

임상미생물검사 신빙도조사 결과보고(2005)

이남용(집필대표) · 김명숙 · 김봉철 · 김민중 · 김선주 · 김성일 · 김의중
김재석 · 용동은 · 이장호 · 이창규 · 장인호 · 장철훈 · 주세익

대한임상검사정도관리협회 임상미생물분과위원회

Annual Report on External Quality Assessment of Clinical Microbiology Laboratory in Korea (2005)

Nam Yong Lee, Myoung Sook Kim, Bong Chul Kim, Min Joong Kim, Sunjoo Kim, Sung Il Kim, Eui Chong Kim,
Jae-Seok Kim, Dongeun Yong, Jang Ho Lee, Chang Kyu Lee, In Ho Chang, Chul Hoon Chang, and Se Ik Joo

Clinical Microbiology Subcommittee,
The Korean Association of Quality Assurance for Clinical Laboratory,
Seoul, Korea

Two trials of external quality assessment for clinical microbiology laboratory were performed in 2005. A total of 12 specimens were distributed. Six specimens were distributed to 308 laboratories with 272 (88.3%) returns in Trial I and 276 (89.6%) returns in Trial II.

The acceptable percentages of Gram-stain were relatively good. The acceptable percentages of bacterial identification on *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Aeromonas hydrophila*, *Enterococcus casseliflavus*, *Brucella* species (Trial I) were 80.1%, 98.3%, 87.6%, 81.3%, 55.5%, 38.1%, respectively. The acceptable percentages of bacterial identification on *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Brahmella catarrhalis*, *Burkholderia cepacia*, *Campylobacter fetus*, *Rhodococcus equi* (Trial II) were 97.5%, 85.9%, 71.0%, 85.9%, 8.3%, 51.0%, respectively. The acceptable percentages for antimicrobial susceptibility tests on *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae* were relatively high, but those on *Klebsiella pneumoniae* for ESBL and *Enterococcus faecalis* for vancomycin-resistance were not high.

In conclusion, the acceptable percentages of bacterial stain and identification were relatively good except *C. fetus*. However, it is necessary that the quality assurance of the individual laboratories should be improved for antimicrobial susceptibility tests, and the selection of the most appropriate antimicrobial agents to test should be also considered.

Key Words : External quality assessment, Clinical microbiology

서 론

1976년 대한임상검사정도관리협회가 창립된 후 1977년에 임상미생물검사 외부 신빙도 조사가 처음으로 시행되었다. 그 당시 임상미생물검사 외부 신빙도 조사의 참여기관

교신저자 : 이남용

우) 135-710 서울시 강남구 일원동 50

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 진단검사의학과

전화 : 02)3410-2706, FAX : 02)3410-2719

E-mail : micro.lee@samsung.com

이 35개였던 것이, 2003년에 240여 기관이었으며, 2004년에는 293개 기관, 2005년에는 308기관으로 크게 늘었다. 그동안 임상미생물분과의 외부 신빙도 조사 사업은 주로 일반세균의 동정과 항균제감수성검사를 대상으로 실시되고 있었다. 2005년도 임상미생물검사의 신빙도 조사는 총 2회에 걸쳐서 실시하였으며 한 회 마다 여섯 검체를 우송하였고 모두 일반세균이었다. 그 중 두 균주는 그람염색과 항균제 감수성 검사를 같이 실시하였고, 나머지 네 균주는 균동정만 실시하였다.

2005년에도 전년도와 동일한 평가 양식을 사용하였다.

즉, 800점 만점의 종합평가 점수제를 도입하여 각 기관별 평가시 객관성을 부여하도록 하였다. 이는 각 기관에서 정도관리 결과를 받아보고 좀 더 적극적으로 자신들의 결과를 review하는 동기부여의 목적도 있었다. 또한 이메일 Q & A를 통하여 각 기관들의 정도관리 결과에 대한 의문점을 해결하도록 하였으며, 세균 동정에서는 평가는 시행하지 않는 education challenge(연습문제) 항목을 시행하였다. 2005년에도 세균 동정과 더불어 그람염색의 정도관리가 동시에 시행되었으며 그람염색의 정도관리에만 참여한 기관들이 있었다.

재료 및 방법

1. 관리물질

관리균주는 구입된 ATCC (American Type Culture Collection) 균주나 삼성서울병원 환자의 검체로부터 분리된 임상균주 등이었다. 관리균주는 혈액한천배지에 18시간 배양한 후 10% skim milk에 진한 현탁액으로 풀어서 -70°C에서 보관하였다.

각 기관에 발송한 관리물질은 배 등[1]의 방법에 의해서 제조하였다. 균을 혈액한천배지에서 증식한 다음 면봉으로 긁어 모아서 0.75%의 한천(low-melting temperature agarose)이 포함된 brain heart infusion soft agar(37°C)에 풀었다. 이 균액을 0.5 mL씩 작은 시험관에 분주하였다. 우송 시에 소요되는 시간을 감안하여 균의 생존력을 확인하기 위하여 실제의 관리물질을 제조하기 전에 시험균주를 미리 일주일간 실온에 보관한 후 혈액한천배지에 계대배양하여 균이 생존하는 지를 확인하였다.

