

# Microbial Contamination and Evaluation of Inoculum Volume in Umbilical Cord Blood Culture

Da Hae Shim, Hee Jung Kim, Hye Kyung Hong

Biomedical Research Institute, MEDIPOST Co., Ltd., Seongnam, Korea

**Background:** Microbial screening tests of umbilical cord blood (UCB) are essential for stem cell transplantation. We analyzed the microbial contamination rate and distribution of isolated microorganisms over 10 years of samples from the MEDIPOST Cord Blood Bank. In addition, we studied the influence of inoculum volume microorganism culture and compared the yield and speed of microorganism detection.

**Methods:** Microbial screening tests were performed using a manual method, which includes using an inoculum of 2 mL of plasma, a byproduct of UCB processing from pediatric culture bottles. When positive blood culture was detected, each set was once again inoculated with 2 mL and 4 mL of plasma.

**Results:** From 2004 to 2013, a total of 133,610 UCB units were screened, of which 1,311 (0.9%) tested positive for contamination. The most frequently identified

microorganism was *Escherichia coli* (34.6%), followed by *Bacillus* spp. (12.8%), *Enterococcus faecalis* (5.3%) and *Klebsiella pneumoniae* (4.4%). The total yield rate increased by 0.2% over this time period, although the yield rate of *Bacillus* spp. increased by 8.3%.

**Conclusion:** The results of this study could be used in many ways with both domestic and international data regarding cord blood contamination. Also, other microbiology laboratories using culture conditions similar to ours could refer this study when preparing guidelines. Finally, by detecting low levels of bacteria, we have contributed to cord blood safety. (**Ann Clin Microbiol 2016;19:1-6**)

**Key Words:** *Bacillus*, Cord blood, Inoculum volume, Microbial contamination, Safety

## INTRODUCTION

1988년 Fanconi 빈혈 환자에게 세계 최초 성공적인 제대혈 조혈모세포 이식 이후, 제대혈은 난치성 혈액질환 및 유전성 질환 치료의 중요한 자원으로 활용되어왔다[1]. 조혈모세포 이식을 위한 제대혈의 효율적인 관리를 위하여 국외 AABB의 가이드라인에서는 미생물 surveillance를 권고하고 있으며[2], 2005년 보건복지부에서 제대혈에 관한 제반 업무에 대한 표준 업무지침을 발표, 2011년 제대혈 관리 및 연구에 관한 법률을 시행하였다[3]. 법률에 의하면 제대혈은행은 보건복지부령으로 정하는 바에 따라 제대혈 및 제대혈 제제의 적격여부를 검사하여야 한다고 명시되어 있고, 제대혈을 보관하기 위한 적격 검사로는 제대혈 유핵세포수 및 세포 생존도 검사, 세균배양 검사 및 감염질환 검사 등이 있다[4].

제대혈은행에서의 세균배양검사는 임상적인 진단을 위한 동정보다는 채취 및 배양 시 오염된 균을 검출하는데 의의가 있

다. 제대혈의 오염은 채취 시 소독의 불충분으로 인한 오염, 분만방법의 차이에 따른 소화기계 및 비뇨기계 정상균총의 오염 및 배양 시 환경균에 의한 오염이 있을 수 있다[3,5].

세균배양 성적을 좌우하는 인자에는 총 혈액량, 혈액 대 배지 비율, 분리균주에 따른 배지 및 배양 조건, 항균제 사용여부, 세균배양검사를 실시하는 기관의 특성에 따른 분리균주의 양상[6] 등이 있다. 외국의 한 연구에서 병당 접종량이 증가할수록 양성률은 증가하므로[6] 접종량을 증가시켜 기존 접종량과의 배양성적 및 배양기간을 비교 평가하고 여러 배양조건을 고려하여 혈액배양 지침을 재정비하고자 하였다. 또한 접종량의 증량이 기존 접종량의 세균배양에 미치는 영향에 대하여 알아보았다. 더불어 10년간의 제대혈은행에서의 오염률을 알아보고, 분리되는 균주의 양상을 분석하였다.

