대한임상미생물학회지 1998:1;97-103

수기법과 비교한 자동혈액배양기 Vital시스템의 평가

신 보 문·백 승 옥

인제대학교 서울백병원 임상병리과

Comparison of Vital Automated Blood Culture System and Mannual Blood Culture Method

Bo-Moon Shin M.D. and Seung-Ok Paik, M.T.

Department of Clinical pathology, Seoul Paik Hospital, College of Medicine, Infe University, Seoul, Korea

Background : Continuous monitoring blood culture systems (CMBCS) reduce the time and false negative rates of bacterial growth compared with the traditional manual blood culture systems which have been used in many hospitals yet. The purpose of this study is to evaluate the terminal subcultures monitored by Vital system compared with the manual system and to determine the guideline of terminal subcultures.

Methods : A retrospective study was conducted over a period of one year (from January to December 1995) with manual blood culture system and and sixteen months (from February 1996 to May 1997) with Vital system. All of the positive and negative blood bottles were done Gram staining and subcultured aerobically and anaerobically with 7-day terminal subculture protocol. All of the isolates were identified with API systems or ATB systems.

Results : Among 3,344 cases with the manual system, 305 cases (9.1%) were declared positive and 424 cases (8.8%) out of 4,822 cases with Vital system were positve. The terminal subcultures detected 48 cases (1.44%) in manual system and 9 cases (0.19%) in Vital system according to 7-day protocol. No statistical differences were observed in results among 5 day, 7 day and terminal subcultures. Those of false negative organisms were gram positive cocci (22 cases), *Enterobacteriaceae* (13 cases), non-fermenters (12 cases) and gram positive rod (1 case) with the manual system and gram positive cocci (4 cases), *Entrobacteriaceae* (1 case), non-fermenter (1 case) and yeasts (3 cases) with Vital system.

Conclusions : These results suggest that terminal subculture of Vital system-negative blood culture bottles is not necessary except *S. aureus* and fungus bacteremia on the basis of clinical situation.

Key word : Vital system, blood culture, terminal subculture, manual blood culture

교신저자 : 신 보 문
(100-032) 서울 중구 저동 2가 85번지
인제의대 서울백병원 임상병리과
전화 : 02-270-0152 Fax : 02-270-0148

*본 논문은 1998년도 인제 연구 장학재단의 연구비 보조에 의한 것임

서 론

혈액배양 방법중 전통적인 수기법은 매일 육안 관찰을 요하며, 배양 7일후에 맹계대 배양을 해야 하므로 많은 시간과 노력이 들며, 적절한 환자 치료에 도움이 될 수 있을만큼 빠른 배양이 되지 않은 문제점들이 있어 이를 개선하기 위한 지속적 감시 자동화혈액배양기들(continuous monitoring blood culture systems; CMBCS)이 개발되어 왔다[1]. 이들 자동화장비중 Vital(bio-Marieux, Marcy-I'Etoile, France)은 배지내에 있는 형광분자가 세균 증식시에 발생되는 CO2, pH변화, 산화환원 전위의 변화에 의해 감소하는 기전을 이용하여 slope algorism, delta algorism, threshold algorism의 원리로 양성 검체를 검출해낸다[2]. 현재까지 국내에서 Vital 시스템을 포함한 자동혈액배양기기 분석에서 맹계대배양의 필요성 및 맹계대배양 일수에 대한 차이점이 있고 [2-6], 각 병원마다 나름대로 혈액배양에 대한 맹계대배양의 기준을 잡아야한다는 지적이 있으므로 [1] 본 저자들은 배양 양성율, 배양 양성균주의 분포 및 배양 5일 이후의 양성 검출율, 배양 7일째의 맹계대 배양에 의한 양성 검출률을 분석하여 자동화된 혈액배양장비의 유용성, 맹계대배양의 필요성 유무 및 최종 배양 일수를 결정하고자한다. 또한 간편한 사용법, 낮은 운영비용 및 고가의 장비가 필요하지 않다는 점등으로 인해 수기법을 사용하는 병원이 많은 것이 국내 현실이므로 같은 분석방법으로 수기법과 Vital을 비교해 보고자한다.