2. 관리 균주

2005년도 1차와 2차 임상미생물검사 신빙도 조사는 각각 5월과 11월에 실시하였으며, 대상 세균은 Table 1과 같았다. 일반세균 검체는 혈액한천배지를 일차점종배지로 사용하도록 하였다. 1차와 2차 신빙도 조사에서 평가 예외 항목으로 보낸 동정이 비교적 까다로운 균종으로 1차에서는 *Brucella* spp.를 2차에서는 *Rhodococcus equi*를 같이 보냈다. 항생제 감수성검사는 1차에서 *Acinetobacter baumannii*와 *Staphylococcus aureus*에 대해서 2차 신빙도검사에서는 *Klebsiella pneumoniae*와 *Enterococcus faecalis*에 대해서 시행하였고 이 때 기대하였던 결과는 Table 2-5와 같다.

3. 검사종목 및 결과분석

검사종목은 각 균주의 그람염색상, 동정검사, 그리고 항생제감수성검사 이었다. 각 신빙도검사마다 그람염색결과는 두 개의 검체에 대해서 각 검체 당 50점, 동정검사결과는 다섯 개의 검체에 각 100점, 항생제감수성검사는 두개의

검체에 대해서 각 검체 당 100점을 기준으로 하여 총 800점을 만점으로 하였다. 항생제감수성검사 결과는 NCCLS (CLSI)의 판정기준[2,3]에 따른 해석을 기준으로 하였다. 한편 NCCLS에서 통상적으로 시험하고 보고해야 되는 Group A 항생제가 누락되거나, 반면에 검사대상이 되지 않으며 따라서 판정 기준도 없는 항균제 검사 결과를 보낸 경우, 판정은 맞으나 억제대나 MIC 범위가 벗어나는 경우는 감점을 하였다.

결 과

결과를 회신한 기관수는 1차에 272(88.3%)기관과 2차에 276(89.6%)기관이었다. 주로 군부대 기관들과 규모가 작은 기관들이 미생물신빙도 사업에 참여 신청은 하였지만 결과를 보내지 않아 회신율이 저조하였다.

1. 그람염색

그람염색에 대한 결과는 Table 6에 기록하였다.

2. 동정검사 결과

검체번호 M0501은 *Acinetobacter baumannii*로 총 241기관 중 193기관에서 species level까지 동정하여 80.1%의 정답률을 나타내었다. 검체번호 M0502는 *Staphylococcus aureus*로 4기관만 빼고 모두 species level까지 동정하여 98.3%의 우수응답률을 나타냈다. 검체번호 M0505는 *Enterococcus casseliflavus*로 species level까지 정확히 답한 기관은 전체 241 기관 중에서 55.5%에 불과하였다. 검체번호 M0406은 평가항목에는 포함되지 않았으며(결과를 보낸 기관은 105기관에 불과) *Brucella* spp.로 응답한 34기관과 *Brucella melitensis*로 응답한 6기관을 포함하여 모두 40기관에 불과하였다.

검체번호 M0508은 *Klebsiella pneumoniae*로 241기관 중 235기관에서 species level까지 97.5%의 우수응답률을 나타냈다. 검체번호 M0509는 *Enterococcus faecalis*로 241기관 중 207기관에서 species level까지 85.8%의 응답률을 나타냈다. 검체번호 M0512는 *Campylobacter fetus*로 정확히 답한 기관은 총 241기관 중 9기관에 불과하였으며, 반면에 *Helicobacter pylori*로 답한 기관은 31기관이었다. 검체번호 M0513은 평가항목에는 포함되지 않았으며 참여율은 102기관(42.3%)이었다. *Rhodococcus equi*로 정확히 응답한 기관은 27 기관이었으며, *Rhodococcus* spp.로 응답한 25기관까지 포함하면 전체 정답율은 51%이었다.

2. 항생제 감수성 검사

1차에 보낸 검체번호 M0501은 *Acinetobacter baumannii*로 Table 7과 Table 8에 결과가 요약되어있으며, 검

체번호 M0502는 *Staphylococcus aureus*로 Table 9와 Table 10에 결과가 요약되어있다. 2차로 보낸 검체번호 M0508은 *Klebsiella pneumoniae*로 Table 11과 Table 12에 결과가 요약되어 있으며, 검체번호 M0509는 *Enterococcus faecalis*로 Table 13과 Table 14에 결과가 요약되어있다.

