

# 소아 대상 혈액배양검사 현황 파악을 위한 국내 다기관 설문조사

이영준 · 이지영 · 공섬김 · 연규민 · 홍유라 · 오지은

고신대학교 의과대학 소아과학교실

## A Multicenter Survey on the Current Status of Pediatric Blood Cultures in Korea

Young Joon Lee, Ji Young Lee, Seom Kim Kong, Gyu Min Yeon, Yoo Rha Hong, Chi Eun Oh

Department of Pediatrics, Kosin University Gospel Hospital, Kosin University College of Medicine, Busan, the Republic of Korea

**Purpose:** Blood culture is an essential diagnostic tool and requires clear indications, proper techniques, and quality control. We aimed to investigate whether blood cultures in children are appropriate for indications, are performed correctly, and receive proper quality control.

**Methods:** We conducted an online survey targeting pediatric infectious diseases (ID) specialists working in general hospitals and neonatologists (Neo) working at hospitals operating a neonatal intensive care unit in Korea.

**Results:** Approximately 81.1% (30/37) of pediatric ID specialists and 72.2% (52/72) of Neo responded to the survey. Some of the respondents (33.3% of ID and 59.6% of Neo) performed blood culture as a regular test irrespective of the indication. Approximately 40% of ID and 65.4% of Neo ordered only one set of blood culture in patients suspected with bacteremia. The most commonly used disinfectant for skin preparation was povidone-iodine, while the skin preparation method varied by institution. Approximately two-thirds of the institutions were monitoring the blood culture contamination rate, whereas relatively few provided staff with feedback on that rate. In addition, less than half of the institutions were providing regular staff training on blood culture (40% of ID and 28.8% of Neo).

**Conclusions:** The indication and methods of blood culture for children varied according to institution, and few hospitals exert effort in improving the quality of blood culture. Institutions have to strive constantly toward improvement of blood culture quality and evidence-based recommendations for pediatric blood cultures should be standardized.

**Key Words:** Blood culture; Infant, newborn; Child; Quality control; Surveys and questionnaires

## 서론

감염 질환이 의심되는 환자에서 원인을 파악하기 위해

접수: 2017년 8월 26일

수정: 2017년 10월 28일

승인: 2017년 10월 28일

책임저자: 오지은

고신대학교 의과대학 소아과학교실

Tel: 051) 990-3331, Fax: 051) 990-3065

E-mail: [chieunoh@kosin.ac.kr](mailto:chieunoh@kosin.ac.kr)

시행하는 검사 중 가장 중요하고 널리 이용되는 검사는 혈액배양검사이다. 혈액배양검사의 결과가 실제 환자 진료에 도움이 되기 위해서는 혈액배양을 위한 채혈부터 결과 보고에 이르기까지 전 과정에서 질 관리가 필요하다<sup>1,2)</sup>. 검사 결과가 위양성인 경우 항생제 사용 기간이 늘거나 추가 검사가 필요하게 되고, 반대로 결과가 위음성인 경우 진단이 어려워지기 때문이다<sup>1,3)</sup>.

혈액배양의 결과에 영향을 줄 수 있는 요인 중에서 혈액배양 술기와 관련된 것은 피부 혹은 카테터 입구의 소독, 채혈량, 채혈 횟수, 채혈 부위 등이 있고, 정도 관리와 연관된 것은 채혈 담당자, 배양병의 관리, 오염률 모니터링

과 피드백, 채혈 담당자 교육 등이 있다.

소아를 대상으로 혈액배양을 할 때 검사가 적절하게 이루어지기 위해서는 성인에서보다 고려해야 할 점이 더 많다. 신생아나 어린 영아의 경우 체내 혈액량이 매우 적고 채혈 자체도 어렵기 때문이다<sup>4)</sup>. 따라서 혈액배양이 꼭 필요한 상황에서 적절한 방법으로 검사를 시행하고 모든 과정에 대해 정도 관리를 하는 것이 중요하다.

이전에 혈액배양에 대한 국내 다기관 조사 연구가 시행되어 각 병원에서 사용하는 피부 소독제, 채혈 간격, 채혈량, 혈액배양병의 관리 등에 대하여 조사하였지만<sup>5)</sup>, 소아만을 대상으로 한 다기관 연구는 없었다. 그러므로 저자들은 국내 의료기관들에서 소아를 대상으로 실시하는 혈액배양의 적응증과 방법, 정도 관리 현황에 대해 파악하고자 소아청소년과 의사들을 대상으로 설문조사를 시행하였다.

## 방법

### 1. 대상

종합병원 혹은 상급종합병원에 근무하는 소아감염분과 전문의와 신생아 집중치료센터를 운영하는 병원에 근무하는 신생아분과 전문의를 대상으로 하였다. 여러 명의 분과 전문의가 근무하는 기관의 경우, 각 기관에서 분과 별로 한 명을 선정하였다. 소아감염분과 전문의는 응급실에 방문하였거나 병동 및 중환자실에 입원치료 중인 소아환자에서 시행되는 혈액배양검사에 대해, 신생아분과 전문의는 응급실에 방문하였거나 신생아실 및 신생아중환자실에서 입원 치료 중인 신생아를 대상으로 시행되는 검사에 대해 응답하도록 하였다. 소아감염분과 전문의와 신생아분과 전문의가 근무하는 기관이 동일하더라도 혈액배양을 시행하는 대상이 다르고 소아와 신생아를 진료하는 공간이 분리되어 있으며 서로 다른 인력에 의해 운영되므로 데이터는 각각 수집하였다.

### 2. 방법

서베이몽키(www.surveymonkey.com)의 설문조사 도구를 이용하여 2016년 9월 6일부터 10월 4일까지 온라인을 통해 결과를 수집했다. 조사에 포함된 내용은 다음과 같다.

