Annual Report on External Quality Assessment Scheme for Clinical Microbiology in Korea (2014)

Young Jin Ko¹, Mi-Na Kim¹,
Eui Chong Kim², Jong Hee
Shin³, Nam Yong Lee³, Sunjoo
Kim⁵, Seok Hoon Jeong⁶, Jae-
Seok Kim⁷, Chang Ki Kim⁸,
Hye Gyung Bae⁹, Nam Surp
Yoon¹, Se Ik Joo², Yu Yeon
Hwang⁴, Keonhan Kim⁶,
In Ho Jang¹⁰, and Jin Heo¹¹,
as Clinical Microbiology
Subcommittee, Korean
Association of External
Quality Assessment Service

¹Department of Laboratory Medicine, University of Ulsan and Asan Medical Center, Seoul; ²Department of Laboratory Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul; ³Department of Laboratory Medicine, Chonnam National University Hospital, Gwangju; ⁴Department of Laboratory Medicine and Genetics, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul; ⁵Department of Laboratory Medicine, Kyungsang National University Hospital, Jinju; ⁶Department of Laboratory Medicine, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul; ⁷Department of Laboratory Medicine, Kangdong Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Seoul; ⁸Department of Laboratory Medicine, Korean Institute of Tuberculosis, Cheongju; ⁹Department of Laboratory Medicine, Greencross Reference Laboratory, Yongin; ¹⁰Department of Laboratory Medicine, Wonju Severance Christian Hospital, Wonju; ¹¹Department of Laboratory Medicine, Korea University Ansan Hospital, Ansan, Korea

Corresponding author:
Mi-Na Kim

Department of Laboratory
Medicine, Asan Medical Center,
88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu,
Seoul 05505, Korea
Tel: +82-2-3010-4511
Fax: +82-2-478-0884
E-mail: mnkim@amc.seoul.kr

Annual proficiency surveys were performed in March, June and September 2014 by clinical microbiology division of The Korean Association of Quality Assurance for Clinical Laboratory. Parasitology part has been newly incorporated in this survey. For each trial, three sets which were composed of different combinations of five bacteria and yeast were distributed for gram stain, culture, identification, and antimicrobial susceptibility tests of general bacteriology and five fixed sputum smear on slides were distributed for acid fast bacilli stain. Two advanced bacteriology survey materials for culture and identification of anaerobic bacteria and mold were distributed to the voluntary participants in every trial and five mycobacterial culture and identification specimens, five anti-tuberculosis susceptibility testing specimens, and two *Mycobacterium tuberculosis* strains for rapid detection of rifampin and isoniazid resistance were distributed to the voluntary participants in March and June trials. Five virtual microscopic slides for stool parasite examination were open for the registered participants in June trial. A total of 340 laboratories were enrolled and 330 (97.0%), 331 (97.4%), and 331 (97.4%) returned the results on trial I, II, and III, respectively. For bacterial identification, the percent acceptable identification of *Burkholderia cepacia*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus agalactiae*, *Plesiomonas shigelloides*, and *Enterococcus faecalis* were greater than 95%. Group C and group D *Salmonella* species challenged as the different sets of M1422 resulted in the acceptable rate lower than 95% because nine participants reported the identification of different sets. Surveillance cultures for methicillin-resistant *S. aureus* and vancomycin-resistant enterococci were correctly determined by 89.6% and 69.0% of the respondents, respectively. Correct identification to species level of *Candida albicans*, *Candida auris*, *Candida glabrata*, and *Candida parapsilosis* were 86.1%, 1.6%, 48.1%, and 83.8%. Vancomycin disk diffusion test in *S. aureus*, missing oxacillin screen or penicillin susceptibility test in *S. pneumoniae* and lack of reliable methods of quinolone resistance detection in *Salmonella* species caused unacceptable results in antimicrobial susceptibility testing. Advanced bacteriology trials revealed low performance in species identification of mold. Mycobacterial culture, identification and susceptibility test performance was kept in excellence. The performance of identification of stool parasites was acceptable >90% for detection of helminth eggs and amebic cysts but 28.6% false positive responses resulted from negative specimens. In conclusion, species-level identification of fungi of both candida species and mold were challenging to clinical microbiology laboratories. Vancomycin disk diffusion method for *S. aureus* and lack of proper penicillin susceptibility test for *S. pneumoniae* were still common cause of inaccurate results. Virtual microscopic survey has been successfully introduced in parasitology.

(J Lab Med Qual Assur 2015;37:153-178)

Key Words: Proficiency survey, Parasitology, Bacteriology, Clinical microbiology, Mycobacterial culture, Susceptibility testing

서론

대한임상검사정도관리협회 임상미생물학분과는 전체 분과 신빙도조사 참여기관들을 대상으로 그람염색, 항산균염색, 세균 배양동정과 감수성 검사에 관한 신빙도조사 기본 모듈을 실시하고, 자발적인 참여신청기관을 대상으로 항산균배양 및 동정, 항결핵제 감수성 검사, 항결핵제 신속내성 검사, 까다로운 세균, 혐기성세균, 미호기성세균, 털곰팡이류 등을 포함하는 심화세균배양과 동정검사 등 네 가지 선택 모듈의 신빙도조사를 제공하고 있다.

국제적으로 임상미생물학 검사실의 질 향상과 유지를 위해 미국의 College of American Pathologist (CAP), 영국의 United Kingdom National External Quality Assessment Scheme, 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서 다양한 수준의 신빙도조사를 실시하고 있다[1-3]. CAP은 가장 광범위한 신빙도조사 프로그램을 제공하지만, 국내 검사실들이 참여하기에는 고비용이고, WHO는 무료이지만, WHO의 관심사인 결핵이나 항균제 내성균 검출에만 집중하는 프로그램을 운영한다.

대한임상검사정도관리협회 임상미생물학분과는 국내 임상미생물검사실의 수준이 발전하는 데 따라 모든 항목들에 대해 종합적인 신빙도조사 프로그램을 제공하는 것을 목표로 지난 10년간 모듈을 확대해왔지만, 아직 미흡한 부분이 있다. 기생충학을 위해 대변 기생충동정을 위한 선택모듈을 시범사업으로 실시했고, 연구 모듈로 털곰팡이류 동정을 위한 조사 1회, 카바페넴 내성 장내세균 선별 및 확인검사 1회 등 3가지 새로운 모듈을 시도하였고, 이를 바탕으로 이들 분야에 대해 신빙도조사 사업을 지속적으로 실시하고자 한다. 하지만 임상미생물학 분야에서 가장 새롭고 빠르게 발전하고 있는 바이러스 배양, 항원, 항체검사와 감염분자진단 분야에 대한 신빙도조사가 실시된 적이 없어서 이를 위한 모듈 개발이 시급하다. 2014년에도 항균제감수성 검사 부분은 최근의 중요한 판독기준과 특이적인 검사법을[4-6] 반영할 수 있는 다양한 시도를 하였다.

임상미생물학분과는 2014년 전국적인 신빙도조사에서 각 모듈별 결과를 종합적으로 분석하고, 질 관리수준, 문제점 분석, 향상방안 등을 제시하고자 하였다. 특히 *Salmonella* 종의 fluoroquinolone 내성 검출의 질 향상이 필요함을 제시하였다.

재료 및 방법

1. 신빙도조사 방법

2014년 신빙도조사 사업은 3, 6, 9월에 걸쳐 3회 검체를 발

송했으며, 그람염색, 항산균염색, 일반세균의 배양, 동정, 감수성 검사는 다섯 검체씩 모든 참여기관에 배부하였다. 항산균염색용 슬라이드는 대한결핵연구원에서 각담 검체에 항산균을 정량결과 기대치에 따라 배합한 후 멸균처리하여 유리슬라이드에 도말을 하여 다섯 검체씩 배부하였다. 그람염색, 일반세균의 배양, 동정, 감수성 검사는 검체는 생균을 이용하여 Amies 운송배지(Copan Italia S.P.A., Brescia, Italy)에 담긴 면봉 검체를 다섯 개씩 만들었고, 임상 검체를 가상하여 가상환자의 임상적인 배경을 제시하였고, 다양한 검체와 임상상황을 조건으로 임상적으로 의미 있는 수준의 배양과 동정을 하도록 요구하였다. 각 생균 검체는 Amies 운송배지에서 생존능을 실온에서 1주일간 매일 계대배양하여 검증하였다. 항균제감수성 검사 또한 균종과 검체에 따라 적절하게 선택하고, 판독하는지 검증하고자 하였다. 각 차수에 일반세균검사 분야는 기관별로 다섯 가지의 균주를 한 세트로 배부하였으며, 3가지 세트를 준비하여 한 세트가 참여기관 삼분의 일 정도씩 배부되도록 무작위로 배정하였다. 특수세균, 항산균 배양과 동정, 항결핵제 감수성 검사, 결핵 신속내성 검사 등 네 가지 모듈은 참여를 신청한 기관에 배부하였다. 특수세균 분야는 까다로운 세균, 혐기성 세균, 미호기성 세균, 털곰팡이류 진균 등 난이도가 높은 균주를 각 차수별로 2개씩 구성하여 참여를 신청한 기관에 배부하였다. Amies 운송배지로 생존능을 만족할만큼 유지할 수 없을 때는 냉동동결건조를 하여 배부하였다. 항산균 배양과 동정, 항결핵제 감수성 검사, 결핵 신속내성 검사에 대한 검체는 각각 5, 5, 2개씩 대한결핵연구원에서 생균상태로 준비하였다. 모든 신청과 결과입력, 결과판정 등은 대한임상검사정도관리협회 홈페이지에 구축된 임상미생물학분과 신빙도조사 프로그램(<http://keqas.org/>)을 이용하였다.

2. 관리물질

그람염색, 세균배양 동정, 감수성 검사는 1차는 M1401-M1405, 2차 M1421-M1425, 3차 M1431-M1435 등 5개씩 검체를 준비하였고, M1404, M1412, M1413, M1422, M1423 등은 각 2종류의 검체를 준비하여 조합함으로써 A, B, C 3가지 세트를 구성하였다. 모든 시도에서 5개의 일반배양 검체는 그람염색, 배양과 동정을 실시하고, 각 회차의 앞 번호 두 개의 검체에 대해 항균제 감수성 검사를 같이 실시하도록 하였다. 모든 세균과 진균은 서울아산병원 진단검사의학과에서 배양된 임상분리주들이었다. 세균은 혈액한천배지 또는 초콜렛 한천배지에 키우고, 진균은 SDA (Sabouraud Dextrose Agar) 한천배지에 키워서 얻은 집락을 배부하여 검사하도록 하였다. 모든 검체는 운송을 위해 Amies 배지 또는 charcoal이 포함된 Amies

배지에 담긴 면봉(Copan Italia)에 도말 검체상태로 운송하였다. 특수세균 분야는 1차 S1401, S1402, 2차 S1403, S1404, 3차 S1405, S1406 등 차수별로 2개씩 구성하였다. 감염성 검체의 안전한 운송과 생존능 보존을 위해 모든 검체는 녹십자임상검사센터와 서울임상검사센터의 임상 검체 배송시스템을 통해 전국 참여기관에 다음날까지 배송하도록 하였다.

항산균도말은 1차 M1406-M1410, 2차 M1416-M1420, 3차 M1426-M1430 등 5개씩 도말 검체를 배부하였고, 항산균 배양과 동정 검체는 1, 2차에 T1401-T1405, T1411-T1415 각 5개씩 생균을 배합한 객담 검체를 배부하였고, 항결핵제 감수성 검사용으로 1, 2차에 T1406-T1410, T1416-T1420, 각 5개씩 Ogawa 배지에 자란 집락을 배부하였고, 결핵 신속내성 검사용으로 1차에 R1401, R1402, 2차에 R1403, R1404 각 2개씩 생균을 배합한 객담 검체를 배부하였다.

기생충학은 대변 기생충 검사 도말 슬라이드 5개를 400배 배율까지 스캔하여 P1401-P1405까지 가상현미경프로그램에 등록하였다. 각 참여기관은 이 프로그램을 결과입력 사이트를 통해 접속할 수 있도록 하였다. 연구용 모듈로서 1차에 가톨릭대학교 의과대학 이승옥교수가 털곰팡이류 배양 및 동정을 위한 진균 검체 5개, 3차에 한림대학교 의과대학 송원근교수가 카바페넴 내성 장내세균에서 modified Hodge test (MHT)와 carbapenemase inhibition test 검사 수행능 평가를 위해 3개 검체를 Amies 운송배지에 면봉도말상태로 제작하여 배부하였다.

