

임상미생물검사 신빙도조사 결과보고(2004)

이남용(집필대표) · 김명숙 · 김봉철 · 김민중 · 김선주 · 김성일 · 김의종

김재석 · 용동은 · 이장호 · 이창규 · 장인호 · 장철훈 · 주세익

대한임상검사정도관리협회 임상미생물분과위원회

Annual Report on External Quality Assessment of Clinical Microbiology Laboratory in Korea (2004)

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 Pathology,
Seoul, Korea

Two trials of external quality assessment for clinical microbiology laboratory were performed in 2004. A total of 12 specimens were distributed. Six specimens were distributed to 293 laboratories with 277 returns in Trial I and six specimens to 293 laboratories with 274 returns in Trial II.

The acceptable percentages of Gram-stain on *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Enterococcus faecalis* were 96.0%, 98.5%, 97.4% and 98.2%, respectively. The acceptable percentages of bacterial identification on *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Shigella flexneri*, *Gemella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* (Trial II), *Streptococcus agalactiae*, *Listeria monocytogenes*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, and *Eikenella corrodens* were 97.5% (including 33.7% of no growth), 99.6%, 93.2%, 82.3%, 95.4%, 50.7%, 98.4%, 92.3%, 87.0%, 78.9%, 92.5% (including 53.4% of no growth), respectively. The acceptable percentages for antimicrobial susceptibility tests on *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* were relatively high, but those on *Streptococcus pneumoniae* and *Enterococcus faecalis* were not high.

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

Key Words : External quality assessment, Clinical microbiology

서 론

외부 신빙도 조사(external quality assurance)는 내

부 정도관리(internal quality control)를 향상시키기 위하여 필수적인 정도관리 방법이다. 1976년 대한임상검사정도관리협회가 창립된 후 1977년에 임상미생물검사 외부 신빙도 조사가 처음으로 시행되었다. 그 당시 임상미생물검사 외부 신빙도 조사의 참여기관이 35개였던 것이, 2003년에 240여 기관이었으며, 2004년에는 293개 기관으로 크게 늘어났다. 이는 최근에 그람염색에 대하여 정도관리를 시작하였고, 그람염색만 시행하기를 원하는 기관이 임상미생물

교신저자 : 이남용

우) 135-710 서울시 강남구 일원동 50

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원

전화 : 02)3410-2706, FAX : 02)3410-2719

E-mail : micro.lee@sansung.com

분과의 참여기관으로 추가되었기 때문이다. 임상미생물분과의 외부 신빙도 조사 사업은 주로 일반세균의 동정과 항균제감수성검사를 대상으로 실시되고 있었다. 2004년도 임상미생물검사의 신빙도 조사는 총 2 회에 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.

2004년에 주관기관이 삼성서울병원으로 결정되면서 몇 가지 양식이 변경되었다. 첫째로 800점 만점의 종합평가점수제를 도입하여 각 기관별 평가시 객관성을 부여하도록 하였다. 이는 각 기관에서 정도관리 결과를 받아보고 좀 더 적극적으로 자신들의 결과를 review하는 동기부여의 목적도 있었다. 둘째로 이메일 Q & A를 통하여 각 기관들의 정도관리 결과에 대한 의문점을 해결하도록 하였다. 셋째로 세균 동정에서는 평가는 시행하지 않는 education challenge(연습문제) 항목이 추가되었다. 넷째로 세균 동정과 더불어 그람염색의 정도관리가 동시에 시행되었다.

재료 및 방법

1. 관리물질

관리균주는 구입된 ATCC (American Type Culture Collection) 균주, CAP (College of American Pathologists) 또는 WHO의 정도관리균주, 삼성서울병원 환자의 검체로부터 분리된 임상균주 등이었다. 관리균주는 혈액천배지에 18시간 배양한 후 10% skim milk에 진한 현탁액으로 풀어서 -60℃에서 보관하였다.

각 기관에 발송한 관리물질은 배 등의 방법[1]에 의해서 제조하였다. 균을 혈액천배지에서 증식한 다음 면봉으로 긁어 모아서 0.75%의 한천(low-melting temperature agarose)이 포함된 brain heart infusion soft agar(37℃)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 혈액천배지에 계대배양하여 균이 생존하는 지를 확인하였다.