재료 및 방법

1995년 1월부터 12월까지 서울백병원 임상병리과에 의뢰된 3,344건의 혈액배양은 수기법으로 각각 국산 호기성(Trypticase Soybean Broth; Korea Media, Seoul, Korea)및 혐기성 배지(Thioglycollate;Korea Media, Seoul, Korea) 1쌍씩을 사용하여 배양하였으며, 1996년 2월부터 1997년 5월까지 혈액배양이 의뢰된 4,822건의 검체는 각각 Vital 호기성 배지 Vital AER(bioMerieux, Marcy-I'Etoile, France)및 혐기성 배지 Vital ANA(bioMerieux, Marcy-I'Etoile, France)를 사용하여 배양하였다. 두 방법 모두 7일까지 배양하였다. 양성으로 판정된 검체는 모두 *Staphylococcus aureus* 획선한 혈액한천배지 및 MacConkey배지에 24시간, Chocolate배지에 48시간 계대배양하였고 여기서 자라지 않은 경우 혐기성 Phenylethylalcohol배지에 다시 48시간 추가 계대 배양을 시행하였다. 7일후에도 육안이나 Vital 기기에서 자라지 않은 경우 그람염색, 혈액한천배지와 혐기성 배지 배양을 하여 위음성 검체를 선별하였다. 배양 양성으로 판정되기까지의 시간은 두 방법 모두 호기성 배지나 혐기성 배지 어느 하나라도 먼저 양성으로 나온 경우를 일 수로 하여 분석했다. 분리 배양된 균종은 API system(bioMerieux, Marcy-I'Etoile, France)이나 ATB system (bioMerieux, Marcy-I'Etoile, France)을 사용하여 동정하였다. 통계처리는 Wilcoxon의 순위합 검정법과 Kruskal-Wallis검정법을 사용하였다.

결 과

수기법으로 시행한 3,344건의 혈액배양에서는 305건이 양성으로 9.1%의 양성율을 나타내었으며, 7건에서 2종류의 균이 자라 총 312균주가 분리되었다. Vital에서는 4,822건의 혈액배양에서 424건의 검체에서 균이 자라 8.8%의 양성율을 나타내었으며, 2건에서 2종류의 균이 자라 총 426균주가 분리되었다(Table 1). 두 방법간 총 균주 검출율에 유의한 차이는 없었다(P>0.05). 균이 검출된 시간을 일별로 분류해보면(Table 2) 배양 1일째 양성으로 나타난 경우가 수기법은 115건(37.7%), Vital에서는 231건(54.5%)으로 통계적으로 유의한 차이가 있었고(P<0.05), 배양 2일째 양성으로 나타난 경우는 수기법이 73건(23.9%), Vital이 83건(19.6%)으로 2일째까지의 누적 양성율은 수기법이 61.6%, Vital이 74.1%였다. 배양 5일째까지의 누적 양성 검체는 수기법이 250건(81.9%), Vital법이 394건(92.9%)이었으며 배양 6일에서 7일 사이에 균이 검출된 경우가 수기법 7건, Vital법 21건이었다. 분리된 균주는 수기법에서는 그람양성구균 3건, 장내세균 1건, 비발효균 3건이었으며, Vital에서는 그람양성구균 7건, 그람양성간균 6건, 장내세균 3건, 비발효균 3건, 효모균 2건이었다. 7일 맹계대배양시 양성건은 수기법이 48건(1.44%), Vital이 9건(0.19%)이었다. 맹계대 배양에서 분리된 균주는 수기법에서는 그람양성구균 22건, 그람양성간균 1건, 장내세균 13건, 비발효균 12건이었으며, Vital에서는 그람양성구균 4건, 장내세균 1건, 비발효균 1건, 효모균 3건이었다. 배양 5일이후를 기준으로 한 맹계대배양에서의 검출 균종은 수기법, Vital 모두에서 그람양성구균이 각각 25건(45.5%), 11건(36.7%)로 가장 많은 비율을 차지했고, 그람음성간균은 두 방법이 각각 29건(52.8%), 8건(26.6%)로 수기법에서 많이 분리되었다. 효모균은 수기법에서는 전혀 검출되지 않고 Vital에서만 5건(16.7%)이 분리되었다. 혐기성 세균은 두 방법 모두 1균주도 검출되지 않았다. Vital법이나 수기법 모두 각각의 자가 방법 비교시 배양 5일째과 7일째 및 맹계대 배양간의 유의한 차이는 없었으나(P>0.05), 두 방법간의 맹계대배양에서 자란 균의 양성율에는 유의한 차이가 있었다(P<0.05).

