검사시 2 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 2회, >2 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 1회로 불균질한 결과를 보였다. 두 기기의 검사는 판독일치율 100%, 2배수내 일치율 98.3%였다. Phoenix로 검사시 미결의 빈도는 5.5%였으며, 미결을 제외한 감수성 검사의 소요시간은 평균 12.8시간(10.2-16시간)이었다.

결 론 : Phoenix는 MRSA를 검출하는데 예민도와 특이도가 우수하였고, MicroScan 검사결과와 일치도가 높았다. 향후 불균질 MRSA를 검출하는 수행능 평가가 필요할 것이다.

서 론

황색포도알균은 병원감염 및 원외감염의 주요한 원인균으로 병원분리균주 중 수위를 차지하기 때문에 임상적으로 중요한 균종이다[1, 2]. 1950년대 penicillin 내성 황색포도알균이 출현한 이래 황색포도알균 치료에 사용중인 여러 항균제에 대한 내성이 보고되어 있다[3]. Methicillin 내성 황색포도알균(Methicillin-resistant

Staphylococcus aureus, MRSA)은 세계적으로 빈도가 증가하고 있는데, 국내에서는 종합병원에서 분리되는 황색포도알균의 70%가 MRSA이다[4, 5]. Methicillin 내성일 때는 임상적으로 imipenem을 포함한 모든 β -lactam 항균제가 효과가 없으며, non- β -lactam 항균제에도 높은 다약제 내성을 보이기에[3] 임상검사실에서는 MRSA를 신속하고 정확하게 검출해 주어야 한다.

MRSA는 penicillin-binding protein 2a (PBP 2a)를 전사하는 *mecA* 유전자의 획득에 의하므로[6] *mecA* 유전자를 분자생물학적으로 검출하는 것이 MRSA를 검출하는 가장 정확한 방법이지만, 인력과 시간이 소요된다. 표현형적인 검출방법으로 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)에서는 희석법에 의한 감수성검사와 민감도가 높은 Oxacillin 한천선택검사(Oxacillin-salt agar-screening test, OSA)를 권장하고 있으나[7] CLSI 희석법

본 연구는 Becton Dickinson Korea의 용역연구비로 수행되었음.

접 수 일: 06/3/13 게재승인일: 06/3/24

교신저자: 김미나

(138-736) 서울특별시 송파구 풍납2동 388-1

울산의대 서울아산병원 진단검사의학과

TEL: 02)3010-4511 FAX: 02)478-0884

E-mail: mnkim@amc.seoul.kr

은 임상검사실에서 일상적으로 이용하기는 어렵고, OSA는 48시간까지 배양해야 하고, 보고에 따라 예민도와 특이도가 떨어진다는[8]. 임상검사실에서 널리 사용하는 디스크확산법은 methicillin 내성을 검출하는데 24시간의 배양이 필요하고 불균질한 MRSA는 배양조건에 따라 검출하지 못하는 위감수성이 문제가 된다[6, 9]. 자동화된 항균제 감수성 장비를 이용한 회석법은 methicillin 내성을 정확하고 신속하게 검출하고자 다양한 개선이 이루어졌으나 표준방법만큼의 신뢰도를 보이지 못한다는 연구가 있다[8, 10-14]. 따라서 임상검사실에서 MRSA를 정확히 검출하는 것은 해결해야 할 과제이다.

Phoenix Automated Microbiology system (Phoenix; Becton Dickinson Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)은 최근 국내에 소개된 자동화 장비로 탁도변화뿐 아니라 산화환원반응을 검출하여 균성장여부를 판단함으로써 신속하고 정확하게 동정과 감수성검사를 수행할 수 있다고 하며[15, 16], MRSA 검출에 있어서도 100%의 예민도와 특이도의 우수한 성적을 보였다고 보고되고 있다[16]. 이에 저자들은 임상검체에서 분리된 황색포도알균으로 Phoenix의 MRSA 검출능을 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 균주

총 208균주를 대상으로 하였다.

1균은 2005년 3월에서 8월까지 8개의 대학병원에서 균혈증과 요로감염환자에서 분리한 황색포도알균 170균주로 구성하였으며, 각 균주는 각 병원에서 사용하는 방법으로 동정과 감수성검사를 실시하였다.