#### 1) 응답자의 소속 의료기관 특성

응답자가 근무하는 기관이 상급종합병원, 종합병원, 혹은 일반병원 중 어디에 속하는지 확인하였다.

#### 2) 혈액배양의 적응증과 방법

일반적인 혈액배양의 적응증(패혈증, 침습세균감염, 원인 불명의 발열 등이 의심되는 상황) 이외에 임상증상과 무관한 정구검사로 혈액배양을 실시하는 경우가 있는지에 대하여 질문하였다.

각 구역별로 혈액배양을 주로 담당하는 사람의 직종을 조사하였고, 혈액배양을 할 때 prepackaged prep kit (혈액배양병을 제외한 모든 도구가 일회용으로 준비된 것)를 사용하는지 여부, 혈액배양 시 항상 멸균 장갑을 착용하도록 하고 있는지 여부와 착용 시점을 확인하였다. 배양병과 채혈량에 대해서는 사용하는 혈액배양병의 종류, 소아용 혈액배양병을 사용하는 경우 연령 혹은 체중 제한이 있는지 여부 및 그 기준, 소아용 혈액배양병에 담는 최소 혈액량 기준, 호기성 배양병에 담는 최소 혈액량 기준을 알아보았다. 채혈 횟수에 대한 질문에서는 균혈증이 의심될 때 말초혈관에서 채혈하는 경우 일반적으로 몇 회의 혈액배양을 실시하는지 확인하였고, 2회 이상의 혈액배양을 처방하는 경우 각각 다른 부위에서 채혈하고 있는지를 조사하였다. 혈액배양을 위한 채혈 시 사용하는 바늘, 도관에 대해서는 말초혈관에서 혈액배양을 위한 채혈을 할 때 주로 어떤 혈관을 이용하는지, 말초혈관을 천자할 때 주로 어떤 종류의 바늘을 사용하는지, 혈관 내 도관을 가지고 있는 환자에서 혈액배양을 실시하는 경우, 혈액배양을 위한 채혈 시 이용하는 도관 종류를 조사하였다. 소독 방법에 대해서는 혈액배양병의 뚜껑 소독 여부, 뚜껑 소독제의 경우 어떤 소독제를 사용하는지, 피부 소독제는 어떤 것을 사용하는지, 두 가지 이상의 피부 소독제를 사용하는 경우 어떤 순서로 소독을 시행하는지에 대하여 물어보았다.

사용하는 혈액배양병의 종류에 대한 질문과 혈액배양을 위한 채혈에 사용된 도관, 피부 소독제 종류, 혈액배양병 뚜껑 소독제 종류에 대하여서는 복수 응답이 가능하였다.

#### 3) 혈액배양 정도 관리

야간이나 주말에 채혈하는 경우 혈액배양병을 바로 자동화 장비에 투입할 수 있는지 혹은 보관했다가 장비에 투입하는지를 조사하였고, 혈액배양에서 균이 자라는 경우 전산상의 결과로 확인하는 것 이외에 검사실에서 담당 의료진에게 결과를 연락하는 방법에 대해 확인하였다. 혈액배양 양성률 및 오염률에 대한 모니터링을 하고 있는지 여부와 혈액배양 오염률에 대한 모니터링을 하는 경우 채혈 담당자에게 오염률 데이터를 피드백하고 있는지를 조사했다. 또한, 혈액배양을 담당하는 시술자에 대한 정기적인 교육이 있는지에 대하여 질문하였다.

#### 4) 소아감염분과 전문의와 신생아분과 전문의 응답 문항의 차이점

구역별 혈액배양 채혈 담당자, 채혈 시 사용하는 도관의 종류, 호기성 혈액배양병에서의 최소 채혈량에 대해 소아감염분과 전문의와 신생아분과 전문의에게 다음과 같이 각각 다르게 질문했다. 소아감염분과 전문의들에게는 각각 응급실, 병동, 소아중환자실에서 혈액배양을 위한 채혈을 시행하는 인력에 대해, 신생아분과 전문의를 대상으로는 각각 응급실과 신생아실/신생아중환자실에서 채혈 담당 인력에 대해 알아보았다. 혈액배양을 위한 채혈을 할 때, 말초정맥 도관 삽입 시 혹은 유지 중인 말초정맥 도관, 말초동맥 도관, 중심 정맥 도관을 사용하는지 공통적으로 확인하였고, 신생아의 경우는 배꼽정맥 도관과 배꼽동맥 도관을 이용하는지 여부에 대해 추가로 확인하였다. 호기성 혈액배양병에 담는 최소 혈액량에 대해 공통적으로 기준 없음 혹은 3 mL, 5 mL를 조사하였고, 신생아의 경우 0.5 mL, 1 mL를 추가로 확인하였다.

### 3. 통계분석

통계분석은 SPSS version 24.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 범주형 자료에 대한 비교는 Pearson chi-square 혹은 Fisher exact test를 사용하였다. 양측검정을 시행하였고, *P* 값이 0.05 미만인 경우 유의하다고 판단하였다.

## 결과

### 1. 응답률

설문조사를 의뢰한 소아감염분과 전문의(소아감염)의 81.1% (30/37)와 신생아분과 전문의(신생아)의 72.2% (52/72)가 설문에 응하였다.

### 2. 의료 기관 특성

응답자가 소속된 의료기관의 구성은 소아감염의 경우 상급종합병원이 18개(60.0%), 종합병원이 12개(40.0%)였다. 신생아의 경우 상급종합병원이 29개(55.8%), 종합병원이 22개(42.3%), 일반병원 1개(1.9%)이었다.

### 3. 혈액배양 적응증

일반적인 혈액배양의 적응증 이외에 임상증상과 무관한 정균 검사로 혈액배양을 실시할 때가 있다고 응답한 경우는 소아감염은 10개(33.3%) 기관이었고, 신생아는 31개(59.6%) 기관이었다(*P*=0.022) (Table 1).