2. 관리 균주

2004년도 1차와 2차 임상미생물검사 신빙도 조사는 각각 6월과 11월에 실시하였으며, 대상 세균은 Table 1과 같았다. 일반세균 검체는 혈액천배지를 일차접종배지로 사용하도록 하였다. 1차와 2차 신빙도 조사에서 발송하였던 균주는 주로 ATCC균주이거나 CAP에서 받은 균을 선택하였으며, 임상검체에서 분리된 균으로는 정도관리검사결과와 평가 예외 항목으로 보낸 동정이 비교적 까다로운 균종으로 1차에서는 *Gemella spp.*를 2차에서는 *Eikenella corrodens*를 같이 보냈다. 항생제 감수성검사는 1차에서 *St-*

*reptococcus pneumoniae*와 *Escherichia coli*에 대해서 2차 신빙도검사에서는 *Pseudomonas aeruginosa*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 NCCLS의 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

관리균주를 발송한 기관수는 1차에 293기관, 2차에 293기관, 회신한 기관수는 1차에 277(94.5%) 기관과 2차에 274(93.5%) 기관이었다.

1. 그람염색

그람염색에 대한 결과는 Table 6에 기록하였다.

2. 동정검사 결과

검체번호 M0401은 *Streptococcus pneumoniae*로 총 276기관 중 176기관에서 species level까지 동정하여 63.8%의 정답률을 나타냈다. 그러나 93기관에서 계대배양이 되지 않았으며, 이는 *S. pneumoniae*가 까다로운 균주로 준비와 우송 과정에서 균의 생장력(viability)이 감소되었기 때문이라 생각되었다. 이들 기관에 모두 재검체를 보낼 시간이 되지 않아 정답으로 처리하였으며 따라서 최종 정답률은 97.5%가 되었다. 검체번호 M0402는 *Escherichia coli*로 *shigella spp.*로 동정한 한 기관만 빼고 모두 species level까지 동정하여 99.6%의 우수응답률을 나타냈다. 검체번호 M0403은 *Enterococcus faecalis*로 236기관 중 204기관에서 species level까지, 16기관에서 *Enterococcus spp.*로 동정하여 각 86.4%와 6.8%의 우수응답률을 나타냈다. 검체번호 M0404는 *Staphylococcus saprophyticus*로 237기관 중 164기관에서 species level까지, 31기관에서 coagulase-negative staphylococcus로 각 69.2%와 13.1%의 응답률을 나타냈다. 검체번호 M0405는 *Shigella flexneri*로 236기관 중 180기관에서

species level까지, 44기관에서 *shigella spp.*로 각 76.3%와 19.1%의 우수응답률을 나타냈다. 검체번호 M0406은 평가항목에는 포함되지 않았으며 *Gemella morbillorum*으로 응답한 59기관 중 11기관에서 species level까지, 4기관에서 *Gemella spp.*로 각 18.6%와 6.8%의 저조한 응답률을 나타냈다.

검체번호 M0407은 *pseudomonas aeruginosa*로 274기관 중 263기관에서 species level까지, 1기관에서 *pseudomonas spp.*로 각 98.0%와 0.4%의 우수응답률을 나타냈다. 검체번호 M0408은 *Enterococcus faecalis*로 246기관 중 211기관에서 species level까지 85.8%의 응답률을 나타냈다. 검체번호 M0409는 *Streptococcus agalactiae*로 246기관 중 198기관에서 species level까지, 16기관에서 Group B beta-hemolytic streptococci로 각 80.5%와 6.5%의 우수응답률을 나타냈다. 검체번호 M0410은 *Listeria monocytogens*로 총 246기관 중 153기관에서 species level까지 41기관에서 *Listeria spp.*로 각 62.2%와 12.7%의 응답률을 나타냈다. 검체번호 M0411은 *Erysipelothrix rhusiopathiae*로 총 246기관 중 155기관에서 species level까지 11기관에서 *Erysipelothrix spp.*로 각 63.0%와 4.5%의 응답률을 나타냈다. 검체번호 M0412은 평가항목에는 포함되지 않았으며 *Eikenella corrodens*로 응답한 62기관 중 52기관에서 species level까지 83.9%의 응답률을 나타냈다.