3. 결과 판정 및 해석

그람염색과 항산균염색은 검체당 2점씩 총 10점을 배점하여 평가하였다. 항산균염색은 음성은 음성만을 정답 처리한 반면, 양성은 정량값을 3단계씩 묶었을 때 90% 이상의 검사실이 포함되는 3단계를 모두 정답으로 처리하였다. 검체를 배부할 때 검체종류, 검사항목, 결과 판정기준을 제시하였다. 균종 동정은 종수준까지 맞는 경우를 '우수(good)'로, 임상적으로 속수준의 동정이 의미가 있다면 속수준까지 맞는 경우를 '적절(acceptable)'하다고 판정하였다. 이 기준에 맞지 않은 답을 하거나 답하지 않은 경우 '부적절(not acceptable)'로 판정하였다. 항균제감수성 검사는 균종별로 2014년 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) M100-S24의 기준 [5]에 따라 판정했으며, 가상 검체의 종류에 따라 기준을 달리 적용하여 해석하였다. 감수성 검사방법을 잘못 적용하였거나 감수성 검사결과 판독이 틀린 경우와 필수적인 항균제에 대해 검사하지 않았거나 보고하지 않도록 권하는 항균제를 결과에 포함시킨 경우 각 0.5점씩 감점하였다. 15기관 이상에서 감수성 검사를 보고한 항균제에 대해서만 평가를 하였고, 전체

기관의 결과 값의 일치도가 85%에 미달이면 판정을 보류하였지만, 참고방법으로 확인검사를 통해 정답을 판단할 수 있으면 평가하였다. 균배양검사를 하지 않거나 배양에 실패한 경우는 감수성 검사 배정점수를 총점에서 제외하였다. 동정검사는 각 8점, 항균제감수성 검사는 두 검체에 대해서 각 20점을 기준으로 하였다. 항산균 배양과 동정, 항결핵제 감수성 검사, 결핵 신속내성 검사는 각각 100점씩 배점하여 평가하였다. Acid fast bacilli (AFB) 염색까지만 하고 동정을 하지 않는 기관은 AFB 검출 여부로 평가를 했으며, 동정을 하는 기관들에 대해서는 결핵과 비결핵항산균으로 동정하는 수준까지를 acceptable로 해서 결핵을 비결핵으로 동정하거나 비결핵을 결핵으로 동정하면 not acceptable로 평가했다. 종수준 동정이 맞으면 good으로 평가했다. 특수세균, 기생충학 모듈, 연구용모듈은 기관별 평가없이 해석적 보고만 하였다.

결과

2014년 임상미생물학분과 참여기관은 340기관이었고, 이 중 1차에서 330기관(97.0%), 2차에서 331기관(97.4%), 3차에서 331기관(97.4%)이 회신하였다. 3차례의 조사 중 M1425 *Haemophilus parainfluenzae*의 균배양에 실패한 기관이 과반수여서 이 세균의 생존능도 잘 보존되지 못했던 것으로 판단하고 평가에서 제외하였다. 다른 일반세균 검체는 균배양 실패가 매우 드물었고, S1405 *Corynebacterium jeikeium*, S1406 *Clostridium tertium* 각 1기관씩만 배양실패를 답해서 전반적으로 다른 조사물질은 생존능이 잘 유지되었던 것으로 추정하였다. 항산균배양 및 동정은 1, 2차 86기관이 신청하였고, 항결핵제감수성 검사 6, 7기관, 결핵균 신속내성 검사는 23, 24기관이 참여하였다. 액체배지 배양기관은 응답한 79기관 중 60곳이고 고체배지를 병용하는 기관이 51곳이었다. 특수세균은 1차 91, 2차 86, 3차 85기관이 신청하였다. 기생충 검사는 118기관이 신청하였다. 카바페넴내성 장내세균 검출에 102기관이 신청했으나 실제로 입력한 기관은 72기관이었다.

1. 그람염색과 항산균 염색

1, 2, 3차 모두에서 그람염색은 90% 이상, 항산균염색은 95% 이상의 기관들이 정답을 보고하였다(Fig. 1). 3차 신빙도 조사에서 M1425 *H. parainfluenzae*가 평가에서 제외되어 그람염색 배점이 총 8점이 되었다. 그람염색은 사무적인 입력 오류가 항상 비슷한 비율로 반복되어 차수와 상관없이 비슷한 점수분포를 보였다.

Fig. 1. Distribution of score accomplished by participating laboratories for the first, second and third trials of (A) Gram stain and (B) AFB stain.

2. 세균 동정검사

1차는 *Burkholderia cepacia*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Candida albicans* 균종 동정결과 의 acceptable% (good%)는 97.3 (95.0), 100 (100.0), 97.7 (97.7), 99.2 (89.6)으로 모든 균종의 동정 정확도가 90.0% 이상으로 높았다. 2차는 M1411 *Pseudomonas aeruginosa*, M1412 *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus agalactiae*, M1415 *Plesiomonas shigelloides* 종수준 동정률은 99%, 96.9%, 98.4%, 91.5%로 비교적 높았다. M1413 B, C set는 vancomycin-resistant enterococci (VRE) isolated로 보고한 기관이 60%에 불과하고 VRE not isolated가 37%였던 것은 대변 상재균으로 혼합시킨 반코마이신 감수성 *Enterococcus faecalis*를 분리동정해서 보고한 것으로 VRE 감시배양의 높은 오답률을 초래하였다. M1414 *Candida auris*는 종수준 동정까지 정확한 기관은 4기관에 불과하였다. 3차에서 *Salmonella* 종은 serogroup까지 맞는 것을 good으로 평가하였고, *Salmonella* 속 중 serovar Typhi, Paratyphi로 동정하거나 다른 serogroup으로 동정하면 not acceptable로 평가하였다. M1422의 *Salmonella*를 포함한 검체가 혈액임에도 불구하고, 검체 준비과정에서 대변 검체에 준해서 장관의 정상상재균인 *Escherichia coli*를 섞는 오류가 발생해서 검체우송 후 이 균을 제외하도록 공지하였고, 한 기관만 *E. coli*를 동정보고하였다. M1421 *Staphylococcus aureus*, M1422 *Salmonella* group C, *Salmonella* group D, M1423 *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, M1424 *Enterococcus faecium*의 동정 정확도는 acceptable% (good%)가 99.6% (99.6%), 94.4% (80.7%), 89.1% (75.0%)이었다, M1422 검체에 대해 다른

세트의 serogroup을 보고한 기관이 총 9곳이 있었고, M1423 검체의 A세트 검체를 받았는데 *C. parapsilosis*로 보고한 곳이 4곳, B, C세트의 검체를 받았는데 *C. glabrata*로 보고한 기관이 1곳으로 여전히 다른 기관과 검사결과를 공유하는 곳이 있다고 추정되었다(Table 1).

3. 항균제감수성 검사

M1401 *B. cepacia*의 ceftazidime에 대한 디스크확산법 감수성 검사 억제대가 25 mm로 확실한 감수성인데도 minimal inhibitory concentration (MIC)법으로 검사한 기관에서 I 또는 R로 보고한 기관 16곳(7.7%)은 모두 MicroScan (Siemens, Sacramento, CA, USA)을 사용하였고, MicroScan NC44 패널에 반복적으로 검사하면 MIC가 8 µg/mL (S)와 16 µg/mL (I)가 교대로 나와 2배 희석배수 안에서 결과가 바뀌는 내성 쪽으로 편향된 오류가 발생하였다(Table 2).

M1402 DHA-1 plasmid-mediated AmpC β-lactamase에 의해 광범위 세팔로스포린에 내성인 *K. pneumoniae*에 대해 Vitek2를 사용하는 기관에서 extended-spectrum β-lactamase (ESBL) 양성으로 판독하여 검사기관의 30%가 위양성으로 보고하였다. Amikacin, gentamicin의 일치율이 매우 낮았는데 디스크확산법으로 감수성기관은 76%, 72%에서 내성으로 보고하였는데, MIC법에서는 Vitek2 (bioMérieux SA, Marcy l'Etoile, France) 사용 기관에서 다수가 감수성으로 보고하였다(Table 3). 디스크확산법에서 이중 억제대 (double zone) 현상으로 안쪽 직경이 amikacin, gentamicin, tobramycin, arbekacin 모두 6 mm로 확실한 내성이었으며, arbekacin까지 내성을 초래하는 16 rRNA methylase에 의한

Table 1. Performance of species identification in general bacteriology

Survey no. (no. lab)	Good	No. (%)	Acceptable	No. (%)	Not acceptable	No. (%)
M1401 (259)	<i>Burkholderia cepacia</i>	235 (90.7)	<i>Burkholderia</i> spp.	4 (1.5)	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	2 (0.8)
	<i>Burkholderia cepacia</i> complex	10 (3.9)	<i>Pseudomonas cepacia</i>	2 (0.8)	<i>Ewingella americana</i>	1 (0.4)
					<i>Leuconostoc</i> sp.	1 (0.4)
					<i>Pseudomonas oryzihabitans</i>	1 (0.4)
					<i>Pseudomonas</i> sp.	1 (0.4)
					<i>Chryseomonas luteola</i>	1 (0.4)
					No response	1 (0.4)
	Subtotal	245 (94.6)	Subtotal	6 (2.3)	Subtotal	8 (3.2)
M1402 (259)	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	259 (100.0)				
	Subtotal	259 (100.0)	Subtotal	0	Subtotal	0
M1403 (259)	<i>Streptococcus pyogenes</i>	246 (95.0)			<i>Streptococcus</i> sp.	3 (1.2)
	<i>Streptococcus</i> , beta-hemolytic group A	4 (1.5)			<i>Staphylococcus sciuri</i>	1 (0.4)
					<i>Moraxella catarrhalis</i>	1 (0.4)
					<i>Streptococcus</i> sp. group D, not <i>Enterococcus</i>	1 (0.4)
					No response	3 (1.2)
	Subtotal	250 (96.5)	Subtotal	0	Subtotal	9 (3.5)
M1404-A, C (152)	MRSA isolated	132 (86.8)			<i>Staphylococcus aureus</i>	14 (9.2)
					MRSA not isolated	4 (2.6)
					<i>Staphylococcus xylosus</i>	1 (0.7)
					No response	1 (0.7)
	Subtotal	132 (86.8)	Subtotal	0	Subtotal	20 (13.2)
M1404-B (107)	MRSA not isolated	100 (93.5)			<i>Staphylococcus aureus</i>	6 (5.6)
					MRSA isolated	1 (0.9)
	Subtotal	100 (93.5)	Subtotal	0	Subtotal	7 (6.5)
M1405 (259)	<i>Candida albicans</i>	223 (86.1)	Yeast	18 (7.0)	<i>Cedecea davisae</i>	1 (0.4)
			<i>Candida</i> sp.	6 (2.3)	<i>Cryptococcus</i> sp.	1 (0.4)
					No response	10 (3.9)
	Subtotal	223 (86.1)	Subtotal	24 (9.2)	Subtotal	12 (4.7)
M1411 (259)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	255 (98.4)	<i>Pseudomonas putida</i>	1 (0.4)	<i>Proteus mirabilis</i>	1 (0.4)
					<i>Providencia alcalifaciens</i>	1 (0.4)
					No response	1 (0.4)
	Subtotal	255 (98.4)	Subtotal	1 (0.4)	Subtotal	3 (1.2)
M1412-A, C (186)	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	180 (96.8)			<i>Enterococcus faecium</i>	1 (0.5)
					<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1 (0.5)
					<i>Streptococcus agalactiae</i>	1 (0.5)
					No response	3 (1.6)

(Continued to the next page)