### 4. 혈액배양 술기

#### 1) 채혈 담당자

병동과 응급실에서는 간호사(40.0%)와 인턴(23.3%)이, 소아중환자실에서는 전공의(30.0%)와 간호사(26.7%)가 소아를 대상으로 하는 채혈을 주로 담당하였다. 응급실과 신생아실 혹은 신생아중환자실에서 이루어지는 신생아 대상 채혈은 전공의(응급실 46.2%, 신생아실 혹은 신생아중환자실 55.8%)가 주로 담당하였다(Fig. 1).

#### 2) Prepackaged kit 사용 여부

혈액배양 채혈 시 prepackaged kit를 사용하는 곳은 소아감염 7개(23.3%) 기관, 신생아 15개(28.8%) 기관이었다.

#### 3) 멸균 장갑 착용

혈액배양 채혈 시 항상 멸균 장갑을 사용한다고 응답한 곳은 소아감염 13개(43.3%) 기관, 신생아 28개(53.8%) 기관이었다(Table 2). 멸균 장갑 착용 시점에 대해 질문했을 때, 피부 소독 전에 착용한다고 응답한 경우는 소아감염의 경우 69.2% (9/13)였고 신생아의 경우 78.6% (22/28)였으며, 피부 소독 후 착용한다고 응답한 경우는 각각

**Table 1. Differences in the Practice of Obtaining Blood Cultures between Children and Neonates**

Variable	Children (n=30)*	Neonates (n=52) <sup>†</sup>	<i>P</i> -value
Obtaining blood cultures as regular blood tests	10 (33.3)	31 (59.6)	0.022
Ordering one set of blood culture in patients with suspected bacteremia	12 (40.0)	34 (65.4)	0.026
Collecting blood from one site puncture for two sets of blood cultures	18 (60.0)	25 (48.1)	0.960
Collecting blood via venipuncture	30 (100.0)	33 (63.5)	<0.001

Values are presented as number (%).

\*Data was collected from pediatric infectious diseases specialists working in general hospitals or teaching hospitals. They responded to the questionnaire, which contained questions about blood culture for children who were based in the emergency room, ward, or the pediatric intensive care unit.

<sup>†</sup>Data was collected from neonatologists working in neonatal intensive care units in general hospitals or teaching hospitals. They responded to the questionnaire, which contained questions about blood culture for neonates who were based in the emergency room, nursery, or the neonatal intensive care unit.

23.1% (3/13)와 21.4% (6/28)였다.

#### 4) 혈액배양병

소아감염의 경우 17개(56.7%) 기관에서 소아용 혈액배양병만을 사용한다고 하였고, 6개(20.0%) 기관은 소아용 혈액배양병을 사용하지 않았다. 9개(30.0%) 기관은 호기성과 혐기성 병을 항상 함께 사용하였다. 신생아의 경우 24개(46.2%) 기관에서 소아용 혈액배양병만을 사용한다고 하였고, 23개(44.2%) 기관은 소아용 혈액배양병을 사용하지 않았다. 12개(23.1%) 기관이 호기성과 혐기성 병을 항상 함께 사용하였다. 응답자가 상급종합병원에 근무하는 신생아분과 전문의인 경우 소아용 혈액배양병의 사

용률이 69% (20/29)로 상급종합병원이 아닌 경우(39.1% [9/23])보다 높았다( $P=0.031$ ).

소아용 혈액배양병을 사용할 때 연령 혹은 체중의 제한을 두고 사용하는지에 대해서는, 소아감염분과 전문의 중 80%에서 기준이 없다고 답했다. 연령 제한을 두는 곳은 4개 기관(13.3%)이었으며 그중 2개 기관이 각각 12세와 15세를 기준으로 한다고 답하였고, 체중 제한을 두는 곳은 2개 기관으로 각각 20 kg, 40 kg를 기준으로 한다고 했다.

#### 5) 최소 채혈량

소아용 혈액배양병을 사용한다고 응답한 곳 중 소아감염의 79.2% (19/24)와 신생아의 75.9% (22/29)가 최소 채혈량 기준을 가지고 있었다. 이 중 소아감염의 경우 최소 채혈량 기준이 0.5 mL인 곳이 12.5% (3/24)였고 1 mL인 곳이 66.7% (16/24)였다. 신생아는 0.5 mL를 최소 채혈량 기준으로 하는 곳이 51.7% (15/29), 1 mL인 곳이 24.1% (7/29)였다.

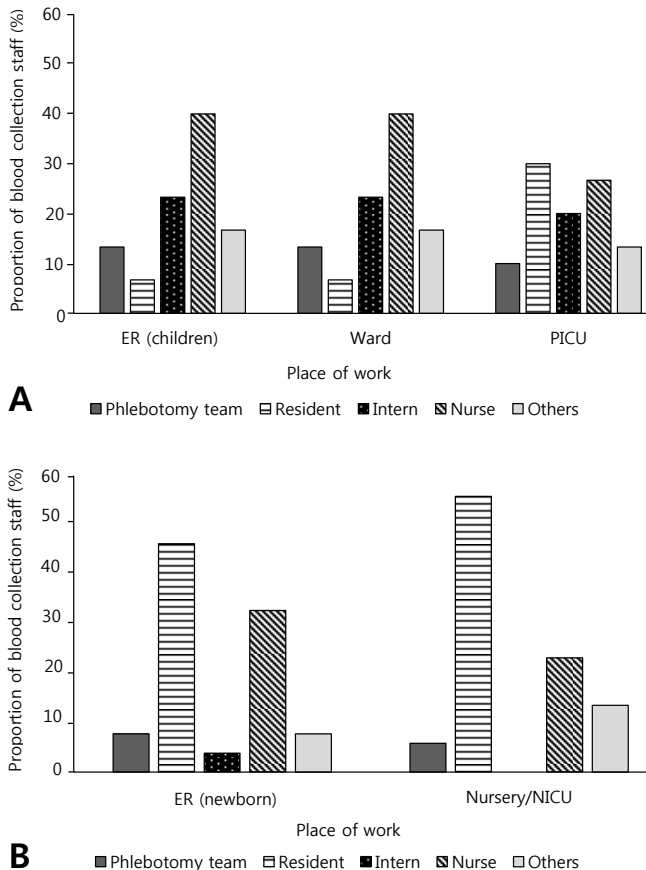
호기성 혈액배양병을 사용한다고 응답한 곳 중 소아감염의 33.3% (3/9)와 신생아의 80% (20/25)가 최소 채혈량 기준을 가지고 있었다. 최소 채혈량 기준은 소아감염의 경우 3 mL가 22.2% (2/9), 5 mL가 11.1% (1/9)를 차지했고, 신생아의 경우 0.5 mL가 44% (11/25), 1 mL가 32% (8/25), 5 mL가 4% (1/25)였다.

