

Nationwide Survey of Blood Culture Protocol in Clinical Microbiology Laboratories in Korea

Young Ah Kim¹, Dokyun Kim², Dongeun Yong², Kyungwon Lee²

¹Department of Laboratory Medicine, National Health Insurance Service Ilsan Hospital, Goyang,

²Department of Laboratory Medicine and Research Institute of Bacterial Resistance, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: The recovery of bacteria from blood can be affected by many factors. Standardization of blood culture methods is important for reliability. Herein, we aimed to investigate blood culture protocols in Korea. **Methods:** We performed a multicenter survey with a questionnaire about blood culture practices, which was sent by email to directors and clinical physicians in charge of clinical microbiology laboratories in May 2014. Total data from 18 participating hospitals were analyzed to be used as current baseline data, which is necessary to optimize blood culture protocols. **Results:** Many laboratories included recommended blood volume, which is a major factor for bacteria recovery rate. This varied across participating laboratories. For adults, blood sampling of 10 mL was

recommended by 10 laboratories and 20 mL was recommended by 5 laboratories. For children who weighed 14-36 kg and less than 14 kg, blood sampling of 10 mL (n=8) and 5 mL (n=7) was recommended, respectively. For neonates, less than 1 mL was recommended by 12 laboratories.

Conclusion: Substantial variations in blood culture protocols were seen across participating clinical microbiology laboratories. Efforts to standardize this protocol should be undertaken. (*Ann Clin Microbiol* 2016;19:97-104)

Key Words: Blood culture, Procedure, Sepsis, Standardization

INTRODUCTION

패혈증은 혈액 내 세균 감염에 대한 전신성 염증반응 증후군으로 적절한 치료 없이는 빠른 시간 내에 사망할 수 있는 위중한 질환이다. 효과적인 패혈증 치료에 신속하고 정확한 원인균의 동정과 효과적인 항균제 감수성 정보가 매우 중요하다[1]. 혈액배양 검사는 패혈증 환자에서 원인균을 검출하고 항균제 감수성 시험 결과를 얻기 위한 필수 검사이지만 채혈시기, 채혈량, 채혈 횟수, 소독제 등 여러 가지 요소들에 의하여 영향을 받을 수 있다[2,3].

검사의 질을 높은 수준으로 유지하기 위하여는 검사 지침을 확립하고 이를 잘 준수하는 것이 중요하다. 국내에서 흔히 사용하고 있는 혈액배양 검사지침은 미국의 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침[4]을 참고로 하여 각 의료기관 검사실에서 작성하여 사용하고 있다. 그 외에도 여러 나라에서 자국의 혈액배양 지침을 가지고 있지만[5], 각국의 의료

및 사회, 경제 환경이 상이하므로 외국의 혈액배양 지침들이 국내의 실정에 적합하다고 판단하기는 힘들다. 따라서, 관련 학회에서 국내 임상미생물 검사실에서 사용할 수 있는 표준화된 혈액배양 검사 지침을 제공하는 것은 필요하며, 이를 위해서는 먼저 임상미생물 검사실에서 시행하고 있는 혈액배양의 실제와 검사지침에 대한 현황 파악이 선행되어야 한다.

국내에서 임상미생물 검사실의 혈액배양 지침에 대한 조사 자료는 드물다. 2010년에 Shin 등[6]이 조사한 혈액 처방 횟수, 혈액량, 양성률, 오염률 및 혐기성/호기성 혈액병에서 분리된 세균에 대한 자료가 있는데, 이는 혈액배양 검사 실태 및 결과를 분석한 것이고 검사 지침에 대한 조사는 없었다.

본 연구에서는 혈액배양 검사를 직접 시행하고 있는 종합병원의 임상미생물 검사실을 대상으로 검사 시행 시간, 검체 접종 및 배양, 보고, 정도관리 등 혈액배양 검사 지침에 관한 문항으로 구성된 설문 조사를 시행하여 혈액배양 절차 및 지침에 대한 현황을 파악하여 향후 국내 혈액배양 검사 지침 표준화

Received 26 October, 2016, Revised 5 December, 2016, Accepted 10 December, 2016

Correspondence: Dongeun Yong, Department of Laboratory Medicine, Research Institute of Bacterial Resistance, Yonsei University College of Medicine, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea. (Tel) 82-2-2228-2442, (Fax) 82-2-364-1583, (E-mail) deyong@yuhs.ac

© The Korean Society of Clinical Microbiology.