고 찰

1차 신빙도사업의 균주인 M0501(*Acinetobacter baumannii*)은 동정과 감수성 검사에서 비교적 우수한 성적을 보였으나, 균명에 대하여는 약간의 혼동이 있었다. Tjernberg 및 Ursing 등에 의해 분류된 *Acinetobacter*의 genomic species 중 그룹 1, 2, 3, 13TU 은 그 phenotype의 유사성 때문에 Peter Gerner-Smidt 등은 *Acinetobacter calcoaceticus*-*A. baumannii* complex로 부를 것을 제안 하였다. 그 이후 혈청학적 및 분자유전학적 방법을 포함한 보다 상세한 동정 방법 들을 사용한 결과 이 그룹들이 몇 가지 다른 특징들이 있음이 밝혀져, 그룹 1은 *Acinetobacter calcoaceticus*, 그룹 2는 *Acinetobacter baumannii*로 명명되게 되었다. 이 *Acinetobacter calcoaceticus*-*A. baumannii* complex는 감별이 쉽지 않아 API 20NE 시스템에서도 DNA-DNA hybridization 방법과의 상관성이 그다지 좋지 않은 것으로 보고되었으며, 일부 automated identification system에서는 *A. calcoaceticus*-*A. baumannii* complex로 결과를 보고한다.

1차에 비평가 균주로서 우송하였던 M0506 (*Brucella species*) 균주는 최근 급속히 증가하는 Brucellosis 발생을 고려하였다. 2002년 8월 전염병 예방법에서 3군 전염병으로 관리된 이후 2002년 10월 첫 환자가 발생하였고 2003년 16명, 2004년 47명으로 크게 증가하는 추세이다. 2005년 4월까지 이미 37명의 환자가 발생하였으며 최근 소브루셀라병이 유행하고 있어서 이에 대한 주의가 필요하다. *Brucella spp.*는 호기성 G(-) coccobacilli이다. 집락은 pinpoint, convex, smooth, translucent, non-hemolytic, slightly yellow한 특징을 보이며, 천천히 자란다. 생화학적 검사에서 catalase(+), oxidase (+), rapid urease test(+), PDA test(-)가 특징적이다. MacConkey 배지에서 자라지 않으나, 혈액한천(BAP)이나 초코(CHC) 배지에서 모두 자라며 포도구균에 위성현상을 보이지 않는 특징이 있다. 최근 도입된 Vitek-II는 종수준에서 이 균종의 동정이 가능하게 되었다. Brucellosis는 혈액, 림프절, 조직, 관절액 배양에서 위의 특징과 같은 균이 동정될 경우 의심할 수 있다. *Brucella*는 분리기간이 3-4일로 다른 병원체에 비해 길고, 이상성 배지는 21일간 배양하고 자동화 액체배지는 최소 7일 최대 10일간 배양한다.

*Brucella*가 의심되는 경우 Biosafety Level 3균주에 해당되므로 모든 작업은 생물학적 안전장치 내에서 시행한다. 따라서 균주 취급시 biologic safety cabinet에서 작업이 이루어져야 하며, 장갑과 마스크를 항상 착용한다. 또한 작업시 aerosol의 발생을 최소화한다. 평상시도 검체에서 분리된 균주가 만일 염색소견 등으로 *Brucella*가 의심되면, 상기한 주의사항을 직원들이 알 수 있도록 검사실 지침 등에 추가한다. 한편 *Brucella* 응집소에 대한 혈청학적 검사가 신속한 검사법이므로 국립보건원으로 보내 항체 검사를 시행한다. 항균제 감수성 검사는 필요 없으며, tetracycline이 가장 효과적인 치료제이며 재발 방지를 위해 streptomycin등의 병합 요법이 필요하다. 배양 양성인 경우3군 법정 전염병이므로 7일 이내에 보건소에 신고한다.

2차에 우송하였던 *Klebsiella pneumoniae subsp. pneumoniae*(ATCC 700603)는 ESBL중에서 SHV-18을 생성하는 균주이다. NCCLS (CLSI)에 의하면 ESBL을 생성하는 균주로 확인되면 감수성 결과에 상관없이 penicillins, cephalosporins, aztreonam에 대하여 임상적으로 내성으로 보고한다(3세대 cephalosporin cefotaxime, ceftazidime과 4세대 cephalosporin cefepime 포함). 반면에 ESBL 생성 균주는 cephamycin (cefoxitin, cefotetan)이나 carbapenem (imipenem)에 대한 활성은 없는 것으로 알려져 있다. 그러나 cephamycins에 대한 치료 효과는 불분명하다. 이번에 보낸 균주도 ESBL 생성이 확인되었다면 위에 기술된 항균제에 대하여 내성으로 보고하여야 한다. Ambler Class A ESBL 중에서 TEM과 SHV가 가장 흔하며(TEM- 1, -2, SHV-1의 아미노산 1-5개 치환), 이 효소의 활성은 cefotaxime 보다 ceftazidime에 더 강하게 작용한다. 국내에서는 SHV-12, -2a, TEM-52, -116 등이 흔하게 보고되었다.