Table 1. Continued

Survey no. (no. lab)	Good	No. (%)	Acceptable	No. (%)	Not acceptable	No. (%)
	Subtotal	180 (96.8)	Subtotal	0	Subtotal	6 (3.2)
M1412-B (73)	<i>Streptococcus agalactiae</i>	65 (89.0)	<i>Streptococcus</i> species	2 (2.7)	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	2 (2.7)
					<i>Streptococcus pyogenes</i>	1 (1.4)
					<i>Leuconostoc</i> species	1 (1.4)
					No response	2 (2.7)
	Subtotal	65 (89.0)	Subtotal	2 (2.7)	Subtotal	6 (8.3)
M1413-A (87)	VRE not isolated	76 (87.4)			VRE isolated	7 (8.0)
					<i>Enterococcus faecium</i>	3 (3.4)
					No response	1 (1.1)
	Subtotal	76 (87.4)	Subtotal	0	Subtotal	11 (12.6)
M1413-B, C (172)	VRE isolated	102 (59.3)			VRE not isolated	63 (36.6)
					<i>Enterococcus faecium</i>	4 (2.3)
					<i>Klebsiella oxytoca</i>	1 (0.6)
					<i>Staphylococcus</i> , coagulase-neg	1 (0.6)
					No response	1 (0.6)
	Subtotal	102 (59.3)	Subtotal	0	Subtotal	69 (40.7)
M1414 (256)	<i>Candida auris</i>	4 (1.6)	<i>Candida haemulonii</i>	171 (66.8)	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i> (rubra)	2 (0.8)
			<i>Candida</i> species	21 (8.2)	<i>Rhodotorula glutinis</i>	8 (3.1)
			<i>Candida</i> not <i>C. albicans</i>	9 (3.5)	No response	5 (2.0)
			<i>Candida lusitanae</i>	2 (0.8)		
			Yeast	34 (13.3)		
	Subtotal	4 (1.6)	Subtotal	237 (92.5)	Subtotal	15 (5.9)
M1415 (259)	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	249 (96.1)			<i>Aerococcus viridans</i>	1 (0.4)
					<i>Aeromonas hydrophila</i>	1 (0.4)
					<i>Enterobacter sakazakii</i>	1 (0.4)
					<i>Escherichia coli</i>	1 (0.4)
					<i>Providencia stuartii</i>	1 (0.4)
					<i>Staphylococcus</i> sp. not <i>S. aureus</i>	1 (0.4)
					<i>Vibrio cholerae</i>	1 (0.4)
					<i>Vibrio vulnificus</i>	1 (0.4)
					No response	2 (0.8)
	Subtotal	249 (96.1)	Subtotal	0	Subtotal	10 (4.9)
M1421 (262)	<i>Staphylococcus aureus</i>	243 (92.7)	MRSA isolated	18 (6.9)	<i>Staphylococcus xylosus</i>	1 (0.4)
	Subtotal	243 (92.7)	Subtotal	18 (6.9)	Subtotal	1 (0.4)
M1422-A, B (197)	<i>Salmonella</i> spp. C	157 (79.7)	<i>Salmonella</i> spp.	27 (13.7)	<i>Salmonella</i> spp. D, not <i>S. Typhi</i>	3 (1.5)
	<i>Salmonella</i> spp. C1	2 (1.0)	<i>Salmonella</i> spp. not <i>S. Typhi</i>	2 (1.0)	<i>Salmonella</i> Paratyphi A	2 (1.0)

(Continued to the next page)

Table 1. Continued

Survey no. (no. lab)	Good	No. (%)	Acceptable	No. (%)	Not acceptable	No. (%)
			<i>Escherichia coli</i> *	1 (0.5)	<i>Salmonella</i> spp. E,	1 (0.5)
					<i>Salmonella</i> Typhi	1 (0.5)
					<i>Staphylococcus xylosus</i>	1 (0.5)
	Subtotal	159 (80.7)	Subtotal	30 (15.2)	Subtotal	8 (4.1)
M1422-C (65)	<i>Salmonella</i> spp. D, not S. Typhi	48 (73.8)	<i>Salmonella</i> spp.	9 (13.8)	<i>Salmonella</i> spp. C	6 (9.2)
					<i>Salmonella</i> Typhi	1 (1.5)
					Unsatisfactory specimen	1 (1.5)
	Subtotal	48 (73.8)	Subtotal	9 (13.8)	Subtotal	8 (12.4)
M1423-A (77)	<i>Candida glabrata</i>	37 (48.1)	<i>Candida</i> spp. not <i>C. albicans</i>	3 (3.9)	<i>Candida parapsilosis</i>	4 (5.2)
			<i>Candida</i> sp.	2 (2.6)	<i>Candida albicans</i>	2 (2.6)
			Yeast	21 (27.3)	No response	8 (10.4)
	Subtotal	37 (48.1)	Subtotal	26 (33.8)	Subtotal	14 (18.1)
M1423-B, C (185)	<i>Candida parapsilosis</i>	152 (82.2)	<i>Candida</i> not <i>C. albicans</i>	5 (2.7)	<i>Candida guilliermondii</i>	1 (0.5)
	<i>Candida parapsilosis</i> complex	3 (1.6)	<i>Candida</i> sp.	6 (3.2)	<i>Candida albicans</i>	1 (0.5)
			Yeast	11 (5.9)	<i>Candida famata</i>	1 (0.5)
					<i>Candida glabrata</i>	1 (0.5)
					<i>Escherichia coli</i>	1 (0.5)
					No response	3 (1.6)
	Subtotal	158 (83.8)	Subtotal	22 (11.9)	Subtotal	8 (4.3)
M1424 (262)	<i>Enterococcus faecalis</i>	251 (95.8)	<i>Enterococcus</i> sp.	2 (0.8)	<i>Enterococcus faecium</i>	1 (0.4)
					<i>Enterococcus gallinarum</i>	1 (0.4)
					<i>Neisseria</i> sp.	1 (0.4)
					<i>Streptococcus pyogenes</i>	1 (0.4)
					<i>Streptococcus</i> spp.	1 (0.4)
					<i>Salmonella</i> spp. D, not S. Typhi	1 (0.4)
					<i>Salmonella</i> spp. C	1 (0.4)
					No response	2 (0.8)
	Subtotal	251 (95.8)	Subtotal	2 (0.8)	Subtotal	9 (3.4)
M1425 [†] (not graded)	<i>Haemophilus</i> <i>parainfluenzae</i>					

*Escherichia coli was contained in the survey materials for purpose of contamination; [†]Not graded due to poor viability of survey material.

내성기전을 가지고 있을 것으로 추정되었다.

M1411 *P. aeruginosa*는 imipenem, meropenem Etest MIC가 각각 12, 4 µg/mL로 2012년 이후의 CLSI breakpoint를 적용하면 R과 S에 해당한다. 디스크억제대 직경도 15, 16 mm로 MIC에 일치하였다. Imipenem MIC 검사기관 199개

중 188개 기관이 내성, 11개 기관이 I로 보고하여 내성이 확실했던 데 비해 meropenem MIC 결과를 보고한 148개 기관 중 S, I, R 분포가 52, 71, 25기관씩으로 일치도가 낮아서 평가에서 제외하였다(Table 4). MicroScan 장비를 사용했다고 답한 31기관 중 17기관, Vitek 장비를 사용했다고 답한 105기관

Table 2. Performance of antimicrobial susceptibility test of M1401 *Burkholderia cepacia*

Antimicrobials	Disk diffusion method						Commercial broth dilution method					
	No. lab	S	I	R	Criteria	%	No. lab	S	I	R	Criteria	%
Amikacin	16	2	1	13	IA		9			9	IA	
Amoxicillin/Cla	2			2	IA		3			3	IA	
Ampicillin	6			6	IA		4			4	IA	
Ampicillin/Sul	3			3	IA		4			4	IA	
Aztreonam	10	2	7	1	IA		7	1	4	2	IA	
Cefazolin	2			2	IA		3			3	IA	
Cefepime	3	2	1		IA		12	11		1	IA	
Cefoperazone	1			1	IA						IA	
Cefoperazone/Sul	1		1		IA						IA	
Cefotaxime	8	4	4		IA		10	8		2	IA	
Cefotetan	1		1		IA						IA	
Cefoxitin					IA		2			2	IA	
Ceftazidime	35	34		1	S	97.1	208	192	7	9	S	92.3
Ceftriaxone	10	6	4		IA		1			1	IA	
Cefuroxime axetil	1		1		IA						IA	
Cefuroxime Sod	1			1	IA						IA	
Cephalothin	1			1	IA						IA	
Chloramphenicol	1	1			MIC		7	7			S	100.0
Ciprofloxacin	17	17			IA		15	2		13	IA	
Colistin	1			1	IA		1			1	IA	
Doxycycline	1	1			IA						IA	
Gentamicin	13	1		12	IA		10			10	IA	
Imipenem	14	13		1	IA		11		3	8	IA	
Levofloxacin	7	7			MIC		74	72	2		S	97.3
Meropenem	17	16	1		S	94.1	205	205			S	100.0
Minocycline	9	9			S	100.0	140	138	1	1	S	98.6
Netilmicin	6		1	5	IA						IA	
Piperacillin	10	9		1	IA		11	10	1		IA	
Piperacillin/Taz	3	3			IA		12			12	IA	
Rifampin	1			1	IA						IA	
Ticarcillin	1			1	IA						IA	
Ticarcillin/Cla	2			2	MIC		150			150	R	100.0
Tigecycline					IA		10	10			IA	
Tobramycin	8			8	IA						IA	
TMP-SMX	28	28			S	100.0	205	204		1	S	99.5
ESBL							1			Pos	IA	

Abbreviations: S, susceptible; I, intermediate; R, resistance; Amoxicillin/Cla, Amoxicillin/clavulanic acid; Ampicillin/Sul, Ampicillin/sulbactam; Piperacillin/Taz, Piperacillin/tazobactam; Ticarcillin/Cla, Ticarcillin/clavulanic acid; TMP-SMX, trimethoprim-sulfamethoxazole; ESBL, extended-spectrum β -lactamase.

Table 3. Performance of antimicrobial susceptibility test of M1402 *Klebsiella pneumoniae*

Antimicrobials	Disk diffusion method						Commercial broth dilution method					
	No. lab	S	I	R	Criteria	%	No. lab	S	I	R	Criteria	%
Amikacin	17	16		1	S	94.1	57	57			S	100.0
Amoxicillin/Cla	9	9			S	100.0	35	35			S	100.0
Ampicillin	16	1		15	R	93.8	61		3	58	R	95.1
Ampicillin/Sul	4	3		1	S	75.0	9	9			S	100.0
Aztreonam	5	5			S	100.0	8	8			S	100.0
Cefamandole	1	1										
Cefazolin	7	6	1		S	85.7	51	49	1	1	S	96.1
Cefepime	4	4			S	100.0	51	51			S	100.0
Cefmetazole	1	1										
Cefoperazone	1	1										
Cefotaxime	12	12			S	100.0	53	53			S	100.0
Cefotetan	2	2					2	2			S	100.0
Cefoxitin	1	1			S	100.0	37	37			S	100.0
Ceftazidime	10	10			S	100.0	9	9			S	100.0
Ceftriaxone	9	9										
Cefuroxime axetil	1	1										
Cefuroxime sod	2	2										
Cephalothin	5	5			Urine	Only						
Chloramphenicol	3	3										
Ciprofloxacin	19	19			S	100.0	43	43			S	100.0
Ertapenem							22	22			S	100.0
Gentamicin	18	18			S	100.0	67	67			S	100.0
Imipenem	14	14			S	100.0	50	50			S	100.0
Kanamycin	1	1										
Levofloxacin	2	2			S		7	7			S	100.0
Meropenem	6	6			S	100.0	7	7			S	100.0
Netilmicin	3	3										
Piperacillin	6	6			S	100.0	8	7	1		S	87.5
Piperacillin/Taz	2	2			S	100.0	28	28			S	100.0
Rifampin	1			1	IA							
Tetracycline	3	3			R							
Ticarcillin	1			1	R	100.0						
Ticarcillin/Clav	1	1					1	1				
Tigecycline							1	1			IA	
Tobramycin	5	4		1	S	80.0	8	8			S	100.0
TMP-SMX	13	13			S	100.0	46	46			S	100.0
ESBL							34	Neg			Neg	100.0

Abbreviations: S, susceptible; I, intermediate; R, resistance; Amoxicillin/Cla, Amoxicillin/clavulanic acid; Ampicillin/Sul, Ampicillin/sulbactam; Piperacillin/Taz, Piperacillin/tazobactam; Ticarcillin/Cla, Ticarcillin/clavulanic acid; TMP-SMX, trimethoprim-sulfamethoxazole; ESBL, extended-spectrum β -lactamase.