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

시 참고자료로 하고자 하였다.

MATERIALS AND METHODS

Clinical Microbiology Procedure Handbook 제3판[3]을 참고하고 국내 검사실 사정을 반영하도록 ‘혈액배양 검사지침에 대한 설문’을 구성하였다(Appendix 1). 세부항목으로 검사일과 검체에 대하여는 채취 시기, 횟수, 정맥 천자당 혈액의 양, 피부 소독제 규정 등으로 구성하였다. 접종 및 배양에 대하여는 검체 거절 기준, 배양법과 배지, 배양병의 종류, 배양 기간, 그리고 맹계대 배양 규정을 설문하였다. 검사 및 보고에서는 예비 결과 보고시간, 양성결과 보고 방법, 계대배양 방법, 그리고 균종에 따른 항균제 감수성 시험 규정을 포함하였다. 정도관리에서는 배지 무균성 확인, 오염률 및 양성률 감시, 그리고 접종 혈액량 감시로 구성하였다.

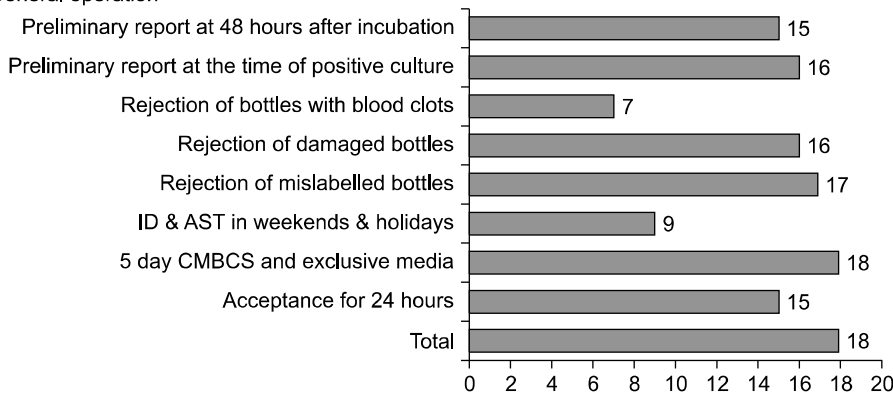
설문은 2014년 5월에 수행되었고, 임의로 선택한 전국 21개 종합병원과 상급 종합병원 중 18기관으로부터 회신을 받은 자료를 취합하여 정리하였다. 참여 기관들의 규모는 약 400병상에서 2,000병상으로 다양하였다. 지역은 서울(6개 병원), 경기도(2개 병원), 충청남도(1개 병원), 경상북도(2개 병원), 경상남도(2개 병원), 전라남도(1개 병원), 전라북도(1개 병원), 강원도(2개 병원) 및 제주도(1개 병원)에 분포하였다.

RESULTS

혈액배양 검사결과에 대한 예비보고(Preliminary report)는 18개 기관 중 배양 양성일 때 보고를 시행하는 기관이 16개(89%), 48시간까지 자라지 않았을 때 음성 결과를 보고해 주는 기관이 15개(83%)이었다(Fig. 1A). 부적절한 라벨과 혈액병의 손상을 각각 17개(94%)와 16개(89%) 검사실에서 검체 거절 기준으로 검사지침에 포함하고 있었다(Fig. 1A). 그러나, 혈전 생성은 7개(39%) 검사실에서만 거절기준으로 명시하고 있었다(Fig. 1A). 세균 균종 동정과 항균제 감수성시험을 주말과 휴일에도 실시하도록 지침이 정해진 검사실은 9개(50%)였다(Fig. 1A). 설문에 참여한 18개의 모든 검사실에서 자동화 장비(continuous monitoring blood culture system)와 전용 혈액배양 병을 이용하여 5일간 배양을 시행하였다(Fig. 1A). 15개(83%) 검사실에서 24시간 혈액배양 접수를 시행하고 있었다(Fig. 1A).