2균은 1균 균주 중 서울아산병원의 균혈증환자에서 분리된 20균주와 2004년 6월에서 2005년 3월까지 서울아산병원의 아토피 피부염 클리닉에서 의뢰한 피부배양 검체에서 분리된 황색포도알균 38균주로 구성하였고, MicroScan WalkAway 96 (MicroScan; Dade-Behring, Sacramento, CA, USA)를 사용하여 동정과 감수성검사를 실시하였다.

균주들은 -70℃에서 냉동보관하였다가 계대배양하여 사용하였으며, 정도관리를 위해 *S. aureus* ATCC 29213과 ATCC 43300을 사용하였다.

2. 동정 및 항균제감수성검사

1) 한천 회석법을 이용한 최소억제농도 측정

균혈증과 요로감염환자에서 분리된 170균주에 대해 CLSI의 한천 회석법[7]에 따라 검사하였다. NaCl 2%w/v와 oxacillin을 0.06-128 µg/mL의 범위에서 2배수 회석하

여 포함시킨 Muller-Hinton agar (BBL, USA) 평판배지를 제조하였다. 요약하면, 대상 균주를 혈액한천배지에 하룻밤 배양하여 얻은 집락을 Muller-Hinton broth에 0.5 McFarland의 탁도로 부유시킨 후 MAST (MAST Group Ltd., Bootle, Merseyside, UK)로 0.3 µL씩 접종하였다. 35℃, 대기조성 배양기에서 배양한 후, 최소억제농도 (Minimal inhibitory concentration, MIC)를 판독하였다. Oxacillin MIC가 2 µg/mL보다 큰 경우 methicillin 내성으로 판단하였다.

2) Phoenix 검사

208균주에 대해 PMIC/ID-53 panel (Becton Dickinson Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)을 사용하여 제조사가 권장하는 방법에 따라서 시행하였다. 이 panel에는 농도범위 0.25-2 µg/mL의 oxacillin과 농도범위 2-8 µg/mL의 cefoxitin이 포함되어 있고, oxacillin >2 µg/mL이거나 cefoxitin >8 µg/mL일 때 methicillin 내성으로 판독하도록 되어있다. 또한 oxacillin이나 cefoxitin이 감수성일지라도 aminoglycoside, quinolone, macrolide, chloramphenicol, clindamycin, tetracycline, sulfonamide 등의 항균제에 3가지 이상 내성을 보이는 다약제 내성균에 대해서는 OSA 확인검사를 권장하고 있다. Phoenix는 자체 알고리즘에 따라 항균제 well에서 균성장을 판정하고, 내성발현이 지연되는 균주와 항균제 조합이 있으면 배양시간을 연장하여 MIC와 감수성여부를 판독하도록 되어 있었다. 판독이 불가능한 조합이 있을 때는 미결(partial)로 판독되며, partial이 나오면 재검하였다.

3) MicroScan 검사

2군 58균주를 제조사가 권장하는 방법에 따라 동정과 감수성검사를 시행하였다. MicroScan Positive Combo Panel Type 1A (Dade-Behring, Sacramento, CA, USA)를 사용하였으며, oxacillin의 농도범위는 0.25-2 µg/mL이었다. MicroScan에서는 16-20시간 배양에서 oxacillin에 감수성인 경우 24시간까지 배양을 연장해서 내성발현이 늦어지는 MRSA를 검출하도록 되어있다.

4) *mecA* 유전자의 PCR 증폭 및 검출

2군 균주들은 *mecA* 유전자 PCR 검사를 실시하였다. DNA는 GeneElute™ Bacterial Genomic DNA kit (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 이용하여 추출하였다. Primer는 MECA P4 (5' -TCC AGA TTA CAA CTT CAC CAG G-3')와 MECA P7 (5' -CCA CTT CAT ATC TTG TAA CG-3') [17]를 사용하였으며, 162 bp의 PCR 산물을 전기영동으로 확인하였다.

3. 결과 분석과 통계 처리

1군에 대해 CLSI 한천 회석법과 Phoenix의 MRSA 검출

의 예민도, 특이도, 두 검사간의 판독일치율, MIC의 2배 수범위내 일치도를 평가하였다. 2군에 대해서는 Phoenix와 MicroScan의 예민도, 특이도, 판독일치율과 MIC의 2배수범위내 일치도를 평가하였다.