2차에 우송하였던 *Enterococcus faecalis* (ATCC 51299, vanB genotype)는 VRE 균주이다. NCCLS (CLSI)에 의하면 *Enterococcus spp.*에 대한 감수성 검사에서 cephalosporins, aminoglycosides(고농도 검사 제외), clindamycin, trimethoprim-sulfamethoxazole에 대하여는 in vitro 결과와 상관없이 임상적인 효과가 없으므로 감수성으로 보고하면 안된다(따라서 검사할 필요도 없다고 생각됨). 그럼에도 불구하고 많은 기관이 그밖에도 *Enterococcus spp.*에 적응이 되지 않는 항균제에 대하여 검사를 시행하였다. 이번에 보낸 균주는 표현형이 VanB인 VRE였다(vancomycin 내성, teicoplanin 감수성). 이 균주는 vancomycin에 낮은 내성을 보이므로 일부의 장비나 디스크법으로 검사 시 쉽지 않았으리라 생각된다. E-test를 시행하더라도 MIC 판정에 주의하여야 한다. 참고로 이 균주의 vancomycin에 대한 MIC 값은 16-32 ug/mL 이상이다[5].

Table 15는 1차 신빙도사업 기간에 결핵균 검사에 대한

기초 조사 자료이다. 전체적으로 256기관이 응답을 하였으나 미국의 CAP 등 외부정도관리에 참여하는 기관은 매우 적다. 따라서 대한정도관리협회의 미생물분과에서 결핵균도말과 배양검사의 외부정도관리 사업을 고려중이나 현실적인 어려움으로 당장 시행되기는 어려울 것 같다.

한편 임상미생물분과에서는 11월에 <바이러스배양검사>를 주제로 워크샵을 개최하였다. 진행은 Wet 워크샵으로 강의와 더불어 실습을 병행하였으며, 내용은 바이러스 배양을 위한 검체 처리 및 운송, 세포단층배양법(monolayer cell cultures), 검체접종 및 바이러스 분리 등에 관한 내용이었다. 참가 인원은 여러 가지 제약으로 소수 인원(30명)으로 한정하였다. 많은 회원들이 참가를 원하였기에 추가로 워크샵을 계획중이다.

2005년 시행된 신병도 사업의 전반적인 정도관리 점수 분포는 Fig. 1, 2를 참조하기 바란다. 결과 작성 시 첨부한 지침을 참조하여, 항균제는 성분명을 적어주고 약자를 사용하지 말며, 위에서부터 중요한 순으로 적어 달라고 하였으나 몇몇 기관에서 지침대로 하지 않았다. 검사 항균제의 숫자를 규정된 항균제 숫자 이상으로 기록하거나, 필요 없는 항균제가 검사되거나, 필수적인 항균제가 누락되는 경우로 인하여 감점되는 경우가 많아, 감수성검사를 실시하는 항생제의 종류를 균종에 따라 반드시 적절하게 선택하여야 할 것으로 사료된다.

미생물분과위원회

이남용(성균관대학교 삼성서울병원), 김명숙(연세대 세브란스병원), 김봉철(서울아산병원), 김민중(단국대병원), 김선주(경상대병원), 김성일(고대안암병원), 김의중(서울대병원), 김재석(강동성심병원), 용동은(연세대 세브란스병원), 이장호(삼성서울병원), 이창규(고대구로병원), 장인호(원주기독병원), 장철훈(부산대병원), 주세익(서울대병원)

참 고 문 헌

1. 배직현, 김대근, 김봉철, 김의중, 박정준, 서진태, 이경원, 이규만, 이도현, 조금장, 최태열, 홍석일. 임상미생물검사 신병도조사 결과보고(1997). 임상병리와 정도관리 1998;20 :17-29.
2. NCCLS. Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests-Sixth edition; Approved standard (M2-A7). 2000
3. NCCLS. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically-Fourth edition; Approved standard (M7-A5). 2000
4. NCCLS. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; twelfth informational supplement (M100-S12). 2002
5. Swenson JM, et al. Molecular characterization and multi-laboratory evaluation of *Enterococcus faecalis* ATCC 51299 for quality control of screening tests for vancomycin and high-level aminoglycoside resistance in enterococci. J Clin Microbiol 1995;33(11):3019-21.