성인 혈액배양 시 산소성과 무산소성 혈액배양병을 함께 접종하는 검사실은 17개(94%)였고, 소아 혈액배양병은 13개(72%) 검사실에서 사용하고 있었다(Fig. 1B). 전체 18기관 혈액배양 지침에서 감염성 심내막염 진단을 위한 채혈 시, 시간 간격을 두도록 권고하는 병원이 9개(50%)였다(Fig. 1B). 패혈증의 진단을 위해서는 각각 다른 2군데 이상에서 동시에 채혈할 것을 11개(61%) 검사실에서 지침에 포함하였다(Fig. 1B). 성인

A General operation



B Blood sampling

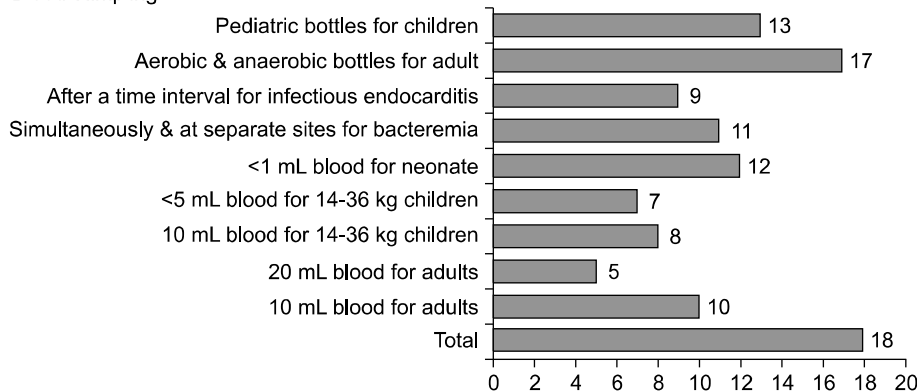
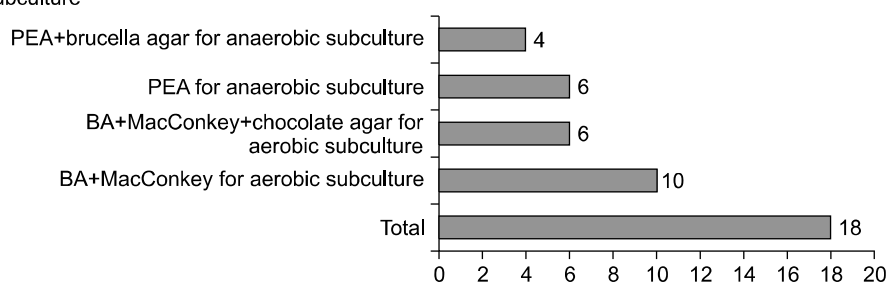
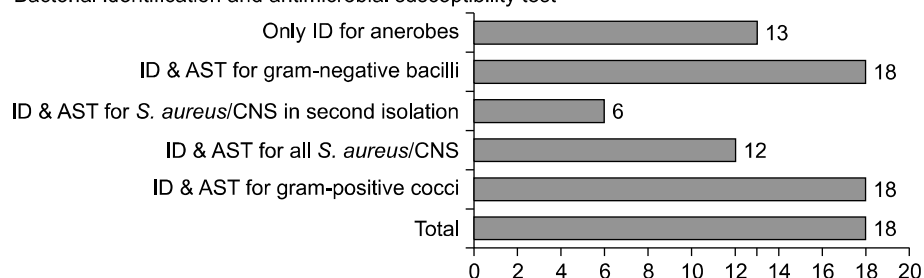


Fig. 1. The blood culture protocol and procedures in 18 microbiology laboratories in Korea. Abbreviations: QC, quality control; CNS, coagulase-negative staphylococci; PEA, phenylethyl alcohol blood agar; BA, blood agar; AST, antimicrobial susceptibility test; ID, identification; CMBCS, continuous monitoring blood culture system.

C Subculture



D Bacterial identification and antimicrobial susceptibility test



E Quality control

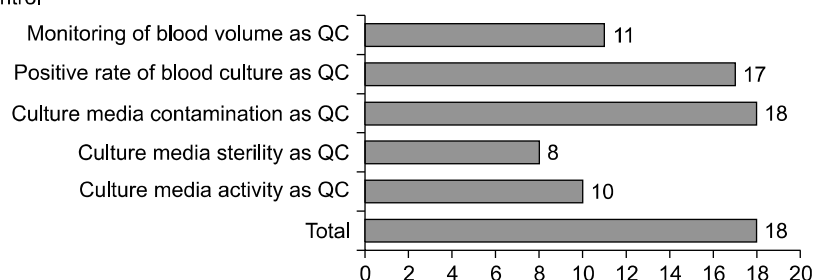


Fig. 1. Continued.