결 과

1. 한천희석법과 Phoenix법의 결과비교

1군 균주를 대상으로 CLSI 한천희석법을 시행한 결과 MRSA가 100균주였으며, oxacillin의 MIC는 64-128 $\mu\text{g/mL}$ 의 범위를 보였다. methicillin 감수성 황색포도알균(*Methicillin-susceptible Staphylococcus aureus*, MSSA)은 총 70균주였으며, MIC ≤ 0.25 -1.0 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도를 보였다 (Table 1).

1군에 대한 Phoenix 결과는 한천희석법과 100% 일치하여 100%의 예민도와 특이도를 보였으며, Phoenix와 CLSI의 MIC 결과를 비교했을 때, 2배수보다 큰 차이를 보인 균주는 1균주로 2배수내 일치율이 99.4%였다 (Table 1).

Phoenix를 이용한 검사횟수는 208균주에 대해 재검을 포함하여 총 235회였으며, 이중 partial 결과가 총 13번 발생하였다(5.5%). 첫번째 검사의 partial 결과는 1군에서 10균주, 2군에서 1균주 나타났으며, 이중 7균주는 MSSA, 4

균주는 MRSA이었다. 이들은 재검을 통해 결과를 얻을 수 있었으나, oxacillin MIC가 64 $\mu\text{g/mL}$ 인 1균주는 partial 결과가 3회 반복되어 4회째 >2 $\mu\text{g/mL}$ 의 결과를 얻을 수 있었다. Phoenix의 데이터베이스상 partial의 원인으로는 지시약이 불충분한 경우가 9회(69.2%)이었고, 성장패턴의 불일치가 2회, 형광간섭이 1회, 동정실패가 1회이었다.

2. Phoenix와 MicroScan의 결과비교

Phoenix와 MicroScan 둘다 oxacillin MIC를 ATCC 29213은 ≤ 0.25 $\mu\text{g/mL}$, ATCC 43300은 >2 $\mu\text{g/mL}$ 로 정확히 검사하였다.

2군 58균주 중 *mecA* 양성 균주는 28균주였다. Phoenix와 MicroScan의 판독일치율은 100%였으며, MIC 비교시 2배수보다 큰 차이가 나는 경우는 1건으로 희석배수일치율은 98.3%이었다(Table 2). 두 장비 모두 *mecA* 양성 MRSA 1균주를 감수성으로 판정하여 96.7%의 예민도와 100%의 특이도를 보였다. *mecA* 양성이면서 두 검사 모두 내성을 검출하지 못했던 1균주는 MicroScan상 2회의 검사시 2회 모두 MIC 2 $\mu\text{g/mL}$ 로 판독했다. Phoenix에서 1회는 oxacillin과 cefoxitin의 MIC가 2 $\mu\text{g/mL}$ 와 8 $\mu\text{g/mL}$ 으로 감수성이었으며, 3회째 반복검사에서는 oxacillin >2 $\mu\text{g/mL}$, cefoxitin >8 $\mu\text{g/mL}$ 으로 내성, oxacillin 2 $\mu\text{g/mL}$,

Table 1. Comparison of oxacillin MICs determined by CLSI agar dilution and Phoenix

Phoenix oxacillin MIC ($\mu\text{g/mL}$)	No. of strains							
	CLSI oxacillin MIC ($\mu\text{g/mL}$)							total
	≤ 0.25	0.5	1	2	64	128	>128	
≤ 0.25	3	11	1	0	0	0	0	15
0.5	3	36	14	0	0	0	0	53
1	0	0	1	1	0	0	0	2
2	0	0	0	0	0	0	0	0
>2	0	0	0	0	4	13	83	100
Total	6	47	16	1	4	13	83	170

Table 2. Comparison of oxacillin MICs determined by MicroScan and Phoenix

Phoenix oxacillin MIC ($\mu\text{g/mL}$)	No. of strains					
	MicroScan oxacillin MIC ($\mu\text{g/mL}$)					total
	≤ 0.25	0.5	1	2	>2	
≤ 0.25	9	0	0	1	0	10
0.5	15	3	1	0	0	19
1	0	1	0	0	0	1
2	0	0	0	1*	0	1
>2	0	0	0	0	27	27
Total	24	4	1	2	27	58

* This strain was *mecA* gene positive.

cefoxitin >8 µg/mL로 Phoenix의 판독규정에 따라 최종적으로 oxacillin 내성으로 판독한 것이 각 1회 있었다. 이 균주는 oxacillin-salt agar screen 검사에서 균성장이 관찰되고, 디스크확산법상 oxacillin 디스크 억제대안에 열은 균성장이 관찰되는 불균질 MRSA였다.