2. 항생제 감수성 검사

검체번호 M0401은 *Streptococcus pneumoniae*로 Table 7와 Table 8에 결과가 요약되어있다. M0401 검체는 디스크법상 penicillin-nonsusceptible (oxacillin disk 1 ug; 억제대 ≤ 19 mm)이며, 회석법으로는 penicillin-intermediate pneumococci (penicillin MIC: 0.12-1 ug/ml)이다. Pneumococcus에 대한 항균제 감수성 검사시 penicillin은 NCCLS Group A에 속하는 항균제로서 반드시 검사하고 보고 되어야 한다. 디스크법으로 검사시 penicillin에 대한 감수성 검사는 penicillin 대신에 oxacillin 1 ug 디스크를 사용해야 하고, Oxacillin의 억제대가 ≤ 19 mm이면 penicillin-nonsusceptible로 보고하며, ≥ 20 mm이면 penicillin-susceptible로 보고한다. 디스크법에서 penicillin-nonsusceptible이면, 추가적으로 penicillin과 cefotaxime(또는 ceftriaxone)에 대한 MIC를 검사하여야 된다. NCCLS를 참고하여 작성한 Table 9을 참고하기 바란다.

검체번호 M0402은 *Escherichia coli*로 Table 10과 Table 11에 결과가 요약되어있다. 디스크확산법의 결과를 보면 *E.coli*의 Group A항생제인 ampicillin, cefazolin 그리고 gentamicin에 대해서 각각 90.2%, 100%, 그리

고 96.4%의 우수응답률을 나타내었으며, 회석법의 경우는 100%, 100%, 그리고 98.8%로 좀더 우수한 응답률을 나타내었다.

검체번호 M0407은 *pseudomonas aeruginosa*로 Table 12과 Table 13에 결과가 요약되어있다. 디스크확산법의 결과를 보면 *P.aeruginosa*의 Group A항생제인 ceftazidime, gentamicin, ticarcillin 그리고 piperacillin에 대해서 각각 96.7%, 100%, 100%, 그리고 100%의 우수응답률을 나타내었으며, 회석법의 경우도 98.7%, 100%, 100% 그리고 98.6%로 우수한 응답률을 나타내었다.

검체번호 M0408은 *Enterococcus faecalis*로 Table 14과 Table 15에 결과가 요약되어있다. Ampicillin에 대해서 디스크확산법에서는 세 기관이, 회석법의 경우 한 기관이 non-susceptible로 보고하였으며, vancomycin은 각각 21기관과 1기관이 non-susceptible로 잘못 보고하였다. Enterococcus 속은cephalosporins, aminoglycosides (high level resistance screening은 제외), clindamycin, 그리고 trimethoprim-sulfamethoxazole에 대해서 in vitro상으로는 감수성으로 나타날 수 있으나 임상적으로는 효과가 없어 결과 보고서 감수성으로 보고하면 안 된다. Penicillin 감수성 결과는 beta-lactamase를 생성하지 않는 enterococci에 대해서 ampicillin, amoxicillin, ampicillin-sulbactam, amoxicillin-clavulanic acid, piperacillin 그리고 piperacillin-tazobactam에 대한 감수성결과를 예측하는데 사용되어 질 수 있다. Beta-lactamase를 생성하는 enterococci에 있어 penicillin이나 ampicillin 저항성 여부를 정하는 데에는 일반적인 디스크법 또는 MIC법을 사용한 결과는 믿을 수 없는 경우가 있으므로, 혈액이나 뇌척수액에서 분리된 균에 대해서는 direct, nitrocefin-based beta-lactamase test를 시행하는 것이 추천되고 있다. 이 Beta-lactamase test에서 양성으로 나오는 경우는 amino-, carboxy-, 그리고 ureidopenicillins에 저항성임을 예측할 수 있다. Ampicillin, penicillin 또는 vancomycin를 aminoglycoside와 병용시 synergy 효과여부는 high-level aminoglycoside (gentamicin 그리고 streptomycin) screening test를 시행하여 알 수 있다.

전반적인 정도관리 점수분포는 Fig 1.을 참조하기 바라며, 결과작성시 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

참 고 문 헌

함께 수고한 임상미생물분과위원의 소속은 다음과 같다.