의 일 회 채혈량을 10 mL로 권고하는 곳이 10개(56%)였고, 20 mL로 권고하는 곳이 5개(28%)였다(Fig. 1B). 14-36 kg 소아의 일 회 채혈량으로는 7개(39%) 기관에서 5 mL 미만을, 8개(44%)기관에서 10 mL를 권고하였다(Fig. 1B). 신생아의 일 회 채혈량은 1 mL 미만으로 권고하는 기관이 12개(67%)였다(Fig. 1B).

성인 혈액배양 시 소독제로 povidone-iodine을 12개(67%) 병원에서 사용하였다. 이 중 5개(28%) 병원은 단독으로, 7개(39%) 병원은 다른 소독제와 병용하였다. 소아 혈액배양 시 11개(61%) 병원에서 povidone-iodine을 사용하였다. 이 중 단독 사용은 7개(39%) 병원, 다른 소독제와 병행 사용은 4개(22%) 병원이었다. 2개월 미만 영아에서 povidone-iodine이나 2% chlorhexidine을 사용하는 기관이 각각 7개(39%)와 8개(44%) 병원이었다.

무산소성 혈액배양병에서 균 증식이 검출된 경우 6개(33%) 병원에서는 phenylethyl alcohol 혈액한천배지에 계대배양하였고, 4개(22%) 병원에서는 Brucella 한천배지도 추가하였다(Fig. 1C). 산소성 혈액배양병에서 균 증식이 검출된 경우 계대배양을 위하여 혈액한천배지와 MacConkey 한천배지만 이용하는

검사실은 10개(56%)였고, 6개(33%) 검사실에서는 초콜릿 한천배지도 함께 사용하도록 지침에 포함되었다(Fig. 1C).

모든 설문 참여 검사실에서 *Enterococcus* spp.나 *Streptococcus pneumoniae* 같은 그람양성 알균과 *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp. 및 *Pseudomonas aeruginosa* 같은 그람음성 막대균은 동정과 항균제 감수성시험을 모두 시행하였다(Fig. 1D). *Staphylococcus aureus*와 coagulase 음성 *Staphylococcus*가 2회 이상 분리된 경우만 동정과 항균제 감수성시험을 시행하는 검사실은 6개(33%)였다(Fig. 1D). 혐기성 세균은 13개(72%) 병원에서 감수성 시험 없이 균종 동정만 시행하였다(Fig. 1D).

정도관리를 위하여 채혈량을 혈액배양병에 접종하는지를 감시하는 병원은 11개(61%)였다(Fig. 1E). 혈액배양의 오염율과 양성률은 각각 18개(100%) 병원과 17개(94%) 검사실에서 감시하고 있었다(Fig. 1E). 그러나, 배지의 활성도와 무균성은 각각 10개(56%) 병원과 8개(44%) 병원에서 시행하였다(Fig. 1E). 혈액배양 양성률은 평균 $8.5 \pm 1.8\%$ (6.0-14.0%)였고, 오염률은 $1.4 \pm 0.7\%$ (0.17-2.8%)였다.

DISCUSSION

접종 혈액의 양은 혈액배양의 성적에 있어서 가장 중요한 요인으로 충분한 양의 혈액채취는 혈액배양의 양성률을 높이고 균 검출시간을 줄이는데 중요하다[7,8]. 어른에서 추천하는 혈액량은 대부분 10 mL (69%)이지만 20 mL (24%)라는 보고도 있지만[9], 소아환자에서는 적은 혈액량, 채혈의 어려움, 혈액에 존재하는 세균의 농도가 높기 때문에 최소한의 혈액을 채취하여야 하고, 안전한 채혈량은 전체 혈액량의 1-5% 미만이어야 한다[10].