3. 감수성검사 소요시간

Phoenix에서 panel을 장비에 장착한 후 감수성검사가 완료될 때까지 걸린 시간은 partial을 제외한 235회의 시행에서 평균 12.8시간(10.2-16시간)이었으며, MSSA 균주의 검출에 걸린 시간과 MRSA 균주의 검출에 걸린 시간은 12.7시간과 12.8시간으로 차이는 없었다.

고 찰

PMIC/ID-53 panel을 이용한 본 연구에서 Phoenix의 항균제 감수성검사는 MRSA의 검출에 대해 CLSI 한천검사법과 비교시 100% 일치하여 100% 예민도와 특이도를 보여주었다. 또한 MicroScan conventional panel과 판독일치율이 100%였고, MIC의 2배수회석범위내 일치율은 98.3%로 두 방법은 높은 일치도를 보였다. Phoenix의 MRSA 검출능에 대한 다른 연구들을 살펴보면 비교적 우수한 성적을 보고하고 있다. 277균주의 황색포도알균을 대상으로 시행한 Fahr 등의 연구[15]에 의하면 major error 2.3%와 very major error 2.0%를 보였다고 하고, Spanu 등[16]의 보고에 의하면, 혈액배양에서 분리된 223균주의 황색포도알균을 대상으로 PMIC/ID-14 panel로 검사하였을 때, *mecA* 유전자 검출결과와 100% 일치하였다고 한다. 그러나 같은 장비를 평가했다고 해도 서로 다른 panel이나 card를 사용하거나, 프로그램이 달라지면 수행능이 바뀌기 때문에 주의를 요한다[8]. 본 연구에 사용된 PMIC/ID-53은 PMIC/ID-14와는 달리 cefoxitin을 포함하고 있어서 oxacillin MIC가 ≤2 µg/mL이더라도 cefoxitin MIC가 >8 µg/mL이면 oxacillin 내성으로 판독하기 때문에 PMIC/ID-14보다도 더 민감하게 methicillin 내성을 검출할 수 있게 고안이 되어있다.

본 연구에서 1군 균주들의 MIC 분포가 MSSA와 MRSA에서 1 µg/mL이하와 64 µg/mL이상으로 뚜렷하게 구분되었고, 그 사이의 비교적 낮은 MIC를 보이는 MRSA 균주는 포함하지 못했다. 자동화된 감수성장비들에서 황색포도알균의 불균질한 methicillin 내성은 very major error의 가장 중요한 원인이 된다[8, 16]. Swenson 등이 19균주의 불균질 MRSA를 포함하여 MicroScan conventional panel, rapid panel, Vitek을 평가하였을 때 MRSA를 검출하는 예민도는 74%, 90%, 95%에 불과하였다[8]. 이 연구에서 불균질 MRSA 균주인 ATCC 43300은 두 방법 다 정확히 검출했지만, 2군에 포함되었던 불균질 MRSA 1균주는 MicroScan에서는 2회 검사에 모두 MIC가

2 µg/mL였고, Phoenix에서는 3회의 검사중 1회만 oxacillin MIC >2 µg/mL으로 판독하였고, 1회는 cefoxitin > 8 µg/mL인 결과로 내성을 검출하였다. 이 연구는 MIC 분포가 경계치를 보이는 균주에 대한 평가로는 부족하지만 cefoxitin이 methicillin 내성 검출능을 높일 수 있다는 가능성을 보여주었다.

Phoenix에서 황색포도알균의 감수성검사결과를 얻기까지 소요된 시간은 평균 12.8시간(10.2-16시간)이었는데, Spanue 등[16]은 평균 6시간(3-15시간), Donay 등[18]은 10.5시간이라고 보고한 것에 비해 긴 시간이 소요되었다. 본 연구자가 확인한 바로는 이들 연구기간 중 Phoenix의 프로그램이 수정된 적이 없었기 때문에 연구자간에 사용한 panel이 다르기 때문일 수 있을 것이다. 감수성결과까지 소요시간으로 볼 때, Phoenix는 황색포도알균의 동정과 감수성결과를 검사당일 보고하는 신속시스템에 적용하기는 어려울 것으로 생각한다.