Table 4. Performance of antimicrobial susceptibility test of M1411 *Pseudomonas aeruginosa*

Antimicrobials	Disk diffusion method						Commercial broth dilution method					
	No. lab	S	I	R	Criteria	%	No. lab	S	I	R	Criteria	%
Amikacin	38	38			S	100.0	206	206			S	100.0
Amoxicillin/Cla	3			3	IA							
Ampicillin	4			4	IA							
Ampicillin/Sul	1			1	IA		1			1	IA	
Aztreonam	16	14	2		S	87.5	189	167	20	2	S	88.4
Carbenicillin	1		1		IA							
Cefazolin	2			2	IA							
Cefepime	8	8			S	100.0	206	205		1	S	99.5
Cefixime					IA		1			1	IA	
Cefoperazone	4	4										
Cefotaxime	8	1	4	3	IA		4		1	3	IA	
Cefotetan	1			1	IA							
Ceftazidime	35	35			S	100.0	213	210	1	2	S	98.6
Ceftriaxone	9	1	3	5	IA		1			1	IA	
Cefuroxime axetil	1			1	IA							
Cephalothin	2			2	IA							
Chloramphenicol	1			1	IA							
Ciprofloxacin	36	36			S	100.0	206	206			S	100.0
Clinafloxacin							1	1			IA	
Colistin	1	1			S	100.0	28	28			S	100.0
Doxycycline	1			1	IA							
Gentamicin	33	33			S	100.0	213	212	1		S	99.5
Gentamicin-high	1	1			IA		1	1			IA	
Imipenem	33	2	5	26	R	78.8	199		11	188	R	94.5
Levofloxacin	9	9			S	100.0	41	41			S	100.0
Meropenem	11	3	1	7			148	52	71	25		
Minocycline					IA		1			1	IA	
Netilmicin	6	6			S							
Piperacillin	24	24			S	100.0	186	182	2	2	S	97.8
Piperacillin/Taz	7	7			S	100.0	190	188		2	S	98.9
Ticarcillin							5	3	2			
Ticarcillin/Cla							11	10	1		S	90.9
Tigecycline							1			1	IA	
Tobramycin	20	20			S	100.0	55	55			S	100.0
TMP-SMX	4			4	IA		8			8	IA	

Abbreviations: S, susceptible; I, intermediate; R, resistance; Amoxicillin/Cla, Amoxicillin/clavulanic acid; Ampicillin/Sul, Ampicillin/sulbactam; Piperacillin/Taz, Piperacillin/tazobactam; Ticarcillin/Cla, Ticarcillin/clavulanic acid; TMP-SMX, trimethoprim-sulfamethoxazole; ESBL, extended-spectrum β -lactamase.

Table 5. Performance of antimicrobial susceptibility test of M1412-A, *C Streptococcus pneumoniae*

Antimicrobials	Disk diffusion method						Commercial broth dilution method					
	No. lab	S	I	R	Criteria	%	No. lab	S	I	R	Criteria	%
Amoxicillin/Cla	1	1			MIC		4	4				
Ampicillin							2	2				
Azithromycin							1	1				
Cefepime	2	2			MIC		26	26			S	100.0
Cefotaxime	3	2		1	MIC		146	146			S	100.0
Cefoxitin	1			1	IA							
Ceftriaxone	3	3			MIC		123	123			S	100.0
Cefuroxime	1	1			MIC							
Chloramphenicol	7	7			S	100.0	7	7			S	100.0
Ciprofloxacin	1			1	IA							
Clindamycin	19	3		16	R	84.2	142	22		120	R	84.5
Daptomycin							1	1				
Erythromycin	24			24	R	100.0	149	6	1	142	R	95.3
Gentamicin	1			1	IA							
Imipenem	3	2		1								
Levofloxacin	6	6			S	100.0	147	147			S	100.0
Linezolid	3	3			S	100.0	94	94			S	100.0
Meropenem							26	26			S	100.0
Moxifloxacin							2	2				
Ofloxacin	4	4										
Oxacillin (screen)	10	8		2	S	80.0						
Penicillin G	10	10			S	100.0	153	152	1		S	99.3
Rifampin							1	1				
Teicoplanin	3	2		1								
Tetracycline	10			10	R	100.0	142	4	2	136	R	95.8
TMP-SMX	16	3	3	12			149	44	70	35		
Vancomycin	25	25			S	100.0	152	152			S	100.0

Abbreviations: S, susceptible; I, intermediate; R, resistance; Amoxicillin/Cla, Amoxicillin/clavulanic acid; Ampicillin/Sul, Ampicillin/sulbactam; Piperacillin/Taz, Piperacillin/tazobactam; Ticarcillin/Cla, Ticarcillin/clavulanic acid; TMP-SMX, trimethoprim-sulfamethoxazole; ESBL, extended-spectrum β -lactamase.

중 32기관, Pheonix 장비(Becton Dickinson, Sparks, MD, USA)를 사용했다고 답한 5기관 중 2기관이 meropenem 감수성으로 보고하였고, 이들 감수성으로 보고한 기관들 중 Vitek 사용기관 모두와 MicroScan 사용기관 5곳, Pheonix 사용기관 2곳은 MIC를 4 $\mu\text{g/mL}$ 로 입력했음에도 S로 보고하여 개정 전의 기준으로 판독한 것이 부적절한 답변의 원인이었다(Table 4).

M1412 *S. pneumoniae*에서 clindamycin 내성이 MIC법과 디스크확산법 모두 84%에 불과했지만, 디스크확산법으로 확인했을 때 억제대가 6 mm로 내성이 확실하였고, MIC

법에서 감수성으로 보고한 기관들 모두 MicroScan 사용기관으로 MICroSTREP 사용기관 22곳 중 20기관이 감수성으로 보고하여 이 패널의 very major error로 판단하였다. Trimethoprim/sulfamethoxazole은 일치율이 낮아서 판정할 수 없었다. Penicillin 감수성결과를 보고하지 않거나 oxacillin 선별검사도 실시하지 않은 기관은 부적절한 검사를 한 것으로 평가했으며 oxacillin R로 보고하면 penicillin MIC를 실시해야 S, I, R로 감별할 수 있어서 R로 보고한 2기관 또한 부적절하다고 평가하였다(Table 5).

Table 6. Performance of antimicrobial susceptibility test of M1412-B *Streptococcus agalactiae*

Antimicrobials	Disk diffusion method						Commercial broth dilution method					
	No. lab	S	I	R	Criteria	%	No. lab	S	I	R	Criteria	%
Amikacin	1			1	IA							
Amoxicillin/Cla	1	1			IA		2	2			IA	
Ampicillin	12	10		2	S	83.3	34	34			S	100.0
Ampicillin/Sul							1	1			IA	
Azithromycin	1	1					1	1				
Cefazolin	2	2			IA							
Cefepime	2	2					5	5				
Cefoperazone	1	1										
Cefotaxime	11	9	1	1	S	81.8	24	24			S	100.0
Cefotetan	1	1			IA							
Ceftazidime	2	2			IA							
Ceftriaxone	8	7		1	S	87.5	18	18			S	100.0
Cephalothin	2	2			IA							
Chloramphenicol	3	3					5	4	1			
Ciprofloxacin	3			3	IA		1			1	IA	
Clindamycin	20	19		1	S	95.0	38	37		1	S	97.4
Daptomycin					MIC		1	1				
Doxycycline	1	1			IA							
Erythromycin	19	19			S	100.0	36	36			S	100.0
Gentamicin	2			2	IA							
Gentamicin-H	1			1	IA							
Imipenem	1	1			IA							
Kanamycin	1			1	IA							
Levofloxacin	7			7	R	100.0	30			30	R	100.0
Linezolid	1	1			S	100.0	29	29			S	100.0
Meropenem	1	1			MIC							
Netilmicin	1			1	IA							
Ofloxacin							3			3		
Oxacillin	2	2					1			1	IA	
Penicillin G	13	12		1	S	92.3	29	29			S	100.0
Quinupristin/Dal							7	7				
Tetracycline	4	4			S	100.0	12	11		1	S	91.7
TMP-SMX	3	1		2	IA		6	6			IA	
Vancomycin	21	20	1		S	95.2	38	38			S	100.0
ICR	6	6										

Abbreviations: S, susceptible; I, intermediate; R, resistance; Amoxicillin/Cla, Amoxicillin/clavulanic acid; Ampicillin/Sul, Ampicillin/sulbactam; Piperacillin/Taz, Piperacillin/tazobactam; Ticarcillin/Cla, Ticarcillin/clavulanic acid; TMP-SMX, trimethoprim-sulfamethoxazole; ESBL, extended-spectrum β -lactamase; ICR, inducible clindamycin resistance; Gentamicin-H, high level resistance to gentamicin; Quinupristin/Dal, Quinupristin/dalfopristin.

Table 7. Performance of antimicrobial susceptibility test of M1421 *Staphylococcus aureus*

Antimicrobials	Disk diffusion method						Commercial broth dilution method					
	No. lab	S	I	R	Criteria	%	No. lab	S	I	R	Criteria	%
Amikacin	1		1									
Amoxicillin/Cla	2			2			1			1		
Ampicillin	6			6			4			4		
Azithromycin	1			1	R	100.0	13			13	R	100.0
Cefazolin	3			3	IA		1			1	IA	
Cefepime							1			1	IA	
Cefmetazole	1			1	IA							
Cefotaxime	3			3	IA		1			1	IA	
Cefotetan	1			1	IA							
Cefoxitin	5			5	R	100.0	1			1	R	100.0
Ceftazidime	1			1	IA							
Ceftriaxone	6			6	IA							
Cefuroxime	2			2	IA							
Cephalothin	3			3	IA							
Chloramphenicol	5	5					3	3				
Ciprofloxacin	26			26	R	100.0	125			125	R	100.0
Clarithromycin	2			2								
Clindamycin	33			33	R	100.0	218			218	R	100.0
Daptomycin							17	17			S	100.0
Doxycycline	2			2								
Erythromycin	30			30	R	100.0	215			215	R	100.0
Fosfomycin							1	1				
Fusidic Acid							1			1		
Gentamicin	22			22	R	100.0	97			97	R	100.0
Imipenem	5			5	IA							
Levofloxacin	4			4			2			2		
Linezolid	5	5			S	100.0	194	194			S	100.0
Meropenem	2			2	IA							
Mupirocin							4	4				
Nitrofurantoin							2	2			Urine only	
Ofloxacin							1			1		
Oxacillin	35			35	MIC only		219			219	R	100.0
Penicillin G	30			30	R	100.0	200			200	R	100.0
Piperacillin/Taz	1			1								
Quinupristin/Dal							7	7				
Rifampin	5	5			S	100.0	151	151			S	100.0
Teicoplanin	12	11	1		S	91.7	40	40			S	100.0
Telithromycin							13			13	R	100.0
Tetracycline	14			14	R	100.0	188			188	R	100.0
Tigecycline							3	1		2	IA	
TMP-SMX	31	31			S	100.0	212	212			S	100.0
Vancomycin	22	21		1	MIC only		224	223		1	S	100.0

Abbreviations: S, susceptible; I, intermediate; R, resistance; Amoxicillin/Cla, Amoxicillin/clavulanic acid; Ampicillin/Sul, Ampicillin/sulbactam; Piperacillin/Taz, Piperacillin/tazobactam; Ticarcillin/Cla, Ticarcillin/clavulanic acid; TMP-SMX, trimethoprim-sulfamethoxazole; ESBL, extended-spectrum β -lactamase; ICR, inducible clindamycin resistance; Gentamicin-H, high level resistance to gentamicin; Quinupristin/Dal, Quinupristin/dalfopristin.