피부 소독은 피부 정상균무리에 의한 오염을 최소화하기 위해 시행하며 혈액배양의 오염률에 영향을 미친다. 기존 연구에 의하면 가장 많이 사용되는 피부 소독제는 isopropyl이나 ethyl 알코올 소독 후 사용한 povidone-iodine을 사용하는 것이었다. 기존 보고에서는 chlorhexidine-alcohol을 이용한 피부소독이 povidone-iodine을 사용할 때 보다 각각 2.0%와 1.1%로 혈액배양 오염률이 높았지만 두 방법 모두 사용 가능한 수준이라고 보고하였다[8]. 2개월 이상의 소아는 성인과 동일한 방법으로 피부소독을 실시하면 되지만 2개월 미만 영아는 70% isopropyl 알코올을 사용하도록 검사지침에 명시해야 하는데, 이는 신생아에서 요오드를 사용하면 갑상선기능저하증 발생 위험이 있기 때문이다[4]. 본 설문 참여기관 중 영아에서 추천되지 않는 povidone-iodine이나 2% chlorhexidine을 사용하는 기관이 있어서 신속히 수정해야 할 것으로 판단하였다.

국내에서 혈액배양 검사를 직접 시행하고 있는 대부분의 병원에서는 자동화된 혈액배양 장비를 이용하므로 5일 배양이 권장되고 감염성 심내막염이 의심되는 경우에도 배양기간의 연장은 불필요하지만, 까다롭게 자라는 *Bartonella*, *Legionella*, *Brucella*, *Nocardia*같은 세균이 의심되는 경우에는 배양 기간을 늘릴 필요가 있다[4]. 혈액배양은 한 번 채혈 시 쌍으로 의뢰되는 경우가 많은데 많은 패혈증 환자에서 통성 무산소성 세균과 진균이 무산소성 혈액 배양병에서만 증식하는 경우가 상당수 있다는 보고가 있어 혈액배양 시 산소성 혈액배양병과 무산소성 혈액배양병을 세트로 사용하는 것이 좋다[11]. 본 설문문에 참여한 모든 검사실에서 자동화 장비와 전용 혈액배양병을 이용하여 5일간 배양을 시행하여 수기로 혈액배양을 시행하는 곳은 없었는데, 이는 설문문에 참여한 기관이 모두 종합병원급 이상의 혈액배양검사를 직접 시행하는 의료기관이었기 때문일 것이다. 자동화 장비는 임의로 배양기간을 조정하기 어려운 단점이 있다. 따라서 패혈증이 강하게 의심되거나 항균제를 검체 채취 전에 투여받거나 치료에 반응하지 않아서 원인균을 반드시 분리하여야 하는 경우는 정해진 5일간의 배양 후에도 추가 배양을 시행하여 육안 관찰과 맹계대 배양을 시행을 고려할 수도 있다.

계대배양에서 phenylethyl alcohol 혈액한천배지, 혈액한천배지 및 MacConkey 한천배지만 사용한 기관의 혈액배양 양성률

은 평균 7.8% (6.0-9.8)였지만, 이러한 배지 외에도 *Brucella* 한천배지나 초코렛 한천배지를 추가 사용한 기관의 경우 혈액배양 양성률은 평균 9.0% (7.2-14)였다. 추가로 배지를 사용함에 따라 혈액배양 양성률에 긍정적인 효과를 보이는 이유는 잘 알려져 있는 대로 *Brucella* 한천배지는 vitamin K1과 Hemin이 첨가되어 배양이 까다로운 혐기성 세균의 증식을 돕고[12], 초콜릿 한천배지의 hemin (X factor) 및 Nicotinamide adenine dinucleotide (V Factor)가 *Haemophilus influenzae*, *Neisseria gonorrhoeae* 및 *Neisseria meningitidis* 같은 배양이 까다로운 세균의 분리를 돕기 때문에 생각된다[13].

대부분의 기관에서 혈액배양 검사 양성일 때와 48시간까지 자라지 않았을 때 음성 결과를 예비보고(Preliminary report)해 주고 있었고, 24시간 혈액배양 접수를 시행하고 있는 기관도 많았다. 패혈증 원인균의 신속한 검출과 보고는 패혈증 환자의 적절한 치료에 필수적이며 이는 환자의 예후에도 큰 영향을 미치므로[14,15], 혈액배양 표준지침에 반드시 포함되어야 할 내용으로 생각된다.