Received 27 January, 2015, Revised 15 December, 2015, Accepted 17 February, 2016

Correspondence: Hee Jung Kim, Hye Kyung Hong, Biomedical Research Institute, MEDIPOST Co., Ltd., 21, Daewangpangyo-ro, 644beon-gil, Bundang-gu, Seongnam 13494, Korea. (Tel) 82-2-3465-6696, (Fax) 82-2-587-6869, (E-mail) simma88@medi-post.co.kr

© 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.

## MATERIALS AND METHODS

### 1. 단일기관에서의 제대혈 미생물 오염에 관한 후향적 분석

2004년부터 2013년까지 메디포스트 제대혈은행에 입고된 제대혈 중 세균배양검사가 시행된 133,610건에 대하여 후향적 분석을 하였다.

배양검사는 제대혈 농축과정의 부산물인 혈장[2]을 가지고 시행하였다. 수기용 소아용 혈액배양병(Hanil komed, Seongnam, Korea)을 사용하였으며, 혈장을 1쌍의 산소성(20 mL, Trypticase Soy broth, Hanil komed) 및 통성무산소성 소아배양병(20 mL, Thioglycollate broth, Hanil komed)에 제조사의 권장량에 따라 각 2 mL [7,8]씩 접종하였다. 접종한 소아배양병은 37°C Low temperature incubator에서 7일간 배양하였다. 가스생성, 세균덩어리의 생김, 혈장의 응고, 혼탁 등 매일 균의 생성 여부를 육안적으로 확인하였고, 검사의 정확도를 위하여 실험기간 동안 1명의 검사자가 일정시간에 관찰하였다. 배양병에서 균 증식의 유무를 확인한 후 7일 동안 증식이 없으면 Chocolate Agar에 계대배양한 다음 37°C CO<sub>2</sub> Incubator에서 48시간 배양하여 음성으로 판독하였다. 7일 배양 이전 육안적으로 확인하여 배양병에 증식이 있을 경우 Chocolate agar, BAP (Blood Agar Plate), MacConkey agar에 계대배양한 다음 37°C CO<sub>2</sub> Incubator에 48시간 배양하였으며, 집락이 형성되면 Vitek 2 system (bioMérieux, Marcy l'Etoile, France)을 이용하여 동정하였다.

### 2. 혈액배양 검사 접종량 증량 실험

접종 혈액량 증량에 따른 세균배양 평가를 위하여 2013년 1월부터 2013년 7월 8일까지 접수되어 세균배양 검사가 시행된 8,127건을 대상으로 실험을 진행하였다.

실험은 7일 배양 이전에 배양병에서 균증식을 보이는 경우 4°C 냉장실에 보관되어 있던 혈장을 채취하여 2쌍의 소아배양병(산소성, 무산소성)에 각 2 mL, 4 mL씩 접종하였다. 접종한 소아배양병은 37°C Low temperature incubator에서 7일간 배양하고, 7일 이전에 육안으로 확인하여 균의 증식이 있는 경우 두 쌍의 소아배양병(산소성, 무산소성)에서 각각의 배양기간을 기록하고, 계대배양하여배지를 관찰, Vitek 2 system (bioMérieux)을 이용하여 동정하였다.

### 3. 접종량 증량 전후의 미생물 배양평가를 위한 후향적 분석

접종량 증량 전후의 미생물 배양평가를 위하여 2012년 1월부터 12월까지 접종량 증량 전(2 mL 접종) 15,639건과 2013년 8월부터 2014년 7월까지 접종량 증량 후(4 mL 접종) 14,162건에 대하여 후향적 분석을 하였다. 미생물 배양방법은 방법 1.에 설명된 방법과 동일하다.