Table 8. Performance of antimicrobial susceptibility test of M1422-A, B *Salmonella* spp. serogroup C

Antimicrobials	Disk diffusion method						Commercial broth dilution method					
	No. lab	S	I	R	Criteria	%	No. lab	S	I	R	Criteria	%
Amikacin	10	9		1	IA		10	1		9	IA	
Amoxicillin/Cla	3	3			IA		13	12	1		IA	
Ampicillin	26			26	R	100.0	151			151	R	100.0
Ampicillin/Sul	3	3			IA		5		2	3	IA	
Aztreonam	1	1			S		10	9		1	S	
Cefaclor	1	1			IA						IA	
Cefazolin	2	2			IA		11	2		9	IA	
Cefepime	3	3			S	100.0	37	37			S	100.0
Cefoperazone							1	1			IA	
Cefotaxime	16	16			S	100.0	149	148	1		S	99.3
Cefoxitin	1	1			IA		7	1		6	IA	
Ceftazidime	14	14			S	100.0	118	116		2	S	98.3
Ceftriaxone	6	6			S	100.0	9	9			S	100.0
Chloramphenicol	7			7	R	100.0	5			5	R	100.0
Ciprofloxacin	42	18	23	1	I, S	97.6	123	49	53	21	I, S	82.9
Doxycycline	1			1	IA						IA	
Ertapenem							14	14			IA	
Gentamicin	7	7			IA		13	2		11	IA	
Imipenem	10	10			IA		24	24			IA	
Levofloxacin	3	3			S	100.0	15	10	4	1	I, S	93.3
Meropenem	2	2			IA		8	8			IA	
Minocycline							1			1	IA	
Netilmicin	1	1			IA						IA	
Piperacillin	4	1		3	IA		2	1		1	IA	
Piperacillin/Taz	1	1			IA		18	18			IA	
Tetracycline	1			1	IA		2			2	IA	
Ticarcillin/Cla							1	1			IA	
Tigecycline							5	5			IA	
Tobramycin	3	3			IA		1	1			IA	
TMP-SMX	22	1		21	R	95.5	152			152	R	100.0

Abbreviations: S, susceptible; I, intermediate; R, resistance; Amoxicillin/Cla, Amoxicillin/clavulanic acid; Ampicillin/Sul, Ampicillin/sulbactam; Piperacillin/Taz, Piperacillin/tazobactam; Ticarcillin/Cla, Ticarcillin/clavulanic acid; TMP-SMX, trimethoprim-sulfamethoxazole; ESBL, extended-spectrum β -lactamase.

M1412에 포함된 *S. agalactiae*는 levofloxacin 내성이 있는 균주로서 MIC법을 사용하는 기관들은 모든 항균제에 매우 높은 정답률을 보여준 데 비해 디스크확산법을 사용한 기관들은 β -lactam계 항균제에 내성을 보고한 경우가 있어서 ampicillin, cefotaxime, ceftriaxone 정답률이 80%대에 불과하였다(Table 6).

M1421 *Staphylococcus aureus* 균주는 methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA)의 전형적인 다제내성 균으로서 높은 정답률을 보였지만, 가장 빈번한 부적절한 결과의 요인은 보고할 항균제 선택이었다. 디스크확산법으로 검사하는 기관들 중 cephalosporin, imipenem, meropenem 보고한 곳이 1-6곳, oxacillin과 vancomycin은 35, 22곳에 달했다. MIC

Table 9. Performance of antimicrobial susceptibility test of M1422-C *Salmonella* spp. serogroup D

Antimicrobials	Disk diffusion method						Commercial broth dilution method					
	No. lab	S	I	R	Criteria	%	No. lab	S	I	R	Criteria	%
Amikacin	3	3			IA		5	1		4	IA	
Amoxicillin/Cla	1	1			IA		9	9			IA	
Ampicillin	6	1		5	R	83.3	48			48	R	100.0
Ampicillin/Sul					IA		1			1	IA	
Aztreonam	2	1		1			2			2		
Carbenicillin	1			1	IA						IA	
Cefazolin					IA		7			7	IA	
Cefepime					R		12			12	R	100
Cefoperazone	1	1			IA						IA	
Cefotaxime	2			2	R	100.0	43			43	R	100.0
Cefoxitin					IA		2	1		1	IA	
Ceftazidime	4	2	1	1	R	25.0	39			39	R	100.0
Ceftriaxone	3	1		2			4			4		
Cephalothin	2	1		1	IA						IA	
Chloramphenicol	3	3					1	1				
Ciprofloxacin	12	4	8		S, I	100.0	37	26	11		S, I	100.0
Ertapenem					IA		2	2			IA	
Gentamicin	4	2		2	IA		7			7	IA	
Imipenem	2	2			IA		8	8			IA	
Levofloxacin							3	3				
Meropenem	1	1			IA		1	1			IA	
Nalidixic acid	1			1			1			1		
Piperacillin	1	1			IA						IA	
Piperacillin/Taz					IA		8	8			IA	
Tobramycin	1	1			IA						IA	
TMP-SMX	5	3	1	1	S	60.0	46	46			S	100.0

Abbreviations: S, susceptible; I, intermediate; R, resistance; Amoxicillin/Cla, Amoxicillin/clavulanic acid; Ampicillin/Sul, Ampicillin/sulbactam; Piperacillin/Taz, Piperacillin/tazobactam; Ticarcillin/Cla, Ticarcillin/clavulanic acid; TMP-SMX, trimethoprim-sulfamethoxazole; ESBL, extended-spectrum β -lactamase.

법 사용 기관 중에는 소변 검체에 대해서만 보고해야 하는 nitrofurantoin 감수성 검사를 보고한 2곳과 tigecycline 감수성 검사를 보고한 3곳은 부적절한 평가를 받았다. *S. aureus*에서 베타락탐 항균제에 대한 감수성 검사로서 꼭 필요한 penicillin, oxacillin 감수성 검사를 보고하지 않거나 MRSA에서 필수적으로 검사해야 할 vancomycin 감수성 검사를 누락한 31, 7, 15곳은 이로 인해 부적절 평가를 받았다(Table 7).

M1422 *Salmonella* serogroup C (A, B set)/*Salmonella* serogroup D (C set) 중 group C 균주는 ampicillin 내성, group D 균주는 ampicillin과 3, 4세대 cephalosporin까지 내

성이었는데 이들 항균제 감수성 검사는 높은 정답률을 보였다. Ciprofloxacin 감수성 검사는 불일치율이 높았다(Tables 8, 9). Group C 균주는 디스크억제대가 30 mm, ciprofloxacin Etest MIC 0.38 $\mu\text{g/mL}$ 이고, group D 균주는 디스크억제대가 28 mm, ciprofloxacin Etest MIC 0.19 $\mu\text{g/mL}$ 로 둘 다 intermediate 범위에 해당한다. 하지만 nalidixic acid가 group C는 $\leq 16 \mu\text{g/mL}$, 19 mm인데 비해 group D는 $\geq 32 \mu\text{g/mL}$, 6 mm로 큰 차이를 보였다(Fig. 2). 둘 다 MicroScan NC72는 $\leq 1 \mu\text{g/mL}$, MIC 패널인 NM44에서는 $\leq 0.5 \mu\text{g/mL}$ 로 intermediate를 포함하는 결과를 보이는 반면, Vitek 2 GN

Fig. 2. The results of nalidixic acid disk diffusion test and ciprofloxacin Etest of M1422 *Salmonella* (A) group C and (B) group D strains.

카드에서 group C 균주는 0.12-0.5, 1, 2 µg/mL 등 다양한 결과를 보여 25, 47, 16곳이 S, I, R로 답했다. 이에 비해 디스크 확산법 사용자들은 17, 23, 1곳이 S, I, R로 답해서, I, S를 정답으로 처리하였다. Group D 균주는 디스크확산법과 MIC 검사자 100.0%가 S, I로 답해서 이를 정답으로 처리하였다. 하지만 MicroScan 사용자는 MIC가 ≤1 µg/mL로 모두 S라고 답한 반면, Vitek 사용자는 0.12-0.5 µg/mL의 값을 보이고, 15곳이 S, 8곳이 I라고 답했습니다. 디스크확산법에서 21-30 mm 결과를 많은 기관에서 S로 판독하였고, 12 mm를 S라고 답한 곳도 1기관이 있는 등 *Salmonella*의 fluoroquinolone 감수성 판독에 오류가 많았다.

4. 특수세균배양 및 동정

특수세균으로 S1401 그람양성 막대균인 *Erysipelothrix rhusiopathiae*, S1402 혐기성세균인 *Finnegoldia magna*의 종수준 동정률은 91.4%, 89.7%이었고, S1403 *Scedosporidium apiospermum*, S1404 *Actinomyces odontolyticus*는 종수준 동정률은 낮았으나 속수준은 90.5%, 93.7% 정도였다. *Scedosporidium apiospermum*는 *Scedosporidium* 속으로 보고한 기관이 33%인데 기인했지만, *A. odontolyticus*는 *Actinomyces meyeri*나 *Actinomyces naeslundii*로 오동정하는 기관이 41%로 많았고 이는 Vitek2 동정결과였다. S1405

Table 10. Performance of species identification in advanced bacteriology

Survey no (no. lab)	Expected in species level	No. (%)	Expected in genus level	No. (%)	Others	No. (%)
S1401 (82)	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	75 (91.5)	<i>Erysipelothrix</i> sp.	4 (4.9)	<i>Finnegoldia magna</i>	2 (2.4)
	Subtotal	75 (91.5)	Subtotal	4 (4.9)	<i>Arcanobacterium</i> sp.	1 (1.2)
	<i>Finnegoldia magna</i>	70 (89.7)	<i>Finnegoldia</i> sp.	2 (2.6)	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	3 (3.6)
S1402 (78)	<i>Peptostreptococcus magnus</i>	1 (1.3)			<i>Alloiococcus otitidis</i>	2 (2.6)
					<i>Clostridium</i> sp. not perfringens	1 (1.3)
	Subtotal	71 (91.0)	Subtotal	2 (2.6)	<i>Veillonella</i> sp.	1 (1.3)
S1403 (82)	<i>Scedosporidium apiospermum</i>	44 (53.7)	<i>Scedosporidium</i> sp.	27 (32.9)	Subtotal	5 (6.4)
	<i>Pseudallescheria boydii</i>	2 (2.4)			<i>Scedosporidium prolificans</i>	1 (1.2)
	<i>Pseudallescheria boydii</i> complex	1 (1.2)			<i>Acremonium</i> sp.	1 (1.2)
					<i>Aspergillus</i> sp.	1 (1.2)
					<i>Penicillium</i> sp.	1 (1.2)
					<i>Plesiomonas shigelloides</i>	1 (1.2)

(Continued to the next page)

Table 10. Continued

Survey no (no. lab)	Expected in species level	No. (%)	Expected in genus level	No. (%)	Others	No. (%)
					<i>Trichophyton</i> sp.	1 (1.2)
					<i>Trichothecium</i> sp.	1 (1.2)
					Dermatophyte, refer for ID	1 (1.2)
					Mold, refer for ID	1 (1.2)
	Subtotal	47 (57.3)	Subtotal	27 (32.9)	Subtotal	8 (9.8)
S1404 (82)	<i>Actinomyces odontolyticus</i>	21 (25.6)	<i>Actinomyces</i> sp.	19 (23.2)	<i>Actinomyces meyeri</i>	31 (37.8)
					<i>Actinomyces naeslundii</i>	3 (3.7)
					<i>Clostridium</i> sp.	1 (1.2)
					<i>Eggerthella lenta</i>	1 (1.2)
					<i>Scedosporium apiospermum</i>	1 (1.2)
					Unidentified Gram positive rods	1 (1.2)
					Aerobic Actinomycetes, not <i>Nocardia</i>	1 (1.2)
					No growth	3 (3.7)
	Subtotal	21 (25.6)	Subtotal	19 (23.2)	Subtotal	42 (51.2)
S1405 (84)	<i>Corynebacterium jeikeium</i>	76 (90.4)	<i>Corynebacterium</i> spp.	4 (4.8)	<i>Micrococcus</i> spp.	1 (1.2)
					Unidentified Gram positive rods	2 (2.4)
					No growth	1 (1.2)
	Subtotal	76 (90.4)	Subtotal	4 (4.8)	Subtotal	4 (4.8)
S1406 (84)	<i>Clostridium tertium</i>	72 (85.7)	<i>Clostridium</i> spp.	6 (7.1)	<i>Clostridium clostridioforme</i>	1 (1.2)
					<i>Clostridium septicum</i>	1 (1.2)
					<i>Pseudomonas paucimobilis</i>	1 (1.2)
					Unsatisfactory specimen	1 (1.2)
					No growth	1 (1.2)
					No response	1 (1.2)
	Subtotal	72 (85.7)	Subtotal	6 (7.1)	Subtotal	6 (7.1)