고 찰

혈액배양의 양성율은 자동화된 혈액배양기를 이용한 경우 5.2-13.5%등으로 보고되어있다[2-8]. Vital을 사용한 저자들의 경우도 이와 유사하였으며, 수기법도 Vital과의 차이를 찾을 수 없었다. 그러나 혈액배양의 중요한 목적이 신속, 정확하게 균을 검출하는 것이므로

Table 1. Microorganisms isolated from blood cultures using manual method and Vital

Microorganism	No. of isolates in mannual method	No. of isolates in Vital method
Gram positive cocci	91 (29.2%)	191 (44.8%)
S. aureus	38 (12.2%)	72 (16.9%)
CNS	35 (11.2%)	69 (16.2%)
S. pneumoniae	0	8 (1.9%)
Enterococcus spp	0	7 (1.6%)
hemolytic streptococcus, group A	0	2 (0.5%)
hemolytic streptococcus, group B	0	4 (0.9%)
hemolytic streptococcus, Nongroup A,B	12 (3.8%)	8 (1.9%)
S. viridans group	6 (1.9%)	21 (4.9%)
Gram postive rods	5 (1.6%)	19 (4.5%)
Enterobacteriaceae	181 (59.9%)	121 (28.4%)
C. freundii	9 (2.9%)	4 (0.9%)
E. coli	70 (22.4%)	63 (14.8%)
E. cloacae	13 (4.2%)	12 (2.8%)
E. aerogenes	0	2 (0.5%)
E. agglomerans	24 (7.7%)	2 (0.5%)
E. sakazakii	1 (0.3%)	3 (0.7%)
K. pneumoniae	47 (15.1%)	16 (3.8%)
K. oxytoca	4 (1.3%)	6 (1.4%)
Providencia spp	0	1 (0.2%)
P. vulgaris	1 (0.3%)	0
S. liqufaciens	3 (1.0%)	0
S. odori	1 (0.3%)	0
S. marcescens	7 (2.2%)	6 (1.4%)
S. arizonae	0	1 (0.2%)
S. cholensus	0	3 (0.7%)
S. typhi	0	2 (0.5%)
S. group D	7 (2.2%)	0
Non fermenter	28 (9.0%)	71 (16.7%)
A. baumanii	1 (0.3%)	5 (1.2%)
Acinetobacter spp	7 (2.2%)	4 (0.9%)
B. cepacia	5 (1.6%)	2 (0.5%)
B. pickettii	0	9 (2.1%)
P. aeruginosa	12 (3.8%)	33 (7.7%)
P. fluoresens	2 (0.6%)	6 (1.4%)
P. putida	1 (0.3%)	2 (0.5%)
S. maltophilia	0	5 (1.2%)
A. xylosoxidans	0	2 (0.5%)
F. oryzihabitans	0	1 (0.2%)
F. meningosepticum	0	2 (0.5%)
Vibrionaceae	1 (0.3%)	11 (2.6%)
A. hydrophila	1 (0.3%)	6 (1.4%)
A. sorbia	0	4 (0.9%)
A. salmonella	0	1 (0.2%)
Fastidious Gram negative rod	0	1 (0.2%)
Haemophilus spp	0	1 (0.2%)
Yeast	0	12 (2.8%)
C. albicans	0	6 (1.4%)
C. glabrata	0	2 (0.5%)
C. parapsilosis	0	1 (0.2%)
C. tropicalis	0	3 (0.7%)
Total	312 (100.0%)	426 (100%)

Table 2. Comparison of the detection days according to the methods

Detection Days	Mannual	Vital	P value
1 day	115 (37.7%)	231 (54.5%)	<0.05
2 day	73 (23.9%)	83 (19.6%)	>0.05
3 day	29 (9.5%)	40 (9.4%)	>0.05
4-5 day	33 (10.8%)	40 (9.4%)	>0.05
6-7 day	7 (2.3%)	21 (5.0%)	<0.05
blind subculture	48 (15.8%)	9 (2.1%)	<0.05
Total	305 (100%)	424 (100%)	>0.05

Table 3. Distribution of the microorganisms isolated from blind subcultures and 6-7 day cultures