## RESULTS

### 1. 단일기관에서의 제대혈 미생물 오염에 관한 후향적 분석

2004년부터 2013년까지 후향적 분석을 한 총 133,610건에서

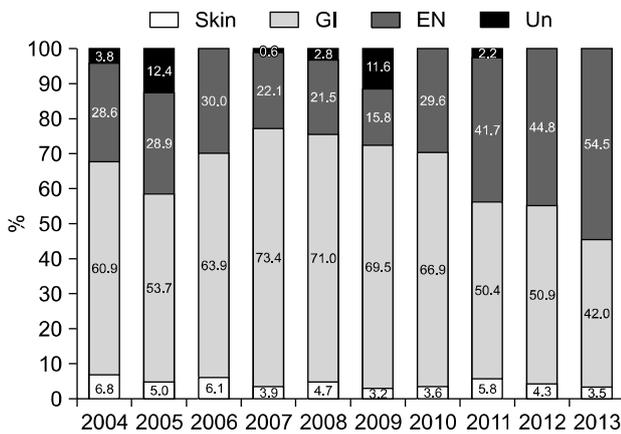
**Table 1.** Microorganism isolated from blood culture positive umbilical cord blood units

Potential contaminant source	Frequency (%)
Skin flora	4.71
Coagulase negative staphylococci	1.62
<i>Corynebacterium</i> spp.	1.4
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.52
<i>Staphylococcus</i> spp.	1.03
<i>Propionibacterium acnes</i>	0.07
<i>Micrococcus luteus</i>	0.07
Intestinal flora	59.69
<i>Escherichia coli</i>	34.64
<i>Citrobacter</i> spp.	1.77
<i>Enterobacter</i> spp.	1.18
<i>Enterococcus faecalis</i>	5.31
<i>Enterococcus faecium</i>	2.87
<i>Enterococcus</i> spp.	2.28
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	4.42
<i>Klebsiella oxytoca</i>	0.59
<i>Lactobacillus</i> spp.	2.21
<i>Streptococcus agalactiae</i>	2.21
Viridans streptococcus group	0.37
<i>Lactococcus</i> spp.	0.59
<i>Morganella morganii</i>	0.07
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	0.15
<i>Proteus mirabilis</i>	0.15
<i>Proteus vulgaris</i>	0.07
<i>Serratia marcescens</i>	0.52
<i>Candida albicans</i>	0.29
Environmental contaminants	31.38
<i>Bacillus</i> spp.	12.83
<i>Leuconostoc</i> spp.	0.59
<i>Burkholderia cepacia</i>	3.17
<i>Achromobacter</i> spp.	3.61
<i>Acaligenes</i> spp.	2.8
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1.69
<i>Pseudomonas</i> spp.	1.25
<i>Acinetobacter</i> spp.	1.39
<i>Chryseobacterium</i> spp.	0.59
<i>Streptococcus</i> spp.	1.92
<i>Kocuria rosea</i>	0.37
<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	0.29
<i>Flavobacterium</i> spp.	0.29
<i>Morganella morganii</i>	0.22
<i>Aeromonas hydrophilia</i>	0.15
<i>Ochrobactrum anthropi</i>	0.15
<i>Elizabethkingia meningoseptica</i>	0.07
Unidentified organism	2.80

미생물 오염건수는 1,311건으로 미생물 오염률은 0.98%였다. 정확하게 동정이 되지 않은 38건을 제외하고 총 88종의 균이 동정되었으며, 총 46개의 unit에서 두 개의 균주가 분리되어 균주의 총 개수는 1,357개였다. *Escherichia coli*가 470개(34.64%)로 가장 많았고, *Bacillus* spp. 174개(12.83%), *Enterococcus faecalis* 72개(5.31%), *Klebsiella pneumoniae* 60개(4.42%)순으로 많았다. 정확히 동정이 되지 않은 38개의 균이 2.8%를 차지 했고, 동정된 균은 일반적인 상재부위에 따라 피부균에 64개(4.71%) 비노생식기 및 소화기균에 818개(59.69%), 환경균에 437개(31.38%)를 차지했다(Table 1).