Table 11. Performance of species identification in mycobacteriology

Survey no. (no. lab)	Good	No. (%)	Acceptable	No. (%)	Not acceptable	No. (%)
T1401 (79)	<i>Mycobacterium kansasii</i>	16 (20.3)	<i>Mycobacterium</i> other than <i>M. tuberculosis</i> complex	55 (69.6)	Nonphotochromogen (not <i>M. tuberculosis</i>), refer for ID	3 (3.8)
					Rapid grower, refer for ID	1 (1.3)
					No response	4 (5.1)
	Subtotal	16 (20.3)	Subtotal	55 (69.6)	Subtotal	8 (10.1)
T1402 (79)	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex	68 (86.1)			Negative for Mycobacteria	2 (2.5)
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> (not <i>M. africanum</i> , <i>M. bovis</i> , or <i>M. microti</i>)	6 (7.6)			No response	3 (3.8)
	Subtotal	74 (93.7)	Subtotal	0	Subtotal	5 (6.3)
T1403 (79)	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex	65 (82.3)			Negative for Mycobacteria	4 (5.1)
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> (not <i>M. africanum</i> , <i>M. bovis</i> , or <i>M. microti</i>)	6 (7.6)			No response	4 (5.1)
	Subtotal	71 (89.9)	Subtotal	0	Subtotal	8 (10.1)
T1404 (79)	Negative for Mycobacteria	73 (92.4)			<i>Mycobacterium</i> other than <i>M. tuberculosis</i>	1 (1.3)
					<i>Mycobacterium intracellulare</i> (not <i>M. avium</i>)	1 (1.3)
					No response	4 (5.1)
	Subtotal	73 (92.4)	Subtotal	0	Subtotal	6 (7.6)
T1405 (79)	<i>Mycobacterium intracellulare</i> (not <i>M. avium</i>)	15 (19.0)	<i>Mycobacterium</i> other than <i>M. tuberculosis</i> complex	54 (68.4)	Scotochromogen, refer for ID	1 (1.3)
			Nonphotochromogen (not <i>M. tuberculosis</i>), refer for ID	3 (3.8)	No response	5 (6.3)
			<i>Mycobacterium nonchromogenicum</i> (not <i>M. terrae</i> or <i>M. triviale</i>)	1 (1.3)		
	Subtotal	15 (19.0)	Subtotal	58 (73.4)	Subtotal	6 (7.6)
T1411 (81)	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex	68 (84.0)	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> (not <i>M. africanum</i> , <i>M. bovis</i> , or <i>M. microti</i>)	6 (7.4)	<i>Mycobacterium</i> other than <i>M. tuberculosis</i> complex	2 (2.5)
					No response	4 (4.9)
					Refer for ID	1 (1.2)
	Subtotal	68 (84.0)	Subtotal	6 (7.4)	Subtotal	7 (8.6)
T1412 (81)	Negative for Mycobacteria	78 (96.3)			No response	3 (3.7)
	Subtotal	78 (96.3)	Subtotal	0	Subtotal	3 (3.7)

(Continued to the next page)

Table 11. Continued

Survey no. (no. lab)	Good	No. (%)	Acceptable	No. (%)	Not acceptable	No. (%)
T1413 (81) <i>Mycobacterium kansasii</i>		16 (19.8)	<i>Mycobacterium</i> other than <i>M. tuberculosis</i> complex	57 (70.4)	No response	4 (4.9)
					Refer for ID	1 (1.2)
			Nonphotochromogen (not <i>M. tuberculosis</i>), refer for ID	2 (2.5)		
			Photochromogen, refer for ID	1 (1.2)		
Subtotal		16 (19.8)	Subtotal	60 (74.1)	Subtotal	5 (6.1)
T1414 (81) <i>Mycobacterium avium</i> (not <i>M. intracellulare</i>)		13 (16.0)	<i>Mycobacterium</i> other than <i>M. tuberculosis</i> complex	57 (70.4)	No response	4 (4.9)
			<i>Mycobacterium avium</i> complex	2 (2.5)	Refer for ID	1 (1.2)
			Nonphotochromogen (not <i>M. tuberculosis</i>), refer for ID	3 (3.7)		
			<i>Mycobacterium</i> <i>intracellulare</i> (not <i>M. avium</i>)	1 (1.2)		
Subtotal		13 (16.0)	Subtotal	63 (77.8)	Subtotal	5 (6.2)
T1415 (81) <i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex		69 (85.2)			<i>Mycobacterium</i> other than <i>M. tuberculosis</i> complex	1 (1.2)
					No response	4 (4.9)
					Refer for ID	1 (1.2)
Subtotal		75 (92.6)	Subtotal	0	Subtotal	6 (7.4)

Corynebacterium jeikeium, S1406 *Clostridium tertium* 동정은 각각 90.5%, 85.7%의 중수준 정확도를 보였다(Table 10).

5. 항산균배양 동정, 항결핵제 감수성 검사, 결핵 신속내성 검사

T1402와 T1403은 *Mycobacterium tuberculosis* HR37Ra 주를 농도를 달리해서 제조한 검체로 농도가 높았던 T1402는 2기관, 낮았던 T1403은 4기관에서 배양음성으로 보고하였다. 동정결과의 Acceptable%는 94.7-100.0%로 높았으며, T1401 *M. kansasii*를 결핵균으로 잘못 동정하거나 T1402, T1403 *M. tuberculosis*을 비결핵항산균으로 잘못 동정한 기관은 없었다.

단 T1401 *M. kansasii*를 nonchromogenic, rapid grower로 판독한 것과 T1405의 *M. intracellulare*를 대표적인 오염균인 scotochromogen으로 보고한 기관은 부적절하다고 판정하였다(Table 11). 2차 T1411-T1415에서 항산균 배양에 실패한 기관은 없었고, 항산균 음성인 T1412 검체에서 항산균이 자랐다고 보고한 기관도 없었다. T1411 *M. tuberculosis* complex가 아닌 항산균으로 보고한 2기관만을 동정실패로 평가하여 전반적으로 매우 우수한 동정능을 보였다(Table 11).

항결핵제 감수성 검사에서 T1417 ofloxacin, levofloxacin, T1418 levofloxacin, T1419 moxifloxacin 내성 검출에 실패한 기관이 1곳씩 있었다. Pyrazinamide 검사에서 T1418 위내성

Table 12. Performance of anti-tuberculosis drug susceptibility test

Drugs	Expected susceptibility results and no.(%) correct of each survey materials											
	T1406	T1407	T1408	T1409	T1410	T1416	T1417	T1418	T1419	T1420		
Isoniazid	S 6 (100)	S 6 (100)	R 6 (100)	S 6 (100)	S 6 (100)	S 7 (100)	R 7 (100)	R 7 (100)	S 7 (100)	R 7 (100)		
Rifampin	R 6 (100)	R 6 (100)	S 6 (100)	R 6 (100)	S 6 (100)	R 7 (100)	R 7 (100)	R 7 (100)	S 7 (100)	R 7 (100)		
Streptomycin	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	R 4 (100)	S 4 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	R 5 (100)	S 5 (100)	R 5 (100)		
Ethambutol	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	R 5 (100)	S 5 (100)	R 5 (100)		
Kanamycin	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	R 4 (100)	S 4 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	R 5 (100)	R 5 (100)		
Amikacin	S 3 (100)	S 3 (100)	S 3 (100)	S 3 (100)	S 3 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	R 5 (100)	R 5 (100)		
Capreomycin	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	R 5 (100)	R 5 (100)		
Ofloxacin	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	R 4 (100)	S 5 (100)	R 4 (80)	R 5 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)		
Levofloxacin	S 3 (100)	S 3 (100)	S 3 (100)	S 3 (100)	R 3 (100)	S 5 (100)	R 4 (80)	R 4 (80)	S 5 (100)	S 5 (100)		
Moxifloxacin	S 3 (100)	S 3 (100)	S 3 (100)	S 3 (100)	R 3 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	R 5 (100)	S 4 (80)	S 5 (100)		
Prothionamide	S 2 (100)	S 2 (100)	S 2 (100)	S 2 (100)	S 2 (100)	S 3 (100)	S 3 (100)	S 1 (33)	S 3 (100)	S 3 (100)		
Cycloserine	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	S 4 (80)	S 4 (80)		
PAS	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)		
Rifabutin	R 4 (100)	R 4 (100)	S 4 (100)	R 4 (100)	S 4 (100)	R 5 (100)	R 5 (100)	R 5 (100)	S 5 (100)	R 5 (100)		
Pyrazinamide	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 4 (100)	S 5 (100)	S 5 (100)	S 4 (80)	S 5 (100)	R 3 (60)		

Abbreviations: S, susceptible; R, resistance.

Table 13. Rapid detection of rifampin and isoniazid resistance

Drugs mutations	R1401		R1402		R1403		R1404	
	Expected	No. (%) correct	Expected	No. (%) correct	Expected	No. (%) correct	Expected	No. (%) correct
Rifampin	S	23 (100)	S	23 (100)	R	24 (100)	R	24 (100)
<i>rpoB</i> mutation					S531L	19 (79)	H526T	18 (75)
					No response	5 (21)	No response	6 (25)
Isoniazid	R	20 (100)	S	20 (100)	R	19 (100)	S	20 (100)
<i>katG</i> mutation	S315T	20 (100)	S	20 (100)	S315T	17 (89)	S	19 (100)
					No response	2 (11)		
<i>inh</i> mutation	S	19 (100)	S	19 (100)	S	19 (100)	S	20 (100)

Abbreviations: S, susceptible; R, resistance.

Table 14. Performance of microscopic examination of stool preparation in parasitology

Survey no. (no. lab)	Good	No. (%)	Acceptable	No. (%)	Not acceptable	No. (%)
P1401 (102)	Hook worm eggs	87 (85.3)	Hookworm larvae	2 (2.0)	<i>Ascaris</i> sp. eggs	6 (5.9)
					<i>Trichostrongylus</i> eggs	4 (3.9)
					<i>Diphylobothrium</i> sp. eggs	2 (2.0)
					No parasite seen	1 (1.0)
	Subtotal	87 (85.3)	Subtotal	2 (2.0)	Subtotal	4 (12.7)
P1402 (102)	<i>Trichuris trichiura</i>	102 (100.0)				
	Subtotal	102 (100.0)	Subtotal	0	Subtotal	0
P1403 (98)	No parasite seen	70 (71.4)			<i>Entamoeba coli</i>	15 (15.3)
					<i>Ascaris</i> sp. eggs	6 (6.1)
					<i>Enterobius vermicularis</i> eggs	3 (3.1)
					<i>Clonorchis</i> / <i>Metagonimus</i> eggs	1 (1.0)
					Hookworm eggs	1 (1.0)
					<i>Paragonimus</i> sp. eggs	1 (1.0)
					<i>Trichostrongylus</i> eggs	1 (1.0)
	Subtotal	70 (71.4)	Subtotal	0	Subtotal	28 (28.6)
P1404 (102)	<i>Giardia intestinalis</i> (<i>lamblia</i>)	94 (92.2)			<i>Entamoeba histolytica</i> / <i>disper</i>	3 (2.9)
					<i>Diphylobothrium</i> sp. eggs	1 (1.0)
					<i>Endolimax nana</i>	1 (1.0)
					<i>Pentatrichomonas</i> (<i>Trichomonas</i>) <i>hominis</i>	1 (1.0)
					No parasite seen	2 (2.0)
	Subtotal	94 (92.2)	Subtotal	0	Subtotal	8 (7.8)
P1405 (102)	<i>Diphylobothrium</i> sp. eggs	92 (90.2)			<i>Paragonimus</i> sp. eggs	7 (6.9)
					<i>Clonorchis</i> / <i>Metagonimus</i> eggs	2 (2.0)
					<i>Fasciola hepatica</i> / <i>Fasciolabuski</i> eggs	1 (1.0)
	Subtotal	92 (90.2)	Subtotal	0	Subtotal	10 (9.8)

1곳, T1420 위감수성 2곳이 있었다(Table 12). 결핵균 신속내성 검사에서 isoniazid와 rifampin 내성 검출 모두 100.0% 정답률을 보였다(Table 13).

6. 기생충검사

P1401 Hookworm eggs 85.3%, P1402 *Trichuris trichiura*는 100.0%, *Giardia intestinalis* 94.2%, *Diphylobothrium latum* eggs 90.2%의 정답률을 보였는데 기생충이 없었던 P1403의 정답률이 71.4%로 가장 낮았다(Table 14).