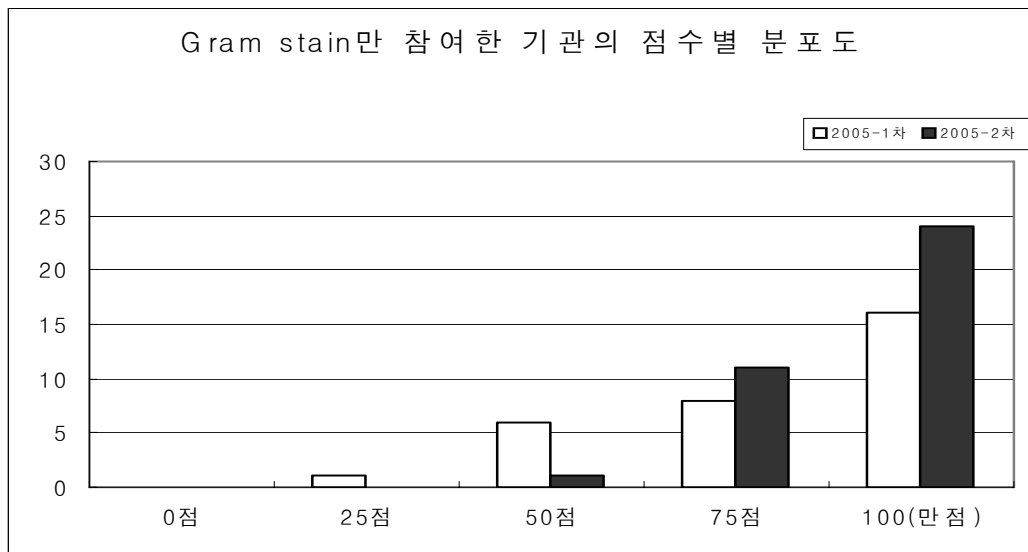


Fig. 1. Gram stain의 신병도 조사에만 참여한 기관의 점수 분포

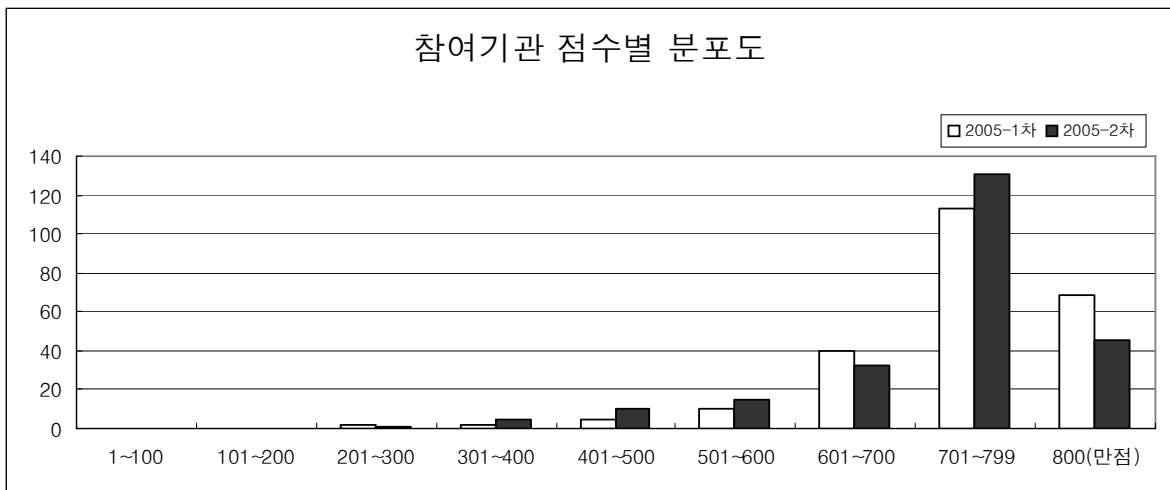


Fig. 2. 전체 신빙도 조사에 참여한 기관의 점수 분포

Table 1. Microorganisms for external quality assessment of clinical microbiology laboratory in 2005

Trial	No.	Microorganisms	Specimen
I	M0501	<i>Acinetobacter baumannii</i>	Sputum
	M0502	<i>Staphylococcus aureus</i>	Blood
	M0503	<i>Streptococcus pyogenes</i>	Urine
	M0504	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Urine
	M0505	<i>Enterococcus casseliflavus</i>	Stool
	M0506	<i>Brucella species</i>	Blood
II	M0508	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Blood
	M0509	<i>Enterococcus faecalis</i>	Urine
	M0510	<i>Brahmella catarrhalis</i>	Sputum
	M0511	<i>Burkholderia cepacia</i>	Wound
	M0512	<i>Campylobacter fetus</i>	Tissue
	M0513	<i>Rhodococcus equi</i>	Sputum

Table 2. Expected results of antimicrobial susceptibility test for *Acinetobacter baumannii* (M0501)

Selected antibiotics	Result
Ceftazidime	R
Imipenem or Meropenem	S
Amikacin	R
Cefotaxime	R
Ciprofloxacin	R
Ticarcillin	R
Piperacillin-tazobactam	R
Gentamicin	R
Trimethoprim-sulfamethoxazole	R
<i>Acinetobacter baumannii</i> (clinical isolate)	

Table 3. Expected results of antimicrobial susceptibility test for *Staphylococcus aureus* (M0502)