Microorganism	No.(%) of isolates in manual method		No.(%) of isolates in Vital	
	blind subculture	6-7 day culture	blind subculture	6-7 day culture
Gram positive cocci	22 (45.8)	3 (42.9)	4 (44.4)	7 (33.3)
S. aureus	8	0	3	4
CNS	14	1	1	3
S. viridans group	0	2	0	0
Gram positive rod	1 (2.1)	0	0	6 (28.6)
Entrobacteriaceae	13 (27.1)	1 (14.2)	1 (11.1)	3 (14.3)
E. coli	1	0	1	0
K. pneumoniae	8	0	0	0
C. freundii	1	0	0	0
E. agglomerans	1	1	0	0
S. marcescens	1	0	0	3
P. vulgaris	1	0	0	0
Non fermenter	12 (25.0)	3 (42.9)	1 (11.1)	3 (14.3)
P. aeruginosa	7	2	0	0
B. pickettii	0	0	1	1
B. cepacia	0	1	0	1
P. fluorescence	1	0	0	0
Acinetobacter spp	4	0	0	1
Yeast	0 (0.0)	0	3 (30.0)	2 (9.5)
C. albicans	0	0	2	2
C. glablata	0	0	1	0
Total	48 (100.0)	7 (100.0)	9 (100.0)	21 (100.0)

가능한 빠른 시간에 균의 증식 유무를 알아내는 데에는 상당한 차이가 있었다. 본 연구에서는 균의 평균 검출 소요 시일을 1일 1회 육안 판독하는 수기법과 비교하기 위해 Vital 검출시간을 역시 일단위로 비교해보았는데 맹계대배양 실시전까지의 평균 검출일수가 수기법에서는 2.11일, Vital법에서는 2.01일로 차이가 없는 것으로 나타났지만, 임상적으로 유용한 배양 1일만의 검출율은 수기법과 Vital법에서 각각 37.7%, 54.5%로 Vital법의 유용성이 높은 것으로 판별되었다. Vital기종에서 양성으로 판정되는 시간은 평균 22시간 27분-37.1시간 사이로 배양후 통상적으로 1-2일이 소요되는 것으로 보고되고있다[3,4,9,10].

검출된 균종의 분포를 살펴보면 수기법으로는 장내세균이 59.9%로 상대적으로 장내세균에 편중되어 있고 비발효균이나 배양에 까다로운 균종 및 효모균의 검출이 낮거나 전무했다. Vital법에서는 그람양성구균의 검출률이 44.8%이며, 장내세균과 비발효균이 비교적 비슷한 비율로 검출되었고, *S pneumoniae, -hemolytic streptococci, F meningosepticum, Vibrionaceae, Haemophilus*

spp, *Candida spp*등 비교적 검출이 까다로운 균종들이 상대적으로 잘 배양되었다. 이는 Vital 이용시 빠른 검출방법에 의한 자가용해 시간의 단축, 까다로운 균종의 성장을 돕는 영양물질의 첨가등에 기인한 것으로 여겨진다[2]. 특이할 점은 혐기성 세균이 두 방법 모두에서 검출되지 않은 것으로 이 점은 이 기간동안 혐기성 세균의 감염이 없었을 가능성과 배양 위음성 가능성 모두를 생각해 보아야하나 혐기성 세균에 의한 균혈증이 전세계적으로 이미 감소하는 추세이므로 수기법이나, 자동화 장비를 사용한 혈액배양법 모두에서 혐기성배양을 맹계대배양 할 필요는 적을 것으로 여겨진다[11,12].