7. 연구용 털곰팡이류 배양 및 동정, 카바페네메제 생산 장내세균 검출

털곰팡이류 배양 동정검사 신빙도조사에 참여해서 동정결과를 입력한 기관 중 F1401 *Aspergillus terreus*, F1402 *Aspergillus fumigatus*, F1403 *Aspergillus flavus*, F1404 *Trichophyton rubrum*, F1405 *Trichophyton mentagrophyte* 등의 종수준 동정 정확도는 78.5%, 92.1%, 82.0%, 65.6%, 48.4%로 *A. fumigatus*의 정확도가 가장 높았고, *Trichophyton* 종의 동정능은 *Aspergillus* 종보다 낮았다(Table 15).

카바페네메제생산 장내세균 검출에서 선별 시험인 MHT에 C1401 위음성이 7.5%, C1402, C1403의 위양성이 49.5%, 15.4% 발생하였다. C1402 AmpC β -lactamase를 생산하는 *E. cloacae*를 *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase (KPC) 생산 균주로 보고한 기관이 45곳(63.4%)에 달했다(Table 16).

고찰

세균 분야의 회원기관 수나 응답률은 2013년 신빙도조사 때와 유사하였다[7]. 그람음성간균에 대해서는 배양과 동정검사 수행능이 우수한데 *Salmonella* 혈청형 검사를 실시하지 않거나 혈청형 오류가 20.0%를 넘어서 혈청형 검사에 대한 질 관리가 필요함을 알 수 있었다. 가장 동정 정확도가 떨어지는 균종은 비교적 흔하지 않은 *Candida*의 종수준 동정으로 *C. glabrata*, *C. auris*는 48.0%, 1.6%에 불과하였다. 특히 *C. auris*는 표현형적으로나 유전형적으로 *Candida haemulonii*와 유사하여 complex를 이루는 균종으로 2009년 일본에서 처음 외이도에서 분리되어 *C. auris*로 명명되었다[8]. 국내에서 만성중이염환자의 이루에서 흔히 분리되는 *Candida* 종으로, 분자역학적으로도 *C. auris*의 확산이 클론성인 것으로 보고된 바 있다. 국내 한 대학병원에서 진균혈증 3예가 보고

될 때 azole 내성으로 인한 치료실패와 치명률을 보였다. 따라서 이 균종이 임상 검체에서 분리될 때 종동정을 정확히 해주는 것이 임상적으로 중요하다. 현재 상업화된 동정키트로 는 종수준 동정이 안 되지만, M1414에서 대부분 종수준 동정이 *C. haemulonii*였던 것처럼 Vitek YST 카드에서는 *C. haemulonii*로 동정되고, API 20에서는 *Rhodotorula glutinis*로 동정된다는 것이 실마리가 될 수 있다. *C. haemulonii* 또는 *R. glutinis*로 동정되는 균이 집락성상이 *Rhodotorula*와 달리 *Candida* 종으로 생각되고, fluconazole 내성이 있다면 *C. auris*를 추정할 수 있을 것이다. CHROMagar *Candida* 배지에서는 pink colony로 나타나서 *C. haemulonii*의 lavender colony와 감별할 수 있다. Vitek YST에서 *C. haemulonii*로 동정되는 균종은 *C. haemulonii* complex에 속하는 *C. pseudohaemulonii*, *C. auris* 등을 포함하기 때문에 종수준의 신뢰성은 없고, 현재 정확한 종수준 동정을 위해서는 ITS 부위의 염기서열분석이 필요하다.

2014년에는 특수세균 신빙도조사 참여기관 수가 86기관으로 증가하였다. 배양과 동정이 까다로운 그람양성 간균으로 *E. rhusiopathiae*, *C. jeikeium*, 혐기성세균으로 *F. magna*, *A. odontolyticus*, *C. tertium*, 털곰팡이류로 *Scedosporium apiospermum* 등을 배양 동정하는 시도를 통해 혐기성균과 털곰팡이류에 대한 수행능을 평가할 수 있었다. *A. odontolyticus*는 *A. meyeri*로 동정하는 오류가 많아서 *Actinomyces* 종동정에 생화학적 동정방법을 대체하는 동정방법이 필요하다는 것을 알 수 있다. Matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry는 *Actinomyces* 등 혐기성균 동정에 유용하게 사용될 수 있을 것이다[9].

M1402 *K. pneumoniae* 주의 광범위 세팔로스포린 내성은 ESBL 음성, AmpC β -lactamase 양성에서 기인하는데도 Vitek2를 사용하는 기관에서 ESBL 양성으로 판독하여 검사기관의 30.0%가 위양성으로 판독하고, cefepime MIC $\leq 1 \mu\text{g/mL}$ 임에도 내성으로 보고하였다. Vitek 2의 expert 알고리즘을 사용하여 감수성판독결과를 변경하는 것은 표준법은 아니기 때문에 ESBL 위양성 판독 위험성에 주의해야 할 것이다. 이 균주는 amikacin, gentamicin의 일치율이 매우 낮았는데 이 균주는 16S rRNA methylase에 의한 내성기전을 가지고 있을 것으로 추정되며, 2010년 보고[10]에서 국내 임상분리 *K. pneumoniae*는 16.0%가 이 기전에 의한 내성을 가지고 있어서 그람음성간균 중 가장 높은 빈도였고, 외국보다 훨씬 흔하다고 발표된 바 있다. Vitek2에서 *Acinetobacter baumannii*의 ArmA 16S rRNA methylase에 의한 aminoglycoside 내성

Table 15. Performance of culture and identification of molds in the experimental challenge of F1401-F1405

Survey no.	Expected results	Species identification results	No. lab (%)
F1401	<i>Aspergillus terreus</i>	<i>Aspergillus terreus</i>	51 (56.0)
		<i>Aspergillus</i> sp.	5 (5.5)
		<i>Aspergillus flavus</i>	3 (3.3)
		<i>Aspergillus fumigatus</i>	1 (1.1)
		<i>Aspergillus nidulans</i>	1 (1.1)
		<i>Cryptococcus laurentii</i>	1 (1.1)
		Mold, refer for identification	1 (1.1)
		<i>Penicillium marneffeii</i>	1 (1.1)
		<i>Scedosporium apiospermum</i>	3 (3.3)
		Test not performed	1 (1.1)
		No response	23 (25.3)
		Total	91 (100.0)
F1402	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	58 (63.7)
		<i>Aspergillus</i> sp.	3 (3.3)
		<i>Aspergillus nidulans</i>	1 (1.1)
		Mold, refer for identification	4 (4.4)
		Test not performed	1 (1.1)
		No response	24 (26.4)
		Total	91 (100.0)
F1403	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	50 (54.9)
		<i>Aspergillus</i> sp.	6 (6.6)
		<i>Aspergillus terreus</i>	2 (2.2)
		<i>Aspergillus niger</i>	1 (1.1)
		<i>Aspergillus versicolor</i>	1 (1.1)
		Mold, refer for identification	4 (4.4)
		Test not performed	1 (1.1)
		No response	26 (28.6)
		Total	91 (100.0)
F1404	<i>Trichophyton rubrum</i>	<i>Trichophyton rubrum</i>	42 (46.2)
		<i>Trichophyton</i> sp.	7 (7.7)
		<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	5 (5.5)
		<i>Trichophyton tonsurans</i>	4 (4.4)
		<i>Aspergillus flavus</i>	1 (1.1)

(Continued to the next page)

Table 15. Continued

Survey no.	Expected results	Species identification results	No. lab (%)
		<i>Aspergillus nidulans</i>	1 (1.1)
		<i>Aspergillus terreus</i>	1 (1.1)
		<i>Coccidioides immitis</i>	1 (1.1)
		<i>Penicillium</i> sp.	1 (1.1)
		Yeast like organism	3 (3.3)
		Test not performed	1 (1.1)
		No response	25 (27.5)
		Total	91 (100.0)
F1405	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	30 (33.0)
		<i>Trichophyton tonsurans</i>	12 (13.2)
		<i>Trichophyton</i> sp.	9 (9.9)
		<i>Trichophyton rubrum</i>	8 (8.8)
		<i>Aspergillus niger</i>	1 (1.1)
		<i>Paecilomyces</i> sp.	1 (1.1)
		Yeast like organism	3 (3.3)
		No growth	1 (1.1)
		Test not performed	1 (1.1)
		No response	25 (27.5)
		Total	91 (100.0)

을 농친다는 것과 디스크확산법에서 이중 억제대를 보인다는 것이 이미 발표된 바 있다[11]. 16S rRNA methylase 내성기전이 흔한 국내에서 16-20시간의 배양 후 MIC를 측정하는 표준법과 달리 더 신속한 판독 알고리즘으로 감수성 검사를 하는 키트를 사용할 때 aminoglycoside 내성을 놓칠 수 있다는 것을 보여준 결과로서 임상검사실에서 감수성 검사의 질 관리에 참고해야 할 것으로 판단하였다.

M1411 *P. aeruginosa*의 meropenem 감수성 결과 판정을 보류하였다. 이는 2012년 변경된 기준을 제대로 적용하지 않았던 것과 meropenem MIC가 중등도 내성범위에서 더욱 일 치율이 낮았던데 기인하여 *P. aeruginosa* 카바페넴 감수성판 독에 대한 질 관리의 중요함을 보여주었다.

B. cepacia, *S. aureus*, *S. pneumoniae* 항균제 감수성 검사에서 여전히 보고할 항균제를 빠뜨리거나 잘못된 감수성 검사법으로 검사하거나 검체에 따라 보고해서는 안 되는 항균제를 보고하는 것 등이 부적절한 평가의 중요한 원인이었으며, vancomycin 내성 등 불가능한 내성을 보고하는 기관들도 1-2 기관 있었다. 따라서 이들 기관들은 항균제감수성 검사의 중요

Table 16. Performance of modified Hodge test and combined disk inhibition test of C1401, C1402, and C1403

Survey no.	Carbapenemase activity	No. (%) of participants					
		Modified Hodge test		Combined disk inhibition test with		Final typing results of Carbapenemase	
		Meropenem	Ertapenem	Boronic acid	EDTA		
C1401	Negative	3 (7.5)	0	56 (87.5)	2 (3.2)	Negative	3 (4.2)
VIM-positive	Weak	7 (17.5)	4 (10.8)	0	1 (1.6)	Class A (KPC)	1 (1.4)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Positive	30 (75.0)	33 (89.2)	8 (12.5)	60 (95.2)	Class B (MBL)	65 (90.3)
	Total	40 (100.0)	37 (100.0)	64 (100.0)	63 (100.0)	Class D (OXA)	0
C1402	Negative	23 (60.5)	26 (70.3)	4 (6.2)	59 (96.7)	Negative	23 (32.4)
AmpC-positive	Weak	3 (7.9)	3 (8.1)	0	0	Class A (KPC)	45 (63.4)
<i>Enterobacter cloacae</i>	Positive	12 (31.6)	8 (21.6)	61 (93.3)	2 (3.3)	Class B (MBL)	0
	Total	38 (100.0)	37 (100.0)	64 (100.0)	63 (100.0)	Class D (OXA)	1 (1.4)
C1403	Negative	33 (84.6)	34 (91.9)	62 (93.9)	61 (93.8)	Negative	63 (88.7)
<i>Escherichia coli</i>	Weak	2 (5.1)	0	0	0	Class A (KPC)	0
	Positive	4 (10.3)	3 (8.1)	4 (6.1)	2 (3.2)	Class B (MBL)	1 (1.4)
	Total	39 (100.0)	37 (100.0)	64 (100.0)	63 (100.0)	Class D (OXA)	5 (7.0)

Abbreviations: KPC, *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase; MBL, metalloβ-lactamase; OXA, Oxacillinase; Weak, weak positive.

한 질 관리방안으로 균종별 검사할 항균제 패널의 선정, 가능성이 매우 희박한 균종-항균제내성 조합 등에 대한 기준을 설정하는 것을 우선해야 할 것이다.