#### 6) 배양 횟수

균혈증이 의심되는 환자에서 혈액배양을 할 때 일반적으로 시행하는 배양 횟수는 소아감염의 경우 1회만 실시한다고 응답한 곳이 40% (12/30)였고, 2회를 실시하는 곳이 60% (18/30)를 차지했다.

혈액배양을 2회 하는 경우, 채혈 횟수에 대한 질문에서 채혈을 한 번만 하여 배양병에 나누어 담는다고 답한 경우는 10% (3/30)였고, 각각 다른 혈관에서 채혈하여 따로 배양병에 담는다고 답한 곳이 60% (18/30)였다.

신생아는 균혈증이 의심되는 환자에서 혈액배양을 1회만 실시하는 경우가 전체의 65.4% (34/52)였고, 2회 실시한다고 응답한 경우는 34.6% (18/52)였다. 혈액배양을 2회 실시할 때, 채혈을 각각 다른 혈관에서 시행하는 경우는 48.1% (25/52)였고, 같은 혈관에서 채혈하여 배양병에 나눠 담는 경우는 7.7% (4/52)였다. 균혈증이 의심되는 환자에서 혈액배양을 1회 혹은 2회 실시하는지에 대한 질문에서 신생아분과는 소아감염분과에 비해 1회 실시한다고 응답한 경우가 더 많았다( $P=0.026$ ) (Table 1).



**Fig. 1. The job roles of the staff that collect blood from patients were compared among different places of work. (A) Staff who performed blood culture in child patients in the pediatric emergency room (ER), the ward, and in the pediatric intensive care unit (PICU). A total of 30 pediatric infectious disease specialists responded to the survey. (B) Staff who performed blood culture in neonates in the nursery, the neonatal intensive care unit (NICU), and in the ER. A total of 52 neonatologists responded to the survey.**



### 7) 채혈 부위와 기구

혈액배양을 위해 말초혈관 천자하여 채혈하는 경우, 주로 이용하는 혈관이 무엇인지에 대한 질문에서 소아감염은 모두 정맥채혈을 한다고 하였고, 신생아의 경우 정맥채혈이 63.5% (33/52)였고 동맥채혈은 36.5% (19/52)를 차지했다(Table 1).

채혈 시 사용하는 기구에 대한 질문에서 소아감염의 경우 혈관 내 튜브카테터를 사용하는 곳이 53.3% (16/30)였고, 그다음은 나비바늘 33.3% (10/30), 주사기와 바늘 13.3% (4/30) 순이었다. 신생아의 경우는 나비바늘을 사용하는 곳이 59.6% (31/52)였고, 혈관 내 튜브카테터는 36.5% (19/52)였으며 나머지 두 기관은 다른 기구를 사용한다고 답했으나 내용을 기술하지는 않았다.

### 8) 도관을 통한 채혈

도관을 가지고 있는 환자 혹은 도관 삽입을 하는 환자에서 혈액배양을 하는 경우, 도관을 통해 채취된 혈액을 이용하는지를 물었을 때, 소아감염의 43.3% (13/30)에서 말초정맥 도관을 처음 삽입할 때 채취된 혈액을 배양병에 접종한다고 응답하였다. 이미 삽입되어있는 말초정맥 도관 혹은 말초동맥 도관을 사용한다는 응답자는 각각 36.7% (11/30)였고, 중심정맥관을 사용하는 경우는 70% (21/30)였다.

신생아의 경우, 말초정맥 도관 삽입 시 채취한 혈액을 사용하는 기관은 55.8% (29/52), 이미 삽입되어있는 도관을 이용하는 경우는 중심정맥관 57.7% (30/52), 배꼽동맥 도관 53.8% (28/52), 배꼽정맥 도관 50% (26/52), 말초동맥 도관 46.2% (24/52), 말초정맥 도관 13.5% (7/52) 순이었다.

### 9) 피부 소독제

피부 소독을 위해 사용하는 소독제 종류는 복수 응답이 가능하였고, 가장 많이 사용하는 소독제는 포비돈-아이오딘으로 소아감염 63.3%, 신생아 59.6%에서 사용한다고 응답했다. 피부 소독제를 한 가지만 사용한다고 응답한 경우는 소아감염과 신생아에서 각각 46.7% (14/30)와 53.8% (28/52)였다(Table 2). 이때 가장 많이 사용하는 소독제는 소아감염의 경우 포비돈-아이오딘(5/14)과 클로르헥시딘(5/14)이었고, 신생아의 경우는 클로르헥시딘(11/28)이었다.