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

1. 배직현, 김대근, 김봉철, 김의종, 박정준, 서진대, 이경원, 이규만, 이도현, 조금장, 최태열, 홍석일. 임상미생물검사 신빙도조사 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

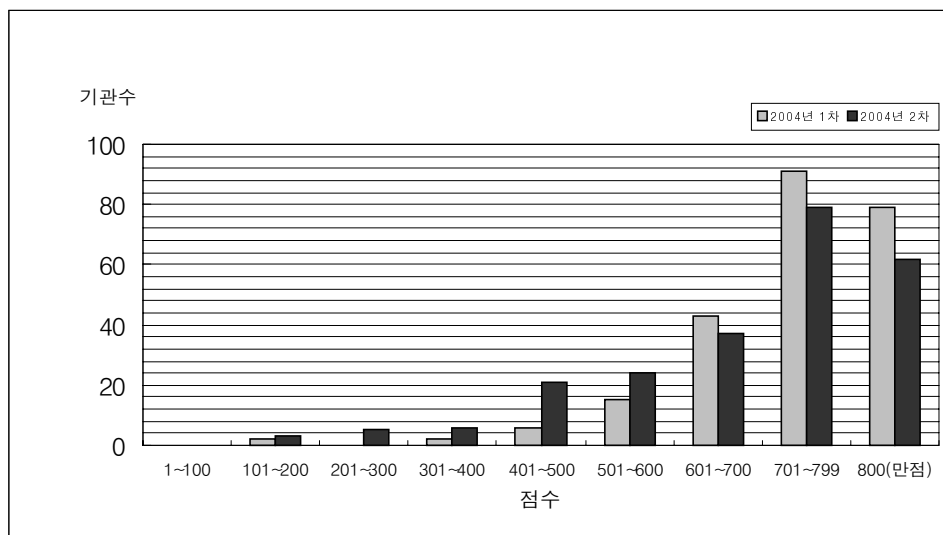


Fig. 1. Gram stain, 동정 및 항생제 감수성 검사 대상기관 점수분포

Table 1. Microorganisms for external quality assessment of clinical microbiology laboratory in 2004

Trial	Specimen number	Sources	Microorganisms
I	M0401	Sputum	<i>Streptococcus pneumoniae</i>
	M0402	Blood	<i>Escherichia coli</i>
	M0403	Urine	<i>Enterococcus faecalis</i>
	M0404	Urine	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>
	M0405	Feces	<i>Shigella flexneri</i>
	M0406	Blood	<i>Gemella spp.</i>
II	M0407	Sputum	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	M0408	Urine	<i>Enterococcus faecalis</i>
	M0409	Blood	<i>Streptococcus agalactiae</i>
	M0410	Blood	<i>Listeria monocytogenes</i>
	M0411	Blood	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>
	M0412	Blood	<i>Eikenella corrodens</i>

Table 2. Expected results of antimicrobial susceptibility test for *Streptococcus pneumoniae* (M0401)

Methods	Selected antibiotics	Inhibitory diameter (mm) / MIC (ug/ml)	Results
Disk method	Penicillin (Oxacillin disk)	≤12	NS (I, R)
	Erythromycin	25-30	S
	Trimethoprim/sulfamethoxazole	20-28	S, I
	Clindamycin	19-25	S
	Levofloxacin	20-25	S
	Ofloxacin	16-21	S, I
	Tetracycline	27-31	S
	Vancomycin	20-27	S
MIC method	Penicillin	0.25-1	I
	Erythromycin	0.03-0.12	S
	Trimethoprim/sulfamethoxazole	0.12-1	S, I
	Cefepime	0.03-0.25	S
	Cefotaxime	0.03-0.12	S
	Imipenem	0.03-0.12	S
	Meropenem	0.06-0.25	S
	Vancomycin	0.12-0.5	S

Table 3. Expected results of antimicrobial susceptibility test for *Escherichia coli* (M0402)