이 분포의 연도별 변화를 보면 비노생식기 및 소화기균은 2007년 이후로 점차 감소하고, 2010년부터는 환경균의 검출이 증가하는 추세를 보였다(Fig. 1).

연도별 주요 검출 상위 3개균의 변화를 분석한 결과 2004년



**Fig. 1.** Proportion of origin of contaminated microorganism according to 10 years. Abbreviations: GI, gastrointestinal; EN, environment; Un, unidentified.

부터 2012년까지 비노생식기 및 소화기균 중 *E. coli*가 가장 많이 검출되었고, 2010년부터는 *Bacillus* spp.의 오염률이 증가하여 2013년도에는 *Bacillus* spp. (65건)가 *E. coli* (37건)보다 28건 많이 검출되었다.

**2. 혈액배양 검사 접종량 증량 실험**

접종량에 따른 배양성적과 배양기간 단축실험 총 8,127건에서 총 47개의 균이 검출되었고, 오염건수는 총 46건으로 1건에서 2개의 균이 중복되어 검출되었다. *Bacillus* spp.가 35개로 74.5%를 차지하여 가장 많았고, *E. coli*와 *Burkholderia cepacia*가 각 2개로 4.3%씩 차지하였다. *Corynebacterium* spp., *Achromobacter xylosoxidans*, *E. faecalis*, *K. pneumoniae*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus thoraltensis*가 각각 1개씩 검출되었다 (Table 2).

**3. 접종량 증량 전후의 미생물배양 비교평가를 위한 후향적 분석**

증량 전후의 미생물 배양 평가를 위한 후향적 분석에서 접종량 증량 전(2 mL 접종) 총 15,639건 중 118건이, 접종량 증량 후(4 mL) 총 14,162건 중 132건이 검출되어 오염률은 각 0.74%, 0.93%였다. 그 중 *Bacillus* spp.는 접종량 증량 전(2 mL) 118건 중 34건이, 증량 후(4 mL) 132건 중 49건이 검출되어 전체 검출된 미생물 중 각 28.8%, 37.1%를 차지하였다.

병당 접종혈액량의 증량으로 전체 세균배양 성적은 증량 후 0.94%로 증량 전(0.74%)에 비하여 0.2% 증가하였고, *Bacillus* spp.의 배양성적은 증량 후 37.1%로 증량 전(28.8%)에 비해 8.3% 증가하였다. 이로 보아 접종혈액량의 증량은 전체배양보다 *Bacillus* spp.의 배양에 큰 영향을 미쳤다. 또한 전체 배양에서 4일 이내로 검출된 균이 증량 전 오염률(88.14%)에 비하여

**Table 2.** Comparison of speed of detection of bacteria from cord blood culture bottles inoculated with 2 and 4 mL of blood

Microorganism	Speed of detection 4 mL bottle rather than 2 mL bottle (N)				2 mL bottle only (N)	4 mL bottle only (N)	Total (N)
	Same day	1 day earlier	2 day earlier	3 day earlier			
<i>Escherichia coli</i>	2						2
<i>Bacillus</i> spp.	12	4	1		5	13 (1)*	35
<i>Burkholderia cepacia</i> spp.	2						2
<i>Corynebacterium</i> spp.				1			1
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	1						1
<i>Enterococcus faecalis</i>	1						1
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1						1
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1						1
<i>Streptococcus mitis</i>	1						1
<i>Streptococcus pneumoniae</i> .	1						1
<i>Streptococcus thoraltensis</i>						1 (1)*	1
Total (N)	22	4	1	1	5	13	47

\**Bacillus* spp. and *Streptococcus thoraltensis* duplicate detection.