Selected antibiotics	Result
Penicillin	R,S
Oxacillin	S
Erythromycin	S
Clindamycin	S
Azithromycin	S
Chloramphenicol	S
Linezolid	S
Gentamicin	S
Teicoplanin	S
Vancomycin	S
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 25923)	

Table 4. Expected results for antimicrobial susceptibility test for *Klebsiella pneumoniae* (M0508)

Selected antibiotics	Result
Ampicillin	R
Cefazolin	R
Gentamicin	I
Amikacin	S
Cefoxitin	R
Cefotaxime	R
Cefepime	R
Ciprofloxacin	S
Imipenem	S
Trimethoprim-sulfamethoxazole	S

ESBL (extended-spectrum beta-lactams) positive
Klebsiella pneumoniae (ATCC 700603, beta-lactamase SHV-18)

Table 5. Expected results of antimicrobial susceptibility test for *Enterococcus faecalis* (M0509)

Selected antibiotics	Result
Penicillin	S
Ampicillin	S
Linezolid	S
Quinupristin/dalfopristin	R
Gentamicin (High level resistance)	R
Streptomycin(High level resistance)	R
Erythromycin	R
Tetracycline	S
Teicoplanin	R
Vancomycin	I,R

VRE, *Enterococcus faecalis* (ATCC 51299, vanB genotype)

Table 6. Results of Gram stain and bacterial morphology

Specimen No.	Bacteria	Gram stain	Morphology
M0501	<i>Acinetobacter baumannii</i>	Negative (96.3 %, 262/272)	Coccobacilli (61.4%, 167/272) Bacilli (19.5%, 53/272) Cocci (7.4%, 20/272)
M0502	<i>Staphylococcus aureus</i>	Positive (98.9%, 269/272)	Cocci (98.2%, 267/272)
M0508	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Negative (99.6 %, 275/276)	Bacilli (93.8%, 259/276)
M0509	<i>Enterococcus faecalis</i>	Positive (98.5%, 272/276)	Cocci (95.3%, 263/276)

Table 7. Results of antimicrobial susceptibility test for M0501 (*Acinetobacter baumannii*) with disk method

항균제	참여기관	R	I	S	Good (%)	Criteria
Amikacin	123	113	3	7	91.9	R
Ampicillin/sulbactam	21	1	1	19	U	U
Aztreonam	56	54	2	0	96.4	R
Carbenicillin	8	8	0	0	100.0	R
Ceftazidime	93	85	3	5	91.4	R
Cefepime	35	33	1	1	U	U
Cefotaxime	71	69	1	1	97.2	R
Ceftizoxime	2	2	0	0	100.0	R
Ceftriaxone	44	42	1	1	95.5	R
Cefuroxime	7	7	0	0	100.0	R
Ciprofloxacin	123	120	1	2	97.6	R
Gentamicin	117	116	1	0	99.1	R
Imipenem	103	1	0	102	99.0	S
Levofloxacin	4	4	0	0	100.0	R
Meropenem	29	0	2	27	93.1	S
Nertilmicin	7	5	0	2	71.4	R
Piperacillin/tazobactam	17	17	0	0	100.0	R
Piperacillin	70	66	0	4	94.3	R
Sulphamethoxazole	5	5	0	0	100.0	R
Tetracycline	15	8	3	4	U	U
Ticarcillin/clavulanate	6	4	0	2	U	U
Ticarcillin	6	6	0	0	100.0	R
TMP/SMZ(SXT)	37	37	0	0	100.0	R
Tobramycine	73	60	9	4	82.2	R

(U) Ungraded (S) Susceptible (I) Intermediate (R) Resistant

Table 8. Results of antimicrobial susceptibility test for M0501 (*Acinetobacter baumannii*) with MIC method

항균제	참여기관	R	I	S	Good (%)	Criteria
Amikacin	90	90	0	0	100	R
Ampicillin/sulbactam	24	21	3	0	U	U
Ampicillin	23	23	0	0	100	R
Azotreonam	78	78	0	0	100	R
Cefotaxime	20	20	0	0	U	U
Ceftazidime	63	49	14	0	78	R
Ceftriaxone	40	39	1	0	98	R
Ciprofloxacin	88	87	0	1	99	R
Gentamicin	83	83	0	0	100	R
Imipenem	93	1	0	92	99	S
Levofloxacin	5	5	0	0	100	R
Meropenem	15	0	0	15	100	S
Netilmicin	2	2	0	0	100	R
Pipera/Tazobactam	34	11	18	5	32	R
Piperacillin	59	57	1	1	97	R
Ticarcillin/clavulanate	28	0	6	22	U	U
Ticacillin	10	10	0	0	100	R
TMP/SMZ	43	39	0	4	91	R
Tobramycine	63	49	12	2	78	R
Tetracycline	1	1	0	0	U	U

Table 9. Results of antimicrobial susceptibility test for M0502 (*Staphylococcus aureus*) with disk method