두 가지 이상의 피부 소독제를 사용하는 경우 소독제를 사용하는 순서는 기관마다 매우 다양하여, 소아감염은 5가지, 신생아는 8가지 경우의 수가 확인되었다. 가장 많은

경우는 포비돈-아이오딘 후 알코올을 사용하는 것이었고 소아감염 13.3%, 신생아 19.2%였다. 그 외에 소독제 사용 순서를 빈도순으로 보면, 소아감염에서는 알코올 후 포비돈-아이오딘 6.7% (2/30), 클로르헥시딘 후 포비돈-아이오딘 3.3% (1/30), 알코올 후 클로르헥시딘-알코올 3.3% (1/30)였고, 포비돈-아이오딘 후 알코올, 클로르헥시딘-알코올, 클로르헥시딘 순서로 네 가지를 사용한다고 응답한 곳이 3.3% (1/30)였다. 신생아에서는 포비돈-아이오딘 후 클로르헥시딘 5.8% (3/52), 포비돈-아이오딘 후 클로르헥시딘-알코올 순서 5.8% (3/52), 알코올 후 포비돈-아이오딘 3.8% (2/52), 클로르헥시딘 후 포비돈-아이오딘 3.8% (2/52)였다.

### 10) 혈액배양병 뚜껑의 소독

혈액배양병 뚜껑 소독을 시행한다고 응답한 곳은 소아감염 26개(86.7%) 기관, 신생아 47개(90.4%) 기관이었

**Table 2. Survey Results of Blood Culture Procedure and Quality Control**

Variable	Children (n=30)	Neonates (n=52)
Blood culture procedure		
Disinfection of the rubber septum on the blood culture bottle	26 (86.7)	47 (90.4)
Type of disinfectants used on the rubber septum on the blood culture bottle*		
Povidone-iodine	9 (34.6)	19 (40.4)
Alcohol	8 (30.8)	12 (25.5)
Chlorhexidine	8 (30.8)	12 (25.5)
Chlorhexidine then alcohol	0	3 (6.4)
No. of disinfectants used for skin preparation		
One†	14 (46.7)	28 (53.8)
Two‡	15 (50.0)	21 (40.4)
More than three	1 (3.3)	3 (5.8)
Provider antisepsis method		
Use of sterile gloves	13 (43.3)	28 (53.8)
Quality control methods		
Transporting the blood culture bottle directly to the continuous-monitoring blood culture instruments	20 (66.7)	36 (69.2)
Blood culture contamination monitoring	18 (60.0)	38 (73.1)
Feedback on contamination rate to the provider	10 (33.3)	25 (48.1)
Regular education on blood culture procedures	12 (40.0)	15 (28.8)

Values are presented as number (%).

\*Number of respondents: children (n=25), neonates (n=46).

†The most common skin disinfectants used were chlorhexidine and povidone-iodine in children and neonates, respectively.

‡The most widely used combination of skin disinfectants used was alcohol after povidone-iodine in both groups.

다. 소독제는 소아감염의 34.6% (9/26), 신생아의 40.4% (19/47)에서 포비돈-아이오딘을 사용한다고 답했다. 소아감염의 경우 알코올 혹은 클로르헥시딘을 사용하는 곳이 각각 30.8% (8/26)였고, 신생아에서는 알코올 25.5% (12/47), 클로르헥시딘 25.5% (12/47)였고, 클로르헥시딘-알코올을 사용하는 곳이 6.4% (3/47)였다(Table 2).

## 5. 정도 관리

### 1) 혈액배양병의 보관

혈액배양을 야간이나 주말에 실시하게 되는 경우 혈액배양병을 자동화 장비에 바로 투입할 수 있는 기관은 소아감염 66.7%, 신생아 69.2%였다. 그 외 답변으로 소아감염에서는 어떻게 보관하는지 모른다고 응답한 경우가 23.3% (7/30)이었고, 상온 보관 6.7% (2/30), 배양기 보관 3.3% (1/30)였다. 신생아는 어떻게 보관하는지 모르는 경우가 13.5% (7/52), 상온 보관 9.6% (5/52), 배양기 보관 7.7% (4/52)였다.

### 2) 혈액배양 양성 보고

혈액배양에서 균주가 자라는 경우 검사실에서 의료진에게 따로 보고하는 방법은 소아감염과 신생아 모두 문자메시지가 43.3%와 51.9%로 가장 많았다. 그 외의 보고 방법으로는 소아감염의 경우 전화 26.7% (8/30), 전화와 문자메시지 모두는 6.7% (2/30)였고, 따로 알리지 않는 경우가 23.3% (7/30)였다. 신생아의 경우 전화 30.8% (16/52), 문자메시지 혹은 전화 3.8% (2/52), 진료프로그램 알람 1.9% (1/52)가 있었고, 따로 알리지 않는 경우가 11.5% (6/52)였다.

### 3) 혈액배양 모니터링

혈액배양 양성률 및 오염률을 모니터링 하는 곳은 소아감염과 신생아에서 각각 60% (18/30), 73.1% (38/52)였고, 이 중 소아감염의 55.6% (10/18)와 신생아의 65.8% (25/38)에서 오염률에 대해 시술자에게 피드백을 시행하였다(Table 2).

### 4) 혈액배양 담당자의 정기 교육

혈액배양 담당자를 위한 정기 교육을 1년에 1회 이상 하는 기관은 소아감염 40%, 신생아 28.9%였다(Table 2).

## 고찰

본 연구는 소아감염분과 전문의 혹은 신생아분과 전문의가 근무하는 국내 의료기관에서 소아와 신생아를 대상으로 시행하는 혈액배양 술기와 정도 관리 현황을 파악하기 위해 시행되었다.