혈액배양의 정도관리 지표로 많이 사용하는 것은 채혈량, 오염률, 양성률 등이며 그 외에도 혈액병에 지연 접종, 검출시간, 이전 항균제 사용, 혈액배양 반복 의뢰, 장비의 위양성/위음성 등의 여러 지표를 적용할 수 있다[2]. 본 연구에 참여한 18개 병원의 혈액배양 양성률 평균 8.5%와 오염률 1.4%로 이전 연구의 혈액배양 양성률 평균 8.0%와 오염률 2.1%와 비교했을 때 큰 차이는 없었다[6]. 혈액 내 미생물 농도가 낮고, 피부 오염균이 자라면 배양 결과를 해석하기 어려운 경우가 많아, 향후 혈액배양 양성률을 높이면서, 오염균에 의한 위양성 유무를 판별할 수 있는 다양한 지표를 개발하여 정도관리를 철저히 하는 것이 필요하겠다.

본 설문 조사 결과 국내 의료기관의 임상미생물 검사실 간에 혈액배양 술기 및 지침에 상당한 차이가 있음을 알 수 있어 본 논문의 결과를 바탕으로 학회 차원에서 국내 혈액배양검사를 시행하는 기관을 위한 혈액배양 표준지침 제정이 필요한 것으로 판단하였다. 본 연구에서는 혈액배양 검사를 직접 수행하지 않고 타기관으로 의뢰를 보내는 중소병원에서의 혈액배양 검체 채취법, 접종시간, 양성률과 오염률 등에 대한 현황 파악은 포함하고 있지 않는데, 향후 이에 대한 추가 연구가 필요하리라 생각된다. 이는 혈액배양의 다양한 지표를 개발하고 혈액배양 검사를 외부로 의뢰하는 중소병원을 위한 혈액배양 검사의뢰 지침(채혈수기, 접종시간 등) 표준안 제정에 도움이 되리라 생각된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 보건 의료기술연구개발사업 지원에 의하여 이루어진 것입니다(과

제고유번호 HI12C0756).

귀중한 자료를 제공해주신 다음 분들께 감사를 드립니다.

김선주, 경상대학교 의과대학; 김영리, 제주대학교 의과대학; 김한성, 한림대학교 의과대학; 류남희, 계명대학교 의과대학; 서인범, 강원대학교 의과대학; 송원근, 한림대학교 의과대학; 신정환, 인제대학교 의과대학; 신중희, 전남대학교 의과대학; 어영, 연세대학교 원주의과대학; 이남용, 성균관대학교 의과대학; 이원길, 경북대학교 의과대학; 이창규, 고려대학교 의과대학; 이해수, 전북대학교 의과대학; 임인수, 단국대학교 의과대학; 최태열, 한양대학교 의과대학(가나다 순).

REFERENCES

- Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock, 2012. *Intensive Care Med* 2013;39:165-228.
- Kim S. Development of blood culture and quality improvement. *Ann Clin Microbiol* 2013;16:153-61.
- Versalovic J, Carroll KC, et al. eds. *Manual of Clinical Microbiology*. 8th ed. American Society for Microbiology; 2010:15-26.
- CLSI. Principles and procedures for blood cultures: approved guideline. CLSI document M47-A. Wayne, PA: Clinical Laboratory Standard Institute; 2007.
- Public Health England. Standards for microbiology investigations (SMI). <https://www.gov.uk/government/collections/standards-for-microbiology-investigations-smi> [Online] (last visited on 23 August 2016).
- Shin JH, Song SA, Kim MN, Lee NY, Kim EC, Kim S, et al. Comprehensive analysis of blood culture performed at nine university hospitals in Korea. *Korean J Lab Med* 2011;31:101-6.
- Kang H, Kim SC, Kim S. Comparison of chlorhexidine-alcohol and povidone-iodine for skin antisepsis and the effect of increased blood volume in blood culture. *Korean J Clin Microbiol* 2012; 15:37-42.
- Koh EH, Lee DH, Kim S. Effects of preincubating blood culture bottles at 37°C during the night shift and of collected blood volume on time to detection and days to final report. *Ann Clin Microbiol* 2014;17:14-9.
- Shin JH, Song SA, Kim MN, Kim S. Nationwide survey of blood culture performance regarding Skin disinfection, blood collection and laboratory procedures. *Korean J Clin Microbiol* 2011;14:91-6.
- Howie SR. Blood sample volumes in child health research: review of safe limits. *Bull World Health Organ* 2011;89:46-53.
- Song SA, Kim JH, Shin JH, Kim SH, Lee NY, Kim MN, et al. Clinical usefulness of routine use of anaerobic blood culture bottle. *Ann Clin Microbiol* 2014;17:35-41.
- Roe DE, Finegold SM, Citron DM, Goldstein EJ, Wexler HM, Rosenblatt JE, et al. Multilaboratory comparison of growth characteristics for anaerobes, using 5 different agar media. *Clin Infect Dis* 2002;35(Suppl 1):S36-9.
- Gunn BA. Chocolate agar, a differential medium for gram-positive cocci. *J Clin Microbiol* 1984;20:822-3.
- Barenfanger J, Graham DR, Kolluri L, Sangwan G, Lawhorn J, Drake CA, et al. Decreased mortality associated with prompt Gram staining of blood cultures. *Am J Clin Pathol* 2008;130: 870-6.
- Perez KK, Olsen RJ, Musick WL, Cernoch PL, Davis JR, Land GA, et al. Integrating rapid pathogen identification and antimicrobial stewardship significantly decreases hospital costs. *Arch Pathol Lab Med* 2013;137:1247-54.