Methods	Selected antibiotics	Inhibitory diameter (mm) / MIC (ug/ml)	Result
Disk method	Ampicillin	16-22	S
	Gentamicin	19-26	S
	Cefazolin	21-27	S
	Cefuroxime	20-26	S
	Cefotaxime	29-35	S
	Amikacin	19-26	S
	Amoxicillin/clavulanate	18-24	S
	Imipenem	26-32	S
MIC method	Ampicillin	2-8	S
	Gentamicin	4-16	S
	Cefazolin	1-4	S
	Cefuroxime	2-8	S
	Cefotaxime	0.03-0.12	S
	Amikacin	0.5-4	S
	Amoxicillin/clavulanate	2/1-8/4	S
	Imipenem	0.06-0.25	S

Table 4. Expected results for antimicrobial susceptibility test for *Pseudomonas aeruginosa* (M0407)

Methods	Selected antibiotics	Inhibitory diameter (mm) / MIC (ug/ml)	Result
Disk method	Ceftazidime	22-29 (mm)	S
	Gentamicin	16-21	S
	Piperacillin	25-33	S
	Amikacin	18-26	S
	Aztreonam	23-29	S
	Cefepime	24-30	S
	Ciprofloxacin	25-33	S
	Levofloxacin	19-26	S
	Tobramycin	19-25	S
	Ceftriaxone	17-23	S, I
MIC method	Ceftazidime	1-4 (ug/ml)	S
	Gentamicin	0.5-2	S
	Piperacillin	1-8	S
	Amikacin	1-4	S
	Aztreonam	2-8	S
	Cefepime	1-8	S
	Ciprofloxacin	0.25-1	S
	Levofloxacin	0.5-4	S, I
	Tobramycin	0.25-1	S
	Ceftriaxone	8-64	I

Table 5. Expected results of antimicrobial susceptibility test for *Enterococcus faecalis* (M0408)

Methods	Selected antibiotics	MIC (ug/ml)	Results
MIC method	Ampicillin	0.5-2 (ug/ml)	S
	Linezolid	1-4	S, I
	Vancomycin	1-4	S
	Quinupristin-dalfopristin	2-8	I, R
	Gentamicin (High level)	-	S
	Streptomycin (High level)	-	S
	Erythromycin	1-4	I
	Levofloxacin	0.25-2	S

Table 6. Results of Gram stain and bacterial morphology

Specimen No.	Bacteria	Gram stain	Morphology
M0401	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Positive (96 %, 217/226)	Cocci (56.2%, 127/226), Diplococci (41.2%, 93/226)
M0402	<i>Escherichia coli</i>	Negative (98.5%, 270/274)	Bacilli (98.5%, 269/274), Coccobacilli (0.4%, 1/274)
M0407	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Negative (97.4%, 267/274)	Bacilli (96%, 263/274)
M0408	<i>Enterococcus faecalis</i>	Positive (98.2%, 269/274)	Cocci (94.5%, 259/274)

Table 7. Results of antimicrobial susceptibility test for pneumococcus with disk method

항균제	참여기관	S	I	R	Good (%)	Criteria
Penicillin (Oxacillin disk)	80	4	7	69	93.8	NS(I-R)
Erythromycin	108	107		1	99.1	S
Trimethoprim/sulfamethoxazole	56	38	10	8	85.7	S-I
Clindamycin	60	59		1	98.3	S
Levofloxacin	12	12			100	S
Moxifloxacin	2	2			100	S
Ofloxacin	12	10	2		100	S-I
Tetracycline	62	59	3		95.2	S
Vancomycin	126	125		1	99.2	S
Chloramphenicol	45	43	1	1	95.6	S
Ertapenem	1	1			100	S
Linezolid	1	1			100	S
Rifampin	3	3			100	S

Table 8. Results of antimicrobial susceptibility test for pneumococcus with MIC method

항균제	참여기관	S	I	R	Good (%)	Criteria
Penicillin	28	6	18	4	64.3	I
Erythromycin	26	26			100	S
Trimethoprim/sulfamethoxazole	19	18		1	94.7	S-I
Cefotaxime	23	23			100	S
Ceftriaxone	12	12			100	S
Clindamycin	7	7			100	S
Levofloxacin	3	3			100	S-I
Sparfloxacin	1	1			100	S
Ofloxacin	13	12		1	92.3	S-I
Tetracycline	17	15	2		88.2	S
Vancomycin	23	23			100	S
Amoxicillin	11	10	1		90.9	S
Amoxicillin/clavulanate	1	1			100	S
Chloramphenicol	14	13		1	100	S,I,R
Imipenem	8			1	87.5	S