**Table 3.** Speed of detection of bacteria and *Bacillus* spp. in accordance with increased inoculum volume before and after

Incubation time	Total bacteria		<i>Bacillus</i> spp.	
	Inoculated with 2 mL bottle (N/%)	Inoculated with 4 mL bottle (N/%)	Inoculated with 2 mL bottle (N/%)	Inoculated with 4 mL bottle (N/%)
1 day	66 (55.93)	69 (52.27)	3 (8.82)	
2 day	14 (11.86)	17 (12.88)	11 (32.35)	12 (24.49)
3 day	15 (12.71)	29 (21.97)	12 (35.29)	26 (53.06)
4 day	9 (7.63)	9 (6.82)	3 (8.82)	8 (16.33)
5 day	5 (4.24)	2 (1.52)	1 (2.94)	1 (2.04)
6 day	6 (5.08)	1 (0.76)	3 (8.82)	
7 day	3 (2.54)	5 (3.79)	1 (2.94)	2 (4.05)
Total (N)	118	132	34	49

접종량 증량 후에는 93.94%로 5.8% 증가 하였으나 *Bacillus* spp.는 4일 이내로 검출 된 균이 접종량 증량 전 오염물 (85.29%)에 비하여 증량 후에는 93.88%로 8.59% 증가하였다 (Table 3). 그러므로 접종량 증량에 따른 배양기간 단축 효과는 전체 배양보다는 *Bacillus* spp.의 배양에서 두드러졌다.

### DISCUSSION

먼저 보고된 국외연구에 따르면 미생물 오염률은 기관에 따라 0-48%까지 다양하게 보고되고 있다. Sydney cord blood bank (SCBB)의 오염률은 5.4% [2], 국내 서울특별시 제대혈은행의 오염률은 3.19% [3]임을 고려할 때, 본 연구의 미생물 오염률은 0.98%로 현저히 낮았으며, 연도 및 검사시행 건수와는 유의한 관계를 보이지 않았다.

SCBB와 서울특별시 제대혈은행의 검출 균의 분포를 비교해 볼 때 메디포스트 제대혈은행은 피부균이 4.71%, 소화기균 및 비뇨기균이 59.69%, 환경균이 31.38%이고, SCBB는 피부균이 38.4%로 가장 높은 비율을 차지하고, 소화기균이 33.9%, 환경균이 6.5%, 비뇨기균이 1.8%를 차지하였다. 서울특별시 제대혈은행은 소화기균 및 비뇨기균이 55.8%로 가장 높은 비율을 차지했으며, 피부균이 11.0%, 환경균이 5.5%를 차지하였다 [2,3].

본 제대혈은행에서는 *Bacillus* spp.로 동정한 균을 서울특별시 제대혈은행에서 동정되지 않은 Gram positive bacilli로 동정한 것으로 유추해 본다면 국내 제대혈은행은 소화기균 및 비뇨기균이 가장 많고, 환경균, 피부균 순으로 검출균의 분포가 비슷한 양상을 가졌으나 SCBB는 피부균이 가장 많은 비율을 차지하는 것으로 보아 검출균의 분포는 국내외가 다를 수 있었다.

위의 검출분포에서 국내 제대혈은행은 피부균이 11.0% (서울특별시 제대혈은행), 4.71% (메디포스트제대혈은행)로 낮은 비율을 차지하는데 비해 국외 제대혈은행은 피부균이 차지하

는 비율이 38.4%로 국내와는 차이를 보였다[2,3]. 피부균 중 coagulase negative *Staphylococcus* spp.와 *Propionibacterium* spp.는 조혈모세포 이식에서 꾸준히 관찰되는 균으로 채취 혹은 가공과정에서 오염되었을 것이라고 추측한다[5]. 본 제대혈은행에서의 coagulase negative *Staphylococcus* spp.와 *Propionibacterium* spp.의 비율은 각 1.62%, 0.07%로 매우 낮으므로 채취와 가공 중 작업자에 의한 오염은 적은 것으로 볼 수 있다.