혈액배양은 침습성 세균 혹은 진균 감염이 의심될 때 시행되어야 한다. 적응증이 아닌 경우에 정기적인 검사와 함께 혈액배양을 하는 경우 환자의 치료에 도움이 되지 않고, 전체 의료비를 증가시키는 요인이 된다<sup>4)</sup>. 본 연구에서 균혈증 혹은 진균혈증이 의심되지 않는 상황에서도 정규채혈 시 혈액배양을 함께 시행하는지를 물었을 때, '그렇다'고 응답한 비율이 소아감염분과 전문의의 1/3과 신생아분과 전문의의 2/3에 해당하였다. 정규채혈 시 혈액배양을 함께 실시하는 이유에 대해서 질문하지는 않았으나, 신생아의 경우 채혈 자체가 더 어렵고, 특히 미숙아에서는 패혈증 증상이 비전형적인 경우가 있기 때문에 소아에서 보다 신생아에서 해당 응답 비율이 더 높았을 것으로 추정된다.

혈액배양을 위한 채혈을 채혈전담팀에서 맡아서 시행하는 경우 오염률을 줄일 수 있고, 오염으로 인한 반복적인 채혈과 의료비를 줄일 수 있다는 보고가 있었으나<sup>6,7)</sup>, 본 연구의 결과 국내 의료기관들 중 혈액배양을 채혈전담팀에서 하는 경우는 많지 않았다. 채혈전담팀이 채혈하는 곳은 소아감염의 경우 응급실 13.3%, 병동 13.3%, 소아중환자실 10%였고, 신생아의 경우 응급실 7.7%, 신생아실 혹은 신생아중환자실에서 5.8%였다. 소아 대상 응급실과 병동에서는 간호사가, 신생아 대상 응급실과 신생아실 혹은 신생아중환자실에서는 전공의가 채혈을 담당하는 곳이 가장 많았다.

혈액배양의 오염률을 감소시킬 수 있는 방법 중 하나로 채혈을 할 때 멸균 장갑을 사용하는 것이 도움이 되며, 장갑 착용은 주로 피부 소독 전이나 채혈 직전에 하도록 권장되고 있다<sup>8,9)</sup>. 본 조사의 결과, 장갑 사용 비율은 소아감염 43.3%, 신생아 52.8%였다. 장갑을 사용하는 경우에는 주로 피부 소독 전과 채혈 전에 시행한다고 한 응답이 대부분이어서 알려진 지침대로 시행되고 있음을 알 수 있었다<sup>9)</sup>. 오염률을 낮추기 위한 방법으로 선택할 수 있는 prepackaged kit의 경우, 현재까지는 사용 여부가 오염률에 미치는 영향에 대해 이견이 있다<sup>6,10)</sup>. 혈액배양 전담팀과 prepackaged kit를 같이 도입한 경우 오염률을 낮출 수 있었다는 보고는 있지만, 전담팀이 아닌 기존의 담당자가 채혈하면서 prepackaged kit만 사용한 경우에는 유의

한 차이가 없었다<sup>7)</sup>. 본 연구에서는 prepackaged kit를 쓰는 기관이 소아감염의 23.3%, 신생아의 28.8%로 전체의 1/4 정도였다.

균혈증이 의심되는 환자에서 혈액배양을 했을 때 적절한 결과를 얻기 위해 가장 중요한 요소 중 하나는 채혈량이다<sup>11)</sup>. 혈액배양을 위한 채혈량 기준은 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)의 경우 영아와 어린 소아에서 전체 혈액량의 1%를 넘지 않도록 권고하고 있고, Infectious Diseases Society of America (IDSA)와 American Society for Microbiology (ASM) 권고안에서는 전체 혈액량의 3% - 4%까지로 제시하고 있다<sup>4,12)</sup>. 신생아 및 어린 영아의 경우 채혈 자체가 쉽지 않고, 혈액량이 적으므로 다른 검사도 같이 시행해야 하는 상황에서 충분한 양의 혈액을 배양병에 접종하기가 쉽지 않다. 신생아 혈액배양 채혈량에 관련된 연구에서는 배양병에 접종하는 혈액량이 0.5 mL보다 작을 경우 위음성 결과가 나올 가능성이 높다고 하였다<sup>13,14)</sup>. 또한 한 연구에서는 생후 1개월 미만 영아에서 0.5 mL 이상, 1-36개월에서는 1 mL 이상, 36개월 이상에서는 4 mL 이상을 접종하도록 교육하였을 때 교육 전보다 배양 양성률이 더 높은 것을 보여주었다<sup>15)</sup>. 본 연구에 참여한 신생아분과 전문의 응답자 중 소아용 혈액배양병을 사용한다고 한 경우는 54.7%로 생각보다 적은 기관에서 소아용 배양병을 사용한다는 것을 알 수 있었다. 소아용 배양병을 사용한다고 응답한 기관 중 최소 채혈량을 0.5-1 mL로 하고 있다고 응답한 곳은 소아감염의 79.2%와 신생아의 75.8%로 많은 기관에서 최소 채혈량 기준을 가지고 있었다. 하지만 소아용이 아닌 호기성 혈액배양병을 사용한다고 응답한 곳 중 최소 채혈량 기준을 5 mL 이상으로 하는 곳은 소아감염 11.1% (1/9), 신생아 4% (1/25)로 낮은 수치를 보였다.