Table 9. NCCLS guideline for antimicrobial susceptibility test of pneumococcus

Disk method	MIC method
Penicillin-susceptible (S) (Oxacillin, ≥ 20 mm) → MIC: 검사할 필요 없음	Penicillin-susceptible, (MIC, ≤ 0.06 ug/ml)
Penicillin-nonsusceptible (NR) (Oxacillin, ≤ 19 mm) →MIC검사: penicillin, cefotaxime/ceftriaxone	Penicillin-intermediate, (MIC, 0.12-1 ug/ml) Penicillin-resistant, (MIC, ≥ 2 ug/ml)

1. 디스크법으로는 다음의 항균제는 검사할 수 없습니다(pneumococci 감염증의 치료에 사용되지만, 디스크법 검사를 위한 판정 기준 없음).-amoxicillin, ampicillin, cefepime, cefotaxime, ceftriaxone, imipenem, meropenem
2. 디스크법에서 penicillin-S 이면 다른 beta-lactams (cephalosporins, carbapenems 포함) 항균제에도 감수성으로 해석함.
3. 디스크법에서 penicillin-NS 이지만 드물게 penicillin에 대한 MIC가 ≤ 0.06 ug/ml로 나올 수 있으며, penicillin-S로 보고한다.

Table 10. Results of antimicrobial susceptibility test for *E. coli* with disk method

항균제	참여기관	S	I	R	Good (%)	Criteria
Amikacin	110	108	1	1	98.2	S
Amoxicillin/clavulanate	15	15			100	S
Ampicillin/sulbactam	29	29			100	S
Ampicillin	92	83	7	2	90.2	S
Aztreonam	29	29			100	S
Cefamandole	15	15			100	S
Cefazolin	18	18			100	S
Cefepime	18	18			100	S
Cefmetazole	7	7			100	S
Cefoperazone	13	13			100	S
Cefotaxime	82	80		2	97.6	S
Cefotetan	5	5			100	S
Cefoxitin	25	23		2	92	S
Ceftazidime	45	44		1	97.8	S
Ceftizoxime	4	4			100	S
Ceftriaxone	54	54			100	S
Cefuroxime	18	16		2	88.9	S
Cephalothin	57	39	11	7	87.7	S,I
Chloramphenicol	10	9	1		90	S
Ciprofloxacin	107	107			100	S
Gentamicin	112	108	3	1	96.4	S
Imipenem	81	80		1	98.8	S
Kanamycin	4	4			100	S
Levofloxacin	2	2			100	S
Meropenem	19	19			100	S
Netilmicin	5	5			100	S
Pip/tazo	9	9			100	S
Piperacillin	35	33	2		94.3	S
Tetracycline	13	13			100	S
Ticacillin/clavulanate	5	5			100	S
Ticarcillin	3	3			100	S
Trimethoprim/sulfamethoxazole	35	34		1	97.1	S
Tobramycin	35	33	1	1	94.3	S

Table 11. Results of antimicrobial susceptibility test for *E. coli* with MIC method

항균제	참여기관	S	I	R	Good (%)	Criteria
Amikacin	79	79			100	S
Amoxicillin/clavulanate	7	7			100	S
Ampicillin/sulbactam	42	42			100	S
Ampicillin	86	86			100	S
Aztreonam	37	37			100	S
Cefazolin	61	61			100	S
Cefepime	39	39			100	S
Cefotaxime	29	29			100	S
Cefotetan	8	8			100	S
Cefoxitin	42	42			100	S
Ceftazidime	16	16			100	S
Ceftriaxone	43	43			100	S

항균제	참여기관	S	I	R	Good (%)	Criteria
Cefuroxime	9	9			100	S
Cephalothin	9	9			100	S,I
Ciprofloxacin	82	82			100	S
Gentamicin	81	80	1		98.8	S
Imipenem	84	84			100	S
Levofloxacin	4	4			100	S
Meropenem	4	4			100	S
Netilmicin	2	2			100	S
Piperacillin/tazobactam	29	29			100	S
Piperacillin	13	13			100	S
Ticacillin/clavulanate	8	8			100	S
Ticarcillin	7	7			100	S
Trimethoprim/sulfamethoxazole	41	41			100	S
Tobramycin	32	32			100	S