또 한가지 배양방법 차이의 측면에서 혈액배양의 방법을 살펴보면, SCBB와 서울특별시 제대혈은행은 자동혈액배양기를 사용하였다. 본 제대혈은행은 수기법으로 실시하여 검출률에 차이가 있을 것이라 생각하였으나 수기법과 자동화장비를 비교한 국내논문에서 수기법이 자동화방법에 비해 많은 시간과 노력이 드나 두 방법 간 총 균주의 검출률에 유의한 차이는 없었다[9].

혈액배양의 성적을 좌우하는 주요 인자에는 총 혈액량, 혈액 대 배지 비율, 분리균주에 따른 배지 및 배양 조건을 들 수 있다. 이 외에 세균배양검사가 시행되는 기관특성에 따른 분리균주의 양상도 혈액배양에 영향을 미치는 인자이다. 특히 총 혈액량은 접종되는 총 균수를, 혈액 대 배지비율은 항균농도를 좌우할 수 있는 주요 인자이다[6]. 그러나 제대혈은행의 검체는 갓 태어난 신생아의 탯줄에서 채취한 제대혈로 항균제의 사용 여부와는 무관하므로 접종량을 증가시켜도 항균제에 균이 희석될 우려는 없다. 또한 전혈을 검체로 사용하는 경우의 적정 접종량은 혈액 대 배지의 비율을 1:10-1:5로 하며, 보통 1:10으로 권장하고 있다. 이는 전혈에 포함된 백혈구 및 항균제에 의하여 세균이 사멸 할 수 있기 때문이며 희석이 많이 되도록 적은량을 권장한다[8]. 본 제대혈은행에서는 농축과정의 부산물인 혈장을 사용하며, 원심분리하여 혈구성분을 제거한 것으로 백혈구의 탐식을 배제 할 수 있으나 혈구 제거를 위한 처치과정 중 세균도 함께 제거되었을 가능성이 있으며 균의 제거여부를 알 수 없는 것이 이 실험의 한계이다.

세균배양 검사 방법의 차이로 오염률을 비교한 국외 제대혈

은행에서는 성인배양병에 10 mL의 혈장을 접종하였다가 소아 배양병에 최종 산물(농축 백혈구 풍부 혈장) 1 mL를 접종하였을 때 검출률이 5.6%에서 1.6%로 감소하였다. 이 논문에서는 소아배양병을 사용한 것이 세균검출률을 감소시켰다[5]. 그럼에도 불구하고 소아배양병을 사용하는 본 제대혈은행에서는 접종량의 증량으로 낮은 수준(low level)에 있던 세균을 증식하여 배양성적이 향상된 것으로 보인다.

또한 이 실험의 목적 중 하나인 배양기간 단축에 대한 효과는 크지 않았으나, 환경균 검출 비율이 비교적 높은 제대혈은행에서 *Bacillus* spp. 배양성적이 향상은 접종량 증량에 의미가 크며, 접종 가능한 범위 내에서 접종량의 증량을 적절하다고 판단된다. 마지막으로 Table 2의 배양기간이 같았던 22건의 검체를 자동혈액배양기기를 이용하여 세균배양검사를 진행하였다면, 검출시간을 분단위로 기록하여 배양기간 단축의 의미있는 효과가 컸을 것으로 생각한다.

제대혈의 혈장을 사용하고, 검체량의 한계로 인하여 소아배양병을 사용하는 검사실에서 가능한 범위 내의 접종량의 증량은 낮은 수준에 있던 세균을 증식시킬 수 있는 것으로 보인다. 보관된 제대혈은 난치성 혈액질환이나 유전성 질환 치료를 위하여 환자에게 직접적으로 이식되는 제제로 세균배양검사의 민감도 증가시킴으로 환자의 생명과 직결되는 제대혈 안전성 확립에 기여할 수 있으며, 본 제대혈은행과 세균배양 조건이 비슷한 검사실에서 지침을 마련하고자 할 때 저자의 연구가 도움이 되었으면 한다.