Phoenix로 검사 시행시 partial의 결과가 5.5% 발생하였는데, 다른 문헌에는 이러한 언급이 없어 비교할 수는 없었다. 가장 빈번한 partial의 원인은 지시약의 양이 불충분하다는 것임을 볼 때, 지시약을 떨어뜨리는 검사자의 정확도가 중요하게 작용함을 알 수 있다. 검사자의 숙련도에 따라 partial의 빈도가 높아질 수 있는 것은 검사실 비용과 검사보고시간에 영향을 줄 수 있을 것이다. 그러나 partial로 나타난 검체를 지시약 분주량을 정확히 맞추어 재검해도 계속적으로 partial 결과가 나오는 경우가 있는데, 이는 균주 특성이나 성장조건들 또한 partial 결과의 원인으로 작용할 가능성을 시사한다.

결론적으로 황색포도알균에 대한 methicillin 내성여부의 판단에 있어서 Phoenix를 이용한 감수성검사는 표준방법에 비교할 만한 신뢰성을 보여주는 검사방법이었다. 향후 불균질 MRSA 균주를 더 포함한 평가와 partial 결과의 원인규명이 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구에 사용한 균수수집을 도와주신 서울의대 김의중 교수님, 연세대학교 원주의대 어영 교수님, 연세의대 용동은 교수님, 아주의대 이위교 교수님, 전북의대 이해수 교수님, 부산의대 장철훈 교수님, 동국의대 하경임 교수님께 감사드립니다(가나다순).

참 고 문 헌

1. Almer LS, Shortridge VD, Nilius AM, Beyer JM, Soni NB, Bui MH, et al. Antimicrobial susceptibility and molecular characterization of community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Diagn Microbiol Infect Dis* 2002;43:225-32.
2. Lowy FD. *Staphylococcus aureus* infections. *N Engl J*

- Med 1998;339:520-32.
3. Ito T and Hiramatsu K. Acquisition of methicillin resistance and progression of multiantibiotic resistance in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Yonsei Med J 1998;39:526-33.
 4. Kim J, Kim S, Song W, Cho H, Lee K, Kim E. Antimicrobial resistance profiles of *Staphylococcus aureus* isolated in 13 Korean hospitals. Korean J Lab Med 2004;24:223-9.
 5. Lee H, Yong D, Lee K, Hong S, Kim E, Jeong S, et al. Antimicrobial resistance of clinically important bacteria isolated from 12 hospitals in Korea in 2004. Korean J Clin Microbiol 2005;8:66-73.
 6. Livermore DM. Antibiotic resistance in *Staphylococci*. Int J Antimicrob Agents 2000;16:S3-10.
 7. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; approved standard. 6th edition, Pennsylvania; NCCLS, 2003:20-1.
 8. Swenson JM, Williams PP, Killgore G, O'Hara CM, Tenover FC. Performance of eight methods, including two new rapid methods, for detection of oxacillin resistance in a challenge set of *Staphylococcus aureus* organisms. J Clin Microbiol 2001;39:3785-8.
 9. Swenson JM and Tenover FC. Results of disk diffusion testing with cefoxitin correlate with presence of *mecA* in *Staphylococcus* spp. J Clin Microbiol 2005;43:3818-23.
 10. Sakoulas G, Gold HS, Venkataraman L, DeGirolami PC, Eliopoulos GM, Qian Q. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: comparison of susceptibility testing methods and analysis of *mecA*-positive susceptible strains. J Clin Microbiol 2001;39:3946-51.
 11. Felten A, Grandry B, Lagrange PH, Casin I. Evaluation of three techniques for detection of low-level methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): a disk diffusion method with cefoxitin and moxalactam, the Vitek 2 system, and the MRSA-screen latex agglutination test. J Clin Microbiol 2002;40:2766-71.
 12. Yamazumi T, Marshall SA, Wilke WW, Diekema DJ, Pfaller MA, Jones RN. Comparison of the Vitek Gram-Positive Susceptibility 106 card and the MRSA-screen latex agglutination test for determining oxacillin resistance in clinical bloodstream isolates of *Staphylococcus aureus*. J Clin Microbiol 2001;39:53-6.
 13. Ribeiro J, Vieira FD, King T, D'Arezzo JB, Boyce JM. Misclassification of susceptible strains of *Staphylococcus aureus* as methicillin-resistant *S. aureus* by a rapid automated susceptibility testing system. J Clin Microbiol 1999;37:1619-20.
 14. Eigner U, Schmid A, Wild U, Bertsch D, Fahr AM. Analysis of the comparative workflow and performance characteristics of the VITEK 2 and Phoenix systems. J Clin Microbiol 2005;43:3829-34.
 15. Fahr AM, Eigner U, Armbrust M, Caganic A, Dettori G, Chezzi C, et al. Two-center collaborative evaluation of the performance of the BD Phoenix automated microbiology system for identification and antimicrobial susceptibility testing of *Enterococcus* spp. and *Staphylococcus* spp. J Clin Microbiol 2003;41:1135-42.
 16. Spanu T, Sanguinetti M, D'Inzeo T, Ciccaglione D, Romano L, Leone F, et al. Identification of methicillin-resistant isolates of *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci responsible for bloodstream infections with the Phoenix system. Diagn Microbiol Infect Dis 2004;48:221-7.
 17. Oliveira DC and de Lencastre H. Multiplex PCR strategy for rapid identification of structural types and variants of the *mec* element in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Antimicrob Agents Chemother 2002;46:2155-61.
 18. Donay JL, Mathieu D, Fernandes P, Pregermain C, Bruel P, Wargnier A, et al. Evaluation of the automated Phoenix system for potential routine use in the clinical microbiology laboratory. J Clin Microbiol 2004; 42:1542-6.