M1422 *Salmonella* serogroup C와 *Salmonella* serogroup D 두 주 모두 fluoroquinolone 계열의 감수성 검사에 부적합 결과가 많았다. CLSI는 장내세균속에 대한 ciprofloxacin, levofloxacin breakpoint로는 *Salmonella* 내성을 검출할 수 없기 때문에 nalidixic acid를 지시항균제로 사용할 것을 권장해왔다. 하지만 90년대 말부터 *Salmonella*에서 plasmid에 의해 확산되는 *qnr* 유전자의 변이나 *aac(6')Ib-cr*로 인한 낮은 수준의 fluoroquinolone 내성이 문제가 되는데 이들 내성은 nalidixic acid 선별만으로 검출이 어려워서[12] nalidixic acid를 지시자로 사용해도 모든 fluoroquinolone 내성을 검출할 수는 없다고 기술하고 있다. 2012년 *Salmonella*만을 위한 ciprofloxacin breakpoint를 독립적으로 만들면서 nalidixic acid를 사용하는 기관이라도 ciprofloxacin의 새로운 breakpoint를 적용하면 추가적으로 내성을 검출하는 장점이 있다고 권장하였고, 2014년에는 levofloxacin breakpoint가 추가되었다. 하지만 자동화된 MIC검사법 장비를 주로 사용하는 임상검사실로서 ciprofloxacin, levofloxacin 항균제의 농도가 이 정도로 낮은 범위를 포함한 패널은 국내에 없기 때문에 nalidixic acid를 적극 활용하거나 ciprofloxacin Etest 등 보완적인 검사방법을 마련할 필요가 있을 것이다. 이에 CLSI도

2012년에 비해 2014년 오히려 최신 breakpoint를 도입하기 전에는 nalidixic acid를 사용할 수 있다고 권장하고 있다[5].

다제내성균 감시배양에 해당하는 검체 중 M1404 MRSA 감시배양은 비교적 높은 정답률을 보인 반면 M1413 반코마이신 감수성인 장구균과 VRE를 혼합한 검체에 대해 매우 낮은 정답률을 보였다. 이는 감시배양은 목표를 선별적으로 민감하게 키울 수 있는 선택배지를 사용해야 질을 높일 수 있음을 보여준다.

기생충 검정은 처음 시도였는데 hookworm 충란의 동정률이 85.3%로 가장 낮았고, 편충란은 100.0% 정확도를 보였다. 가장 작은 양성 충체라고 할 수 있는 원충류인 *G. intestinalis*의 동정능도 92.2%에 달해서 가상현미경에 의한 검정이 성공적이었음을 보여준다. 하지만 기생충이 없는 검체에 대해 정답률이 가장 낮았던 이유는 가상현미경상에서 1,000배 배율까지 확대해 보지 못하는 한계점 때문일 수 있어서 향후 보완이 필요하다.

털곰팡이류 연구모들은 *Trichophyton* 종동정능이 *Aspergillus*보다 낮다는 것을 보여주었고, 카바페넴제 검출검사 모듈은 MHT가 AmpC β-lactamase에 위양성이 있을 수 있음을 주의해야 한다는 것을 보여 주었다. DHA-1, ACT-1, CMY-2 등은 carbapenem을 분해하는 활성도가 있는 AmpC β-lactamase라서 위양성이 자주 발생한다[13]. 특히 국내 carbapenem 내성 장내세균은 대부분 'AmpC

β -lactamase+porin loss'에 기인하기 때문에[14] MHT에 양성, boronic acid 억제 양성일 때 AmpC β -lactamase를 먼저 고려해야 한다. 국내에서 carbapenemase producing Enterobacteriaceae 선별, 확인검사를 정착시키려면 지속적인 교육과 질 관리가 필요할 것이다.

결론적으로 2014년 임상미생물학 신빙도조사는 항균제 내성균 감시배양, 털곰팡이류, 기생충학 검사 등 임상미생물 분야를 지속적으로 확대하여 참여기관에 더 포괄적인 외부정도관리프로그램을 제공할 수 있었다. *Candida* 종수준 동정, *Actinomyces* 종의 동정, 털곰팡이류 종동정 등은 여전히 개선이 필요한 부분이었다. 항균제 감수성의 새로운 방법 또는 기준의 제대로 도입하지 못하거나 항균제 선정과 감수성 검사방법을 잘못 선택하는 오류가 여전히 항균제감수성 검사에서 빈번하여 지속적인 질 관리가 필요하였다.

REFERENCES

1. Jones RN, Glick T, Sader HS, Flamm RK, Ross JE, Rhomborg PR, et al. Educational antimicrobial susceptibility testing as a critical component of microbiology laboratory proficiency programs: American Proficiency Institute results for 2007-2011. *Diagn Microbiol Infect Dis* 2013;75:357-60.
2. Snell JJ, Brown DE, Perry SF, George R. Antimicrobial susceptibility testing of enterococci: results of a survey conducted by the United Kingdom National External Quality Assessment Scheme for Microbiology. *J Antimicrob Chemother* 1993;32:401-11.
3. Chaitram JM, Jevitt LA, Lary S, Tenover FC; WHO Antimicrobial Resistance Group. The World Health Organization's External Quality Assurance System Proficiency Testing Program has improved the accuracy of antimicrobial susceptibility testing and reporting among participating laboratories using NCCLS methods. *J Clin Microbiol* 2003;41:2372-7.
4. EUCAST. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters (http://www.eucast.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCAST_files/Breakpoint_tables/Breakpoint_table_v_4.0.pdf Accessed January 1, 2014).
5. Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: 24th informational supplement, M100-S24. Wayne (PA): Clinical and Laboratory Standards Institute, 2014.
6. Spellerberg B, Brandt C. Special phenotypic methods for detecting antibacterial resistance. In: Swenson JM, Patel JB, Jorgensen JH, editors. *Manual of clinical microbiology*. 10th ed. Washington (DC): ASM press, 2011;1168.
7. Ko YJ, Kim MN, Kim EC, Shin JH, Lee NY, Kim S, et al. Annual report on external quality assessment scheme in clinical microbiology in Korea (2013). *J Lab Med Qual Assur* 2014;36:122-39.
8. Kim MN, Shin JH, Sung H, Lee K, Kim EC, Ryoo N, et al. *Candida haemulonii* and closely related species at 5 university hospitals in Korea: identification, antifungal susceptibility, and clinical features. *Clin Infect Dis* 2009;48:e57-61.
9. Ng LS, Sim JH, Eng LC, Menon S, Tan TY. Comparison of phenotypic methods and matrix-assisted laser desorption ionisation time-of-flight mass spectrometry for the identification of aero-tolerant *Actinomyces* spp. isolated from soft-tissue infections. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2012;31:1749-52.
10. Lee H, Koh EM, Kim CK, Yum JH, Lee K, Chong Y. Molecular and Phenotypic Characteristics of 16S rRNA Methylase-producing Gram-negative Bacilli. *Korean J Clin Microbiol* 2010;13:19-26.
11. Jung S, Yu JK, Shin SH, Park KG, Jekarl DW, Han K, et al. False susceptibility to amikacin by VITEK 2 in *Acinetobacter baumannii* harboring *armA*. *Ann Clin Lab Sci* 2010;40:167-71.
12. Cavaco LM, Aarestrup FM. Evaluation of quinolones for use in detection of determinants of acquired quinolone resistance, including the new transmissible resistance mechanisms *qnrA*, *qnrB*, *qnrS*, and *aac(6')Ib-cr*, in *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* and determinations of wild-type distributions. *J Clin Microbiol* 2009;47:2751-8.
13. Mammeri H, Guillon H, Eb F, Nordmann P. Phenotypic and biochemical comparison of the carbapenem-hydrolyzing activities of five plasmid-borne AmpC β -lactamases. *Antimicrob Agents Chemother* 2010;54:4556-60.
14. Lee K, Lee M, Shin JH, Lee MH, Kang SH, Park AJ, et al. Prevalence of plasmid-mediated AmpC β -lactamases in *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in Korea. *Microb Drug Resist* 2006;12:44-9.

임상미생물학분과 신빙도조사 결과보고(2014)

고영진¹ • 김미나¹ • 김의중² • 신종희³ • 이남용⁴ • 김선주⁵ • 정석훈⁶ • 김재석⁷
김창기⁸ • 배혜경⁹ • 윤남섭¹ • 주세익² • 황유연⁴ • 김건한⁶ • 장인호¹⁰ • 허진¹¹

대한임상검사정도관리협회 임상미생물학분과위원회

¹울산대학교 의과대학 서울아산병원 진단검사의학과, ²서울대학교 의과대학 서울대병원 진단검사의학과, ³전남대학교 의과대학 전남대병원 진단검사의학과, ⁴성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 진단검사의학과, ⁵경상대학교 의과대학 경상대병원 진단검사의학과, ⁶연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 진단검사의학과, ⁷한림대학교 의과대학 강동성심병원 진단검사의학과, ⁸결핵연구원 진단검사의학과, ⁹녹십자 의료재단 진단검사의학과, ¹⁰연세대학교 원주교과대학 원주기독병원 진단검사의학과, ¹¹고려대학교 의과대학 안산병원 진단검사의학과

대한임상검사정도관리협회 임상미생물학분과는 2014년 3월, 6월, 9월에 신빙도조사를 하였다. 이번 신빙도조사에는 기생충학 부분이 새롭게 포함되었다. 각 조사마다 일반세균학의 그람염색, 배양, 동정 및 감수성 검사를 위한 서로 다른 조합의 세균과 효모균 5종으로 구성된 3가지 세트와 AFB 염색을 위한 5개의 고정된 객담 도말 슬라이드를 배분하였다. 매 기간마다 혐기균과 털곰팡이류의 배양 및 동정을 위한 두 가지 특수세균 배양을 위한 배지를 신청기관에 분배하였고 3월과 6월 조사에는 5개의 항산균 배양 및 동정 검체, 5개의 항결핵제 감수성 검사를 위한 검체, 두 개의 신속 항결핵제 감수성 검사를 위한 항산균주를 신청기관에 배분하였다. 대변 기생충 검경을 위한 5개의 가상 현미경 슬라이드를 6월 조사 때 각 참여기관에 시험적으로 오픈하였다. 총 340 검사기관이 참여하였고 1차, 2차, 3차 조사 때 각각 330기관(97.0%), 331기관(97.4%), 331기관(97.4%)이 결과를 회신하였다. 세균동정에서는 *Burkholderia cepacia*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus agalactiae*, *Plesiomonas shigelloides*, *Enterococcus faecalis*가 95.0% 이상의 기관이 적절하게 답했고, M1422의 세트를 구성한 *Salmonella* species group C와 group D는 9개 기관이 서로 다른 세트의 균으로 동정해 95.0% 미만의 동정률을 보였다. 다제내성균 감시배양 중 M1404 메티실린 내성 황색포도알균과 M1413 반코마이신 내성 장구균은 각각 89.6%와 69.0%의 기관만 정답을 보고하였다. *Candida albicans*, *Candida auris*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*의 동정 정확도는 각각 86.1%, 1.6%, 48.1%, 83.8%이었다. *S. aureus*에서 반코마이신을 디스크확산법으로 검사하는 것과 *S. pneumoniae*의 페니실린 감수성 검사 누락, *Salmonella* 종의 퀴놀론내성을 신뢰성있게 검출할 수 있는 검사의 부재 등이 항균제 감수성 검사의 부적절한 결과의 원인이었다. 특수세균조사에서는 털곰팡이류의 종동정에서 낮은 동정률을 보였다. 항산균 배양 동정 및 감수성 검사는 우수한 수준을 유지하였다. 대변 기생충 동정에서 연충류의 충란과 아메바 낭은 90.0% 이상의 적절한 동정률을 보였으나 음성 검체의 경우 28.6%에서 위양성 결과를 보였다. 결론적으로, 임상미생물학에서 진균의 칸디다 종과 털곰팡이류의 종수준의 동정이 질향상이 가장 필요한 분야였다. 또한 *S. aureus*에서 반코마이신 디스크확산법 검사를 하는 것과 *S. pneumoniae*의 페니실린 감수성 검사 누락이 여전히 항균제감수성 검사의 부적합 결과에서 흔한 원인이었다. 기생충학에서는 가상 현미경 검사를 성공적으로 도입하였다.

(J Lab Med Qual Assur 2015;37:153-178)

교신저자: 김미나

우)05505 서울구 송파구 올림픽로 43길 88, 서울아산병원 진단검사의학과
Tel: 02)3010-4511, Fax: 02)478-0884, E-mail: mnkim@amc.seoul.kr