성인에서는 혈액배양이 필요한 환자에서 적절한 검사 횟수가 일반적으로 2세트 혹은 3세트로 알려져 있다. 한 번만 혈액배양을 한다면 결과 해석이 어렵고, 여러 번 시행하는 경우 검사 양성률이 높기 때문이다<sup>4)</sup>. 소아의 경우 적절한 혈액배양 결과를 얻는 데 필요한 배양 횟수와 사용하는 접종병의 종류나 채혈량에 대해 잘 고안된 연구에 의한 명확한 결론이 없는 상황이지만, IDSA와 ASM 권고안에서는 1.1 kg 이상 소아에서 혈액배양을 2회 시행하되, 한 번에 채혈하는 혈액량이 10 mL 이하일 때는 혐기성 배양병에 나누어 담지 않고 호기성 배양병에만 접종하도록 하였다<sup>12)</sup>. 신생아에서 조기 패혈증이 의심될 때는 혈액배양을 한 번만 시행하는 경우가 많은데<sup>16)</sup>, 일반적으로는 채혈하는 부위를 한 곳에서 두 곳으로, 혈액배양 횟수를 2

회 혹은 3회로 늘리면 배양 양성률이 올라간다<sup>14)</sup>. 이번 조사의 결과, 소아감염분과 전문의가 근무하는 기관의 60%에서는 균혈증이 의심되는 환자에서 혈액배양을 할 때 2회 채혈한다고 응답하였고, 신생아분과 전문의의 경우는 같은 상황에서 1회만 채혈한다고 응답한 경우가 65.4%로 신생아와 소아에서 시행하는 배양횟수가 유의하게 차이가 있었다.

혈액배양을 할 때 오염을 막기 위해 가장 중요한 단계는 피부 소독이다. 피부 소독제의 경우 요오드팅크나 클로르헥시딘이 포비돈-아이오딘보다 효과적이고, 요오드팅크는 소독되는데 동일한 시간을 필요로 하는데 반해 클로르헥시딘은 알레르기 반응이 적고 채혈 후 닦아 낼 필요가 없어서 더 유용하다고 알려져 있다<sup>4)</sup>. CLSI 지침에서는 알코올 소독 이후에 다른 종류의 소독제를 사용하여 총 2가지를 사용하는 것을 권장하며, 모든 소아에서 아이오딘 포함 용액을 사용한 경우 채혈 후에 완전히 닦아내도록 하고 있다<sup>4)</sup>. 혈액배양을 위해 이용하는 피부 소독제의 종류나 사용 순서가 명확하게 정해진 기준이 있는 것은 아니므로, 이번 조사에서도 기관마다 개별적으로 정해진 정책에 따라 매우 다양한 방법들이 사용되고 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 국내 의과대학 학생들 대상으로 혈액배양에 대한 임상술기 교육을 할 때는 알코올 사용 후 포비돈-아이오딘으로 소독하도록 하고 있으나, 조사에서 신생아와 소아 대상 혈액배양 시 가장 많이 사용되고 있는 것은 포비돈-아이오딘 처치 후 알코올을 사용하는 것으로 교육과 실제 현장에서의 술기가 다른 것을 알 수 있었다.

혈액배양병의 뚜껑은 소독은 혈액배양물의 오염률을 유의하게 감소시킨다고 알려져 있는데, 소독제로는 알코올이 권장되고 있으며 배양병 뚜껑의 손상을 일으킬 수 있는 아이오딘 포함 소독제의 사용은 권장되지 않는다<sup>4,17)</sup>. 본 설문조사에서 대부분 기관에서 배양병 뚜껑을 소독하고 있었지만, 소독제로 포비돈-아이오딘을 사용한다고 한 곳이 소아감염 34.6%와 신생아 40.4%였기에 알려진 지침과는 다르게 소독제를 선택하는 곳이 있음을 확인하였다.

혈액배양병은 가능한 한 빨리 검사실로 보내 자동화 장비에 투입되는 것이 가장 좋고 상황이 여의치 않다면 35°C 배양기에 보관하는 것이 좋다고 알려져 있는데<sup>4)</sup>, 야간이나 주말에도 자동화 장비에 바로 투입 가능한 곳은 전체 응답 기관의 2/3 정도였다.

혈액배양 오염률을 낮추기 위해 오염률을 모니터링하는 기관은 소아감염 60%, 신생아 73.1%였고, 그중 채혈 담당자에게 오염률을 피드백하는 곳은 절반 정도였다. 적절한 혈액배양 방법을 채혈 담당자에게 교육하는 것도 정도



관리에 중요한 사항으로, 단순한 강의를 넘어서 동영상과 실습을 병행하여 직접 시연하고 피드백하는 교육을 채혈 담당자에게 시행하게 되면 오염률을 낮출 수 있다는 보고가 있었다<sup>18)</sup>. 이번 조사에서 혈액배양 담당자에게 정기적인 교육을 실시한다고 응답한 곳은 전체의 절반 정도여서 향후 개선이 필요한 영역으로 생각된다.

본 연구는 여러 한계점이 있다. 첫째, 의료기관에 종사하는 전문의를 대상으로 설문조사를 하였고, 응답자는 각 의료기관에서 실제 혈액배양을 담당하는 인력이 아니기 때문에 현장에서 이루어지는 상황이 정확히 반영되었는지에 대해서는 확인이 어렵다. 둘째, 병원급의 의료기관에 근무하는 소아감염과 신생아분과 전문의들에게서만 정보를 수집한 것이기 때문에, 국내에서 소아를 대상으로 하는 혈액배양의 상황을 모두 반영한다고 볼 수 없다. 하지만, 국내 의료기관에서 소아를 대상으로 이루어지는 혈액배양 검사의 현황을 파악하기 위한 첫 연구로써 적절한 혈액배양 결과를 얻기 위한 여러 요인을 확인했다는 점에서 의의가 있으며, 설문에 참여한 의료진이 소속된 기관에서 이루어지는 혈액배양에 대해 점검할 수 있는 계기가 되었을 것으로 예상한다.

본 연구의 결과, 기관별로 혈액배양을 담당하는 인력과 사용하는 소독제 및 술기가 매우 다양하였고 혈액배양에 대한 정도 관리를 적극적으로 시행하는 기관은 많지 않다는 것을 확인할 수 있었다. 소아를 대상으로 하는 혈액배양이 적절하게 이루어지기 위해 술기와 정도 관리에 대한 공통된 지침을 마련하는 것이 필요하며, 기관별로 혈액배양의 정도 관리를 위한 노력이 더욱 필요하다고 생각된다.