항균제	참여기관	R	I	S	Good (%)	Criteria
Amikacin	20	1	2	17	85	S
Amoxicillin/clavulanate	6	0	0	6	100	S
Amoxicillin	4	1	0	3	75	S
Ampicillin/sulbactam	12	0	0	12	100	S
Ampicillin	25	2	1	22	88	S
Cefamandole	4	0	0	4	100	S
Cefazolin	7	0	0	7	100	S
Cefepime	5	0	0	5	100	S
Cefmetazole	5	0	0	5	100	S
Cefoperazone	3	0	0	3	100	S
Cefotaxime	34	1	3	30	88	S
Cefotetan	2	0	1	1	50	S
Ceftazidime	6	0	1	5	83	S
Ceftriaxone	23	1	1	21	91	S
Cefuroxime	3	0	0	3	100	S
Cephalothin	34	0	0	34	100	S
Chloramphenicol	29	0	0	29	100	S
Ciprofloxacin	105	1	4	100	95	S
Clindamycin	97	0	6	91	94	S
Doxycycline	2	0	0	2	100	S
Erythromycin	95	0	4	91	100	I,S
Gentamicin	84	1	0	83	99	S
Kanamycin	4	0	1	3	75	S
Levofloxacin	5	0	0	5	100	S
Linezolid	3	0	0	3	100	S
Meropenem	10	0	0	10	100	S
Methicillin	1	0	0	1	100	S
Netilmicin	4	0	0	4	100	S
Nitrofurantoin	2	0	0	2	100	S
Ofloxacin	7	1	0	6	86	S
Oxacillin	121	5	0	116	96	S
Penicillin	96	2	2	92	100	R,S
Quinupristin/poltopristin	2	0	0	2	100	S
Teicoplanin	51	1	1	49	96	S
Tetracycline	53	1	0	52	98	S
Ticarcillin/clavulanate	1	0	0	1	100	S
TMP/SMZ	58	1	1	56	97	S
Tobamycin	9	0	1	8	89	S
Vancomycin	135	3	1	131	97	S
Ceftizoxime	1	0	0	1	100	S
Sulbactam	2	0	0	2	100	S

Table 10. Results of antimicrobial susceptibility test for M0502 (*Staphylococcus aureus*) with MIC method

항균제	참여기관	R	I	S	Good (%)	Criteria
Amikacin	1	0	1	0	0.0	S
Amoxicillin/clavulanate	1	0	0	1	100.0	S
Ampicillin	6	0	0	6	100.0	S
Cefepime	2	0	0	2	100.0	S
Cefotaxime	3	0	1	2	66.7	S
Cefuroxime	1	0	0	1	100.0	S
Cephalothin	24	0	0	24	100.0	S
Chloramphenicol	16	0	0	16	100.0	S
Ciprofloxacin	82	0	0	82	100.0	S
Clindamycin	91	0	0	91	100.0	S
Erythromycin	91	0	0	91	100.0	I,S
Gentamicin	77	0	0	77	100.0	S
Levofloxacin	3	0	0	3	100.0	S
Linezolid	37	0	0	37	100.0	S
Meropenem	1	0	0	1	100.0	S
Moxifloxacin	1	0	0	1	100.0	S
Nitrofurantoin	10	0	0	10	100.0	S
Nofloxacin	2	0	0	2	100.0	S
Ofloxacin	5	0	0	5	100.0	S
Oxacillin	95	1	0	94	98.9	S
Penicillin	85	0	0	85	100.0	R,S
Quinupristin/Dalfopristin	14	0	0	14	100.0	S
Rifampin	39	0	0	39	100.0	S
Teicoplanin	48	0	0	48	100.0	S
Tetracycline	59	0	0	59	100.0	S
TMP/SMZ	67	0	0	67	100.0	S
Vancomycin	92	0	0	92	100.0	S
Cefazolin	4	0	0	4	100.0	S
Ticarcillin/clavulanate	1	0	0	1	100.0	S

Table 11. Results of antimicrobial susceptibility test for M0508 (*Klebsiella pneumoniae*) with disk method

항균제	참여기관	R	I	S	Good(%)	Criteria
Ampicillin	85	77	3	5	90.6	R
Piperacillin	31	31	0	0	100	R
Ticarcillin	12	5	4	3	-	-
Amoxicillin	12	4	3	5	-	-
Amoxicillin/clavulanic acid	16	3	3	10	62.5	S
Ampicillin/Sulbactam	28	11	11	6	-	-
Piperacillin/Tazobactam	21	11	4	6	52.4	S
Cefazolin	18	18	0	0	100	R
Cephalothin	75	74	0	1	98.7	R
Cefamandole	17	16	0	1	94.1	R
Cefepime	27	11	0	16	40.7	R
Cefoperazone	18	3	4	16	16.7	R
Cefotetan	13	0	0	13	100	R/S
Cefoxitin	26	21	4	1	80.8	R
Cefotaxime	90	30	37	23	33.3	R
Ceftazidime	53	39	12	2	73.6	R
Ceftriaxone	51	8	27	16	15.7	R
Cefuroxime	19	16	3	0	84.2	R
Imipenem	71	1	0	70	98.6	S
Meropenem	16	0	0	16	100	S
Azotreonam	44	40	4	0	90.9	R
Gentamicin	108	13	41	54	38.0	I
Amikacin	103	7	2	94	91.3	S
Netilmicin	9	0	1	8	-	-
Tobramycin	27	12	10	5	44.4	S
Tetracycline	16	15	0	1	93.8	R
Ciprofloxacin	95	2	26	67	70.5	S
Levofloxacin	9	0	0	9	-	-
Ofloxacin	6	0	1	5	-	-
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	43	19	15	9	20.9	S
Chloramphenicol	22	3	7	12	54.5	R