육안판독으로 배양 양성을 결정하는 수기법과 여러 양성 감지장치를 가진 Vital의 비교는 의의가 적을 것으로 생각되며 혈액배양에서 큰 문제가 되는 것은 위양성보다는 위음성으로 위음성율을 나타내는 맹계대배양 양성율이 본 연구의 수기법에서는 48건(전체 배양의 1.44%, 305분리 균주중 15.8%), Vital에서는 9건(전체 배양의 0.19%, 424분리균주중 2.1%)으로 수기법에서 현저하게 위음성율이 높았다. 또한 저자에 따라서는 맹계대배양 시작 일수를 배양 5일 이후로 한 경우도 많아, 본 연구에서는 배양 6-7일사이의 균의 검출율을 조사한 결과 수기법에서 7균주, Vital법에서 21균주가 검출되어 이들을 위음성군에 포함시킨다면 수기법은 1.64%로, Vital법은 0.62%로 위음성률이 상향되었으며, 배양 5일 이후에 검출된 그람양성간균을 오염균으로 판정하여 이를 제외한다면 수기법과 Vital의 위음성율은 각각 1.61%, 0.5%가 된다. Vital에서 분리된 21균주중 그람양성간균 6균주를 제외한 15균주(전체의 0.31%)는 오염균 여부를 완전히 배제하지는 못했지만 통상 병원성 균으로 여겨지는 균종이므로 비록 많은 연구자들이 자동 혈액배양기를 사용했을 때 5일 배양의 가능성 및 지침을 제시하고 있고[2,4,5,6,13,14], 본 연구에서도 통계학적으로 5일과 7일배양 및 맹계대배양간의 유의한 차이가 없다고 나왔지만, 맹계대배양을 포함하여 6-7일 이후의 양성균주가 30균주(전체 양성균주의 7.1%)로 무시하기에는 부담스런 비율이라 생각되며 이 균종들이 통상 병원성 균주임을 감안해 7일 배양은 더 많은 수의 사례를 조사해 보려고 한다.

Vital의 경우 위음성율이 저자마다 0.05%에서 1.38%까지의 큰 차이를 나타내고 있는데[2-8,15], 이는 배양기종이 동일하므로 각 연구기관의 맹계대 배양 방법, 오염균의 존재, 채혈 혈액양의 차이등을 원인으로 추정해 볼 수 있을 것이다[1,16]. 본 연구의 위음성 균주는 수기법, Vital법 모두 *S. aureus*를 포함한 그람 양성구균이 가장 높은 비율을 차지했고, 특이한 점은 수기법에서는 장내세균과 비발효균인 그람음성 간균이 25균주(52.1%), Vital에서는 효모균이 3균주(30%)로 각각 높은 양성율을 보인 것이다. 이는 수기법이 자동화된 장비에 비해 일반적으로 균의 검출율이 낮을뿐 아니라, 통상 병원성 균으로 생각되는 장내세균 및 비발효간균의 검출율이 현저하게 낮을 수 있다는 문제점을 보여주고 있다. 수기법에서 효모균이 맹계대배양을 포함한 모든 배양에서 음성인 점은 원인을 찾기 어려웠다. 왜냐하면 이 연구기간 이후에 수기법으로 혈액배양을 실시한 기간이 있었는데 이때는 *Candida albicans*를 포함한 효모균이 비교적 잘 검출되었기 때문이다. 따라서 실지로 효모균이 수기법 배양 연구 대상기간동안 없었을 가능성과 수기법 배지에서 절대호기성 균종인 *Candida spp.*등이 잘 자랄 수 없는 산소부족상태의 수기법 배지의 조성이나 통기 처리상의 문제를 생각해 볼 수 있다[17,18]. 같은 자동화 장비라도 사용 배지의 종류에 따라 균의 검출율이 차이를 보이므로 Vital에서 맹계대배양 후 효모균이 3균주(배양 5일 이후 검출 기준 5균주), *S. aureus*를 포함한 그람양성구균이 4균주(배양 5일후 기준 7균주)가 나온 것은 비록 절대적인 수는 적지만 다른 저자들이 지적한대로 배지의 조성이나 감지 형광 물질, 산화 환원 전위의 조정, 변경등을 통해 효모균 및 그람양성구균의 검출률을 높이려는 시도가 필요할 것이나 이에 수반되는 고비용의 문제점이 남아 있다고 여겨진다[1,4,5,17].

요 약

배 경 : 혈액배양 방법중 전통적인 수기법의 여러 문제점을 개선하기 위한 지속적 감시 자동화혈액배양기들(CMBCS)이 개발되어 왔다. 이중 Vital(bio-Marieux, Marcy-l'Etoile, France) 시스템을 포함한 자동혈액배양기기 분석에서 맹계대배양의 필요성 및 맹계대배양일수에 대한 차이점이 있어 수기법과 Vital법을 비교하여 배양 양성율, 배양 양성균주의 분포 및 배양 5일 이후의 양성 검출율, 배양 7일째의 맹계대 배양에 의한 양성 검출율을 분석하여 자동화된 혈액배양장비의 유용성, 맹계대배양의 필요성 유무 및 최종 배양 일수를 결정하고자한다.