Table 12. Results of antimicrobial susceptibility test for *P.aeruginosa* with disk method

항균제	참여기관	S	I	R	Good (%)	Criteria
Amikacin	82	82			100	S
Aztreonam	77	75		2	97.4	S
Cefepime	72	72			100	S
Cefotaxime	11	6	4	1	54.5	I
Ceftazidime	78	77		1	98.7	S
Ceftizoxime	1		1		100	R, I
Ceftriaxone	35	5	28	2	80	I
Ciprofloxacin	80	80			100	S
Gentamicin	79	79			100	S
Imipenem	81	81			100	S
Levofloxacin	4	4			100	S, I
Meropenem	9	9			100	S
Netilmicin	1	1			100	S
Piperacillin	73	72		1	98.6	S
Piperacillin/Tazobactam	18	18			100	S
Ticarcillin	13	13			100	S
Ticarcillin/Clavulanic acid	25	25			100	S
Tobramycin	68	67	1		98.5	S
Trimethoprim/sulfamethoxazole	23	1		22	95.7	R

Table 13. Results of antimicrobial susceptibility test for *P. aeruginosa* with MIC method

항균제	참여기관	S	I	R	Good (%)	Criteria
Amikacin	82	82			100	S
Aztreonam	77	75		2	97.4	S
Cefepime	72	72			100	S
Cefotaxime	11	6	4	1	36.2	I
Ceftazidime	78	77		1	98.7	S
Ceftizoxime	1		1		100	R, I
Ceftriaxone	35	5	28	2	80	I
Ciprofloxacin	80	80			100	S

항균제	참여기관	S	I	R	Good (%)	Criteria
Gentamicin	79	79			100	S
Imipenem	81	81			100	S
Levofloxacin	4	4			100	S, I
Meropenem	9	9			100	S
Netilmicin	1	1			100	S
Piperacillin	73	72		1	98.6	S
Piperacillin/tazobactam	18	18			100	S
Ticarcillin	13	13			100	S
Ticarcillin/clavulanic acid	25	25			100	S
Tobramycin	68	67	1		98.5	S
Trimethoprim/sulfamethoxazole	23	1		22	95.7	R

Table 14. Results of antimicrobial susceptibility test for *E. faecalis* with disk method

항균제	참여기관	S	I	R	Good (%)	Criteria
Ampicillin	73	70	1	2	95.9	S
Ampicillin/sulbactam	11	11			100	S
Chloramphenicol	30	21	6	3	90	S, I
Ciprofloxacin	94	43	43	8	91.5	S, I
Erythromycin	68	8	49	11	72.1	I
Gentamicin (High level)	39	23	5	11	59	S
Levofloxacin	7	7			100	S
Linezolid	2	2			100	S, I
Penicillin	55	39	3	13	70.9	S
Quinipristine/dalfopristin	2			2	100	R, I
Rifampin	1	1			100	R, I, S
Streptomycin (High level)	11	8	1	2	72.7	S
Teicoplanin	48	44	3	1	91.7	S
Tetracyclin	52	2	6	44	96.2	R, I
Vancomycin	115	94	13	8	81.7	S

Table 15. Results of antimicrobial susceptibility test for *E. faecalis* with MIC method

항균제	참여기관	S	I	R	Good (%)	Criteria
Ampicillin	72	71		1	98.6	S
Ampicillin/sulbactam	2	2			100	S
Chloramphenicol	53	51	2		100	S, I
Ciprofloxacin	73	72		1	98.6	S, I
Erythromycin	21	1	18	2	85.7	I
Gentamicin (High level)	36	35	1		97.2	S
Levofloxacin	3	3			100	S
Linezolid	26	26			100	S, I
Nitrofurantoin	15	14		1	93.3	S
Norfloxacin	3	3			100	S, I
Penicillin	55	53		2	96.4	S
Quinipristine/dalfopristin	37	1	11	25	97.3	R, I
Rifampin	15	15			100	R, I, S
Streptomycin (High level)	29	28	1		96.6	S
Teicoplanin	55	54		1	98.2	S
Tetracyclin	64	3	20	41	95.3	R, I
Vancomycin	84	83		1	98.8	S