Table 12. Results of antimicrobial susceptibility test for M0508 (*Klebsiella pneumoniae*) with MIC method

항균제	참여기관	R	I	S	Good(%)	Criteria
Ampicillin	93	91	1	1	94.9	R
Piperacillin	18	16	0	2	88.9	R
Amoxicillin/clavulanic acid	24	1	1	22	91.7	S
Ampicillin/Sulbactam	34	16	7	11	-	-
Piperacillin/Tazobactam	40	10	13	17	42.5	S
Cefazolin	75	73	1	1	97.3	R
Cefepime	71	45	0	26	63.3	S R
Cefoxitin	26	22	2	2	84.6	R
Cefotaxime	35	30	2	3	85.7	S R
Ceftazidime	56	52	2	2	92.9	R
Ceftriaxone	47	26	17	4	55.3	I R
Cefuroxime	9	7	2	0	77.8	R
Imipenem	100	0	0	100	100	S
Azotreonam	40	38	1	1	95.0	R
Gentamicin	91	25	36	30	40.0	I
Amikacin	104	0	0	104	100	S
Netilmicin	8	0	0	8	-	-
Tobramycin	27	1	17	9	33.3	S
Ciprofloxacin	99	0	5	94	95.0	S
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	51	21	2	28	54.9	S

Table 13. Results of antimicrobial susceptibility test for M0509 (*Enterococcus faecalis*) with disk method

항균제	참여기관	R	I	S	Good(%)	Criteria
Ampicillin	95	6	2	87	91.6	S
Amoxicillin	6	0	0	6	-	-
Penicillin	55	13	3	39	70.9	S
Vancomycin	110	18	28	64	41.8	R(I)
Teicoplanin	61	2	5	54	88.5	S
Erythromycin	71	70	0	1	98.6	R
Tetracycline	55	2	0	53	96.4	S
Ciprofloxacin	104	5	13	86	82.7	S
Levofloxacin	9	0	0	9	100	S
Nitrofurantoin	6	1	0	5	83.3	S
Chloramphenicol	26	24	1	1	-	-
Quinupristin/Dalfopristin	12	5	0	7	41.7	R
Linezolid	7	0	0	7	100	S
Imipenem	16	1	0	15	93.8	S
Meropenem	9	2	3	4	44.4	S
Gentamicin High-level	54	50	1	3	92.6	R
Streptomycin High-level	14	12	1	1	85.7	R

Table 14. Results of antimicrobial susceptibility test for M0509 (*Enterococcus faecalis*) with MIC method

항균제	참여기관	R	I	S	Good(%)	Criteria
Ampicillin	85	1	0	84	98.9	S
Penicillin	70	2	0	68	97.1	S
Vancomycin	95	69	21	5	94.7	R(I)
Teicoplanin	80	0	0	80	100	S
Erythromycin	34	34	0	0	100	R
Tetracycline	80	0	0	80	100	S
Ciprofloxacin	102	0	2	100	98.0	S
Levofloxacin	19	0	0	19	100	S
Norfloxacin	11	0	0	11	100	S
Nitrofurantoin	22	0	0	22	100	S
Rifampin	24	0	2	22	-	-
Chloramphenicol	60	59	0	1	-	-
Quinupristin/Dalfopristin	78	67	0	11	85.9	R
Linezolid	55	0	0	55	100	S
Imipenem	31	2	0	29	93.5	S
Gentamicin High-level	45	37	0	8	82.2	R
Streptomycin High-level	32	31	0	1	96.9	R

Table 15. Survey on mycobacterium tests

	기관수	%
결핵검사를 시행하는가?	아니오	239
	예	17
	도말검사	239
	배양검사	134
	감수성검사	8
	직접검체검사	63
전담 병리사 수는?	<0.9	20
	1	137
	1.5	16
	2	25
	>2.5	5
외부 정도판리는?	아니오	212
	예	17
	미국 CAP	9
	유전분자	4
	기타	4
앞으로 미생물분과에 추가되면 참여는?	염색	221
	배양검사	104
	감수성검사	12