방 법 : 3,344건의 혈액배양은 수기법으로 각각 국산 호기성(Trypticase Soybean Broth; Korea Media, Seoul, Korea)및 혐기성 배지(Thioglycollate;Korea Media, Seoul, Korea) 1쌍씩을, 4,822건의 검체는 각각 Vital 호기성 배지 Vital AER(bioMerieux, Marcy-l'Etoile, France)및 혐기성 배지 Vital ANA(bioMerieux, Marcy-l'Etoile, France)를 사용하여 배양하였다. 두 방법 모두 7일까지 배양하였다. 양성으로 판정된 검체는 모두 *Staphylococcus aureus* 획선한 혈액한천배지 및 MacConkey배지에 24시간, Chocolate배지에 48시간 계대배양하였고 여기서 자라지 않은 경우 혐기성 Phenylethylalcohol배지에 다시 48시간 추가 계대 배양을 시행하였다. 7일후에도 육안이나 Vital 기기에서 자라지 않은 경우 그람염색, 혈액한천

배지와 혐기성 배지 배양을 하여 위음성 검체를 선별하였다.

결 과 : 수기법으로 시행한 3,344건의 혈액배양에서는 9.1%, Vital에서는 4822건의 혈액배양에서 8.8%의 양성율을 나타내었다($P>0.05$). 배양 1일째 양성으로 나타난 경우가 수기법은 115건(37.7%), Vital에서는 231건(54.5%)이었고($P<0.05$), 배양 6일에서 7일 사이에 균이 검출된 경우가 수기법 7건, Vital법 21건이었다. 7일 맹계대배양 양성건은 수기법이 48건(1.44%), Vital이 9건(0.19%)이었다($P<0.05$). 맹계대 배양에서 분리된 균주는 수기법에서는 그람양성구균 22건, 그람양성간균 1건, 장내세균 13건, 비발효균 12건이었으며, Vital에서는 그람양성구균 4건, 장내세균 1건, 비발효균 1건, 효모균 3건이었다. 혐기성 세균은 두 방법 모두 1균주도 검출되지 않았다.

결 론 : Vital기기를 사용한 혈액배양은 수기법에 비해 신속하게 균을 검출할 수 있는 비율이 높았고, 배양 5일간, 7일간 및 맹계대배양간의 유의한 차이가 없어 맹계대 배양은 필요없으나 임상적으로 *S. aureus*나 진균에 의한 균혈증을 의심할 경우는 추가 맹계대 배양을 선별적으로 실시하는 것을 고려해 보아야 할 것이다. 수기법의 경우도 배양 5일간, 7일간 및 맹계대배양간의 유의한 차이는 없었으나 Vital과 비교시 맹계대 배양에서 유의한 차이가 있어 의심되는 균종의 종류 여부에 상관없이 맹계대배양을 실시하는 것이 바람직하며, 혐기성 세균의 맹계대 배양은 수기법, Vital법 모두에서 거의 필요없을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Reimer LG, Wilson ML, Weinstein MP. *Update on detection of bacteremia and fungemia. Clin Microbiol Rew 1997;10:444-65.*
2. Marchandin H, Compan B, Simeon De Buochberg M, Despaux E, Perez C. *Detection Kinetics for positive blood culture bottles by using the Vital automated system. J Clin Mirobiol 1995;33:2098-101.*
3. 고근아, 이용석, 박찬정, 박순영, 조현찬, 이규만. 자동혈액배양기기 Vital의 평가. 대한임상병리학회지 *1996; 6:556-62.*
4. 이명희. 자동혈액배양기기 Vital 평가. 대한임상병리학회지 *1998;18:187-94.*
5. 이정수, 이미애, 정화순. 자동혈액배양기 Vital 시스템을 이용한 혈액배양에서 최종 맹계대배양 평가. 대한임상병리학회지 *1998;18:174-8.*
6. 서을주, 배직현. Bactec NR-730 혈액배양-5일과 7일간 배양의 유용성 비교-. 대한임상병리학회지 *1993; 13:601-5.*
7. Perez C, Marhandin H, Compan B, Bonifacj C, Despaux E, Milon P. *Comparative evaluation of blood culture using the Vital automated system and the Becton-Dickinson