Evaluation of the Phoenix System for the Detection of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*

Kyung Ran Jun, Hong Seon Jeon, Heungsup Sung, and Mi-Na Kim

Department of Laboratory Medicine, University of Ulsan College of Medicine and Asan Medical Center,
Seoul, Korea

Background: We evaluated the BD Phoenix Automated Microbiology System (Phoenix) for its ability to detect methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and compared the results to those obtained by the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) agar dilution method, a *mecA* gene PCR method, and the MicroScan WalkAway 96 System (MicroScan).

Methods: One hundred seventy *S. aureus* strains (Group I) isolated from blood and urine cultures were collected from eight university hospitals and 58 strains (Group II) including 20 blood isolates among Group I and 38 isolates from skin lesions of atopic patients were collected from Asan Medical Center. All 208 isolates were tested with Phoenix using PMIC/ID-53 panels, and the tests were repeated when the results were indeterminate. The results by Phoenix were compared to the susceptibility results obtained by reference methods: the CLSI method for oxacillin MIC for Group I strains, and a PCR assay method for detection of the *mecA* gene and MicroScan tests for oxacillin susceptibility for Group II strains.

Results: One hundred strains (58.8%) in Group I were MRSA and 28 strains (48.3%) were *mecA* positive in Group II. Compared to the CLSI method, Phoenix showed the sensitivity and specificity of 100% and MIC agreement of 99.4% for Group I strains. The level of agreement between Phoenix and MicroScan for oxacillin MIC and their interpretation were 98.3% and 100%, respectively, for Group II strains. Both MicroScan and Phoenix failed to detect one *mecA*-positive strain: its MIC was shown as 2 µg/mL twice by MicroScan and 2 µg/mL twice and >2 µg/mL once by Phoenix. The frequency of the indeterminate results was 5.5% and the mean time to completion of the tests was 12.8 (10.2 - 16) hours in Phoenix.

Conclusion: Phoenix showed a high level of sensitivity and specificity for the detection of MRSA with an excellent correlation with MicroScan. Further evaluation is required for detection of heterogeneous MRSA. (*Korean J Clin Microbiol* 2006;9(1):58-63)

Keywords: *Staphylococcus aureus*, BD Phoenix, Microbial susceptibility tests, Methicillin resistance

Address reprint requests to : Mi-Na Kim, M.D., Department of Laboratory Medicine, University of Ulsan College of Medicine and Asan Medical Center, 388-1 Pungnap-dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea.
TEL. +82-2-3010-4511 FAX. +82-2-478-0884 E-mail: mnkim@amc.seoul.kr