## 감사의 글

이 연구는 2014년 제6회 대한소아감염학회 SK케미칼 L/S Biz. 학술상 연구비 보조에 의해 수행되었습니다.

## References

1. Alahmadi YM, Aldeyab MA, McElnay JC, Scott MG, Darwish Elhajji FW, Magee FA, et al. Clinical and economic impact of contaminated blood cultures within the hospital setting. *J Hosp Infect* 2011;77:233-6.
2. Segal GS, Chamberlain JM. Resource utilization and contaminated blood cultures in children at risk for occult bacteremia. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2000;154:469-73.
3. Gander RM, Byrd L, DeCrescenzo M, Hirany S, Bowen M, Baughman J. Impact of blood cultures drawn by phlebotomy on contamination rates and health care costs in a hospital emergency department. *J Clin Microbiol* 2009;47:1021-4.
4. Wilson ML; Clinical and Laboratory Standards Institute. M47A Principles and procedures for blood cultures: approved guideline. 1st ed. Wayne: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2007.
5. Shin JH, Song SA, Kim M, Kim S. Nationwide survey of blood culture performance regarding skin disinfection, blood collection and laboratory procedures. *Korean J Clin Microbiol* 2011;14:91-6.
6. Snyder SR, Favoretto AM, Baetz RA, Derzon JH, Madison BM, Mass D, et al. Effectiveness of practices to reduce blood culture contamination: a Laboratory Medicine Best Practices systematic review and meta-analysis. *Clin Biochem* 2012;45:999-1011.
7. Weinbaum FI, Lavie S, Danek M, Sixsmith D, Heinrich GF, Mills SS. Doing it right the first time: quality improvement and the contaminant blood culture. *J Clin Microbiol* 1997;35:563-5.
8. Kim NH, Kim M, Lee S, Yun NR, Kim KH, Park SW, et al. Effect of routine sterile gloving on contamination rates in blood culture: a cluster randomized trial. *Ann Intern Med* 2011;154:145-51.
9. Clinical and Laboratory Standards Institute. GP41-A6 Procedures for the collection of diagnostic blood specimens by venipuncture; approved standard. 6th ed. Wayne: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2007.
10. Trautner BW, Clarridge JE, Darouiche RO. Skin antiseptics kits containing alcohol and chlorhexidine gluconate or tincture of iodine are associated with low rates of blood culture contamination. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2002;23:397-401.
11. Isaacman DJ, Karasic RB, Reynolds EA, Kost SI. Effect of number of blood cultures and volume of blood on detection of bacteremia in children. *J Pediatr* 1996;128:190-5.
12. Baron EJ, Miller JM, Weinstein MP, Richter SS, Gilligan PH, Thomson RB Jr, et al. A guide to utilization of the microbiology laboratory for diagnosis of infectious diseases: 2013 recommendations by the Infectious Diseases



- Society of America (IDSA) and the American Society for Microbiology (ASM)(a). Clin Infect Dis 2013;57:e22-121.
13. Schelonka RL, Chai MK, Yoder BA, Hensley D, Brockett RM, Ascher DP. Volume of blood required to detect common neonatal pathogens. J Pediatr 1996;129:275-8.
  14. BATTERY JP. Blood cultures in newborns and children: optimising an everyday test. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2002;87:F25-8.
  15. Connell TG, Rele M, Cowley D, BATTERY JP, Curtis N. How reliable is a negative blood culture result? Volume of blood submitted for culture in routine practice in a children's hospital. Pediatrics 2007;119:891-6.
  16. Simonsen KA, Anderson-Berry AL, Delair SF, Davies HD. Early-onset neonatal sepsis. Clin Microbiol Rev 2014;27:21-47.
  17. Hall KK, Lyman JA. Updated review of blood culture contamination. Clin Microbiol Rev 2006;19:788-802.
  18. Park WB, Myung SJ, Oh MD, Lee J, Kim NJ, Kim EC, et al. Educational intervention as an effective step for reducing blood culture contamination: a prospective cohort study. J Hosp Infect 2015;91:111-6.

## 요약

**목적:** 국내에서 소아를 대상으로 시행하는 혈액배양의 적응증과 방법, 정도 관리 현황을 파악하고자 하였다.

**방법:** 종합병원에 근무하는 소아감염분과 전문의(소아감염)와 신생아집중치료센터를 운영하는 병원에 근무하는 신생아분과 전문의(신생아)를 대상으로 온라인 설문조사를 하였다.

**결과:** 소아감염의 81.1% (30/37)와 신생아의 72.2% (52/72)가 설문에 응하였다. 적응증과 무관하게 정규 검사로 혈액배양을 실시하는 경우는 소아감염의 33.3%, 신생아의 59.6%였다. 소아감염의 40%와 신생아의 65.4%가 균혈증 의심 환자에서 혈액배양을 1회 시행한다고 했다. 가장 많이 사용되는 피부 소독제는 포비돈-아이오딘이었고, 여러 피부 소독제를 사용하는 경우 그 순서는 기관마다 다양하였다. 배양 양성률 및 오염률을 모니터링하는 기관은 전체의 2/3 정도였으나 결과를 채혈자에게 피드백하는 곳은 적었다. 채혈 담당자에게 정기적인 교육을 하는 곳은 전체의 1/2 이하였다.

**결론:** 기관별로 혈액배양의 적응증과 방법이 다양하였으며 정도 관리를 적극적으로 시행하는 병원은 적었다. 소아에서 실시되는 혈액배양의 질 향상을 위해 표준 지침의 정립이 필요하며 정도 관리를 위한 기관들의 노력이 요구된다.