=국문초록=

국내 임상미생물 검사실에서의 혈액배양지침 조사

¹국민건강보험공단 일산병원 진단검사의학과, ²연세대학교 의과대학 진단검사의학교실 세균내성연구소

김영아¹, 김도균², 용동은², 이경원²

배경: 혈액배양검사서 세균의 분리는 여러 가지 요인에 영향을 받는다. 따라서, 신뢰할 수 있는 배양결과를 얻기 위해서는 혈액배양의 표준화가 반드시 필요하다. 본 연구는 최근 국내 임상미생물 검사실의 혈액배양검사 지침을 조사하여 비교 분석하였다.

방법: 검사실에서 시행하고 있는 술기와 지침에 관한 설문지를 작성 후 전국의 임상미생물 검사실을 책임자로부터 전자 메일로 자료를 수집하였다. 총 18개 병원의 응답은 2014년 5월을 기준으로 작성되었다.

결과: 혈액배양 양성률에 가장 영향이 큰 혈액량도 어른인 경우 10개 병원에서는 10 mL, 5개 병원에서는 20 mL의 채혈을 권고하고 있었고, 몸무게가 14-36 kg의 어린이인 경우 8개 병원에서는 10 mL, 7개 병원에서는 5 mL 이하의 채혈을 권고하고 있었다. 신생아의 경우 12개 병원에서 1 mL 이하를 권고하고 있었다.

결론: 미생물 검사실마다 혈액배양의 술기와 지침은 상당한 차이가 있어 혈액배양에 대한 표준화된 지침이 필요한 것으로 판단하였다. [Ann Clin Microbiol 2016;19:97-104]

교신저자 : 용동은, 03722, 서울시 서대문구 연세로 50
연세대학교 의과대학 진단검사의학교실 세균내성연구소
Tel: 02-2228-2442, Fax: 02-364-1583
E-mail: deyong@yuhs.ac

Appendix 1. 혈액배양검사지침에 대한 설문

[검사일]

1. 검체 접수일(중복 표시가능): a) 평일 b) 주말 c) 공휴일 d) 야간
2. 동정 및 감수성 검사일(중복 표시가능): a) 평일 b) 주말 c) 공휴일 d) 야간

[검체]

검사실에서 지침서 등을 통하여 혈액배양에 대해 입상에 안내하고 있는 사항을 표시해 주십시오.

1. 시기

- 일반적인 균혈증: a) 다른 부위에서 동시에 채혈 b) 다른 부위에서 시간 간격을 두고 채혈
 감염성 심내막염: a) 다른 부위에서 동시에 채혈 b) 다른 부위에서 시간 간격을 두고 채혈

2. 횟수

- 성인: a) 1쌍 b) 2쌍 c) 3쌍 d) 4쌍 이상
 소아: a) 1쌍 b) 2쌍 c) 3쌍 d) 4쌍 이상

3. 정맥천자당(배양당) 혈액의 양

- 성인: a) 10 mL b) 20 mL c) 30 mL d) 기타(mL)
 소아(14-36kg): a) 10 mL b) 20 mL c) 30 mL d) 기타(mL)
 소아(1-6세): a) 1 mL b) 2 mL c) 3 mL d) 기타(mL)
 신생아: a) 1 mL b) 2 mL c) 3 mL d) 기타(mL)

4. 피부 주사독제(중복선택 가능)