## REFERENCES

1. Lee YH. Cord blood-current status and perspective. Korean J Hematol 2007;42:181-96.
2. Clark P, Trickett A, Stark D, Vowels M. Factors affecting microbial contamination rate of cord blood collected for transplantation. Transfusion 2012;52:1770-7.
3. Park JS, Shin S, Yoon JH, Roh EY, Chang JY, Kim EC. Microbial contamination of donated umbilical cord blood. Ann Clin Microbiol 2013;16:39-44.
4. Umbilical Cord Blood Management and Research Act. Korea Ministry of Health and Welfare, 2011. <http://law.go.kr/> [Online] (last visited on 30 November 2015).
5. Kamble R, Pant S, Selby GB, Kharfan-Dabaja MA, Sethi S, Kratochvil K, et al. Microbial contamination of hematopoietic progenitor cell grafts-incidence, clinical outcome, and cost-effectiveness: an analysis of 735 grafts. Transfusion 2005;45:874-8.
6. Weinstein MP, Mirrett S, Wilson ML, Reimer LG, Reller LB. Controlled evaluation of 5 versus 10 milliliters of blood cultured in aerobic BacT/Alert blood culture bottles. J Clin Microbiol 1994;32:2103-6.
7. Park DS, Lee YJ, Yoo SJ, Cho JH. Evaluation of positive rate of aerobic BacT/Alert blood culture bottles by antibiotic usage and inoculated blood volume. Korean J Clin Pathol 2001;21:343-9.
8. Winn WC, Koneman EW, et al. eds. Koneman's color atlas and textbook of diagnostic microbiology. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott; 1997.
9. Shin BM and Paik SO. Comparison of vital automated blood culture system and manual blood culture method. Korean J Clin Microbiol 1998;1:97-103.

=국문초록=

## 제대혈에서 미생물 오염률 및 접종량 평가

메디포스트 생명과학연구소

심다해, 김희정, 홍혜경

**배경:** 세균배양 검사는 조혈모세포 이식을 위해 보관되는 제대혈의 필수 검사이다. 이에 본 연구에서는 10년간의 메디포스트 제대혈은행에서 미생물 오염률 및 동정된 균의 분포에 대하여 분석하였다. 또한 접종량의 증량이 세균배양에 미치는 영향에 대하여 알아보하고자 하였다.

**방법:** 세균배양 검사는 제대혈 농축과정의 부산물인 혈장을 소아배양병에 2 mL씩 접종하여 수기법으로 진행하였다. 육안적으로 확인하여 증식이 보이는 경우, 혈장을 각 2 mL, 4 mL를 채취하여 2쌍의 소아배양병에 재접종하였다.

**결과:** 2004년부터 2013년까지 총 133,610건에서 미생물 오염건수는 1,311건으로 미생물 오염률은 0.93%였다. 장내세균인 *Escherichia coli*가 34.6%로 가장 높은 비율을 차지했으며, 환경균인 *Bacillus* spp. (12.8%), *Enterococcus faecalis* (5.3%), *Klebsiella pneumoniae* (4.4%)순으로 많이 배양되었다. 접종량 증량 전에 비하여 오염률은 0.2% 증가하였고, *Bacillus* spp.의 오염률은 8.3% 증가하였다.

**결론:** 제대혈 오염에 관하여 기존 발표된 국내외의 자료와 함께 여러 방면으로 활용할 수 있을 것이다. 또한 본 제대혈은행과 세균배양 조건이 비슷한 검사실에서 접종혈액량 지침을 마련하고자 할 때 참고할 수 있을 것이며, 낮은 수준(low level)에 있던 세균을 검출해냄으로써 제대혈안전성 확립에 기여하였다. [Ann Clin Microbiol 2016;19:1-6]

---

교신저자 : 김희정, 홍혜경, 13494, 경기도 성남시 분당구 대왕판교로 644번길 21  
메디포스트(주) 생명공학연구소  
Tel: 02-3465-6696, Fax: 02-587-6869  
E-mail: simma88@medi-post.co.kr