- 성인: a) iodine-tincture b) 포비돈요오드(베타딘) c) 2% chlorhexidine d) 기타()
 소아: a) iodine-tincture b) 포비돈요오드(베타딘) c) 2% chlorhexidine d) 기타()
 2개월 미만 영아: a) iodine-tincture b) 포비돈요오드(베타딘) c) 70% isopropyl alcohol d) 기타()

5. 검체의 운송 제한시간: a) 1시간 b) 2시간 c) 3시간 d) 기타()

6. 접수 거절기준(중복선택 가능): a) 표기 오류 b) 용기 손상 c) 응고
 d) SPS와 다른 항응고제 사용 e) 기타()

[접종 및 배양]

1. 배양법: a) 수기법 b) 자동화법(장비명:)

2. 배지

- 수기법: a) Soybean-casein digest broth b) brain-heart infusion c) 기타()
 자동화: _____

3. 배양병의 종류(중복 표시가능): a) 한쌍의 산소성/무산소성 b) 한쌍의 산소성 c) 소아용 병

4. 배양 온도: a) 30°C b) 35°C c) 37°C d) 기타(°C)

5. 배양기간

- 수기법: a) 5일 b) 7일 c) 기타(일)
 자동화: a) 5일 b) 7일 c) 기타(일)

6. 음성혈액에서 맹계대 배양 시행

- 수기법: a) 1일 b) 2일 c) 3일 d) final e) 시행하지 않음 f) 기타()
 자동화: a) 1일 b) 2일 c) 3일 d) final e) 시행하지 않음 f) 기타()

[검사 및 보고]

1. 예비결과 시간(중복선택 가능) a) 24시간 no growth b) 48시간 no growth
c) 혈액배양 양성 시점 d) 예비보고 안함
2. 배양 양성인 경우 보고방법(중복선택 가능) a) 유선연락 b) SMS 문자 전송
c) 결과보고 외 별도로 통보 안함 d) 기타()
3. 배양병 양성인 경우 계대배양(중복선택 가능)
 - 산소성병: a) Blood agar plate (BAP) b) MacConkey agar c) 기타()
 - 무산소성병: a) Phenylethyl alcohol blood agar (PEBA) b) Kanamycin vancomycin laked blood (KVLB)
c) Bacteroides bile esculin agar (BBE) d)기타()
4. 균종에 따른 동정 및 항균제 감수성 시험(시행*: 작성 예)

의심되는 균종	동정	감수성	기타 조건 (예: 3쌍 중 2쌍 이상 증식시)
<i>S. aureus</i>	시행*	시행*	
<i>Coagulase negative Staphylococcus</i> (CNS)			
<i>Enterococcus</i> spp.			
<i>S. pneumoniae</i>			
<i>viridans Streptococcus</i>			
<i>E. coli</i>			
<i>Klebsiella</i> spp.			
<i>Enterobacter</i> spp.			
<i>Salmonella</i> spp.			
<i>P. aeruginosa</i>			
<i>Acinetobacter</i> spp.			
<i>Anaerobes</i>			
그 외 균종			

[정도관리]

1. 배지의 정도관리

예) 배지의 무균성은 새로운 lot마다 한 쌍의 혈액병을 5일간 배양하며, 배지의 성능시험은 새로운 lot마다 한 쌍의 무산소성병과 산소성병에 *H. influenzae*와 *B. fragilis*를 혈액과 함께 넣고 기계에 접수하여 5일간 배양 동정한다.

- 배지성능평가: a) 주기적 시행 b) 가끔 시행 c) 시행하지 않음
- 무균성시험: a) 주기적 시행 b) 가끔 시행 c) 시행하지 않음

2. 오염률 감시

- 시행여부: a) 주기적 시행 b) 가끔 시행 c) 시행하지 않음
- 2013년 평균 오염률(시행하는 경우): _____ %
- 오염균(중복선택 가능): a) *Bacillus* spp. b) *Corynebacterium* spp. c) *Propionibacterium* spp.
d) coagulase-negative *Staphylococcus* e) *Aerococcus* spp. f) *Micrococcus* spp.

3. 혈액배양의 양성률 감시

- 시행여부: a) 주기적 시행 b) 비정기적 시행 c) 시행 안함
- 2013년 평균 혈액배양의 양성률(시행하는 경우): _____ %

4. 접종 혈액량 감시

- 시행여부: a) 주기적 시행 b) 비정기적 시행 c) 시행 안함
- 2013년 평균 적정 혈액량 충족률(시행하는 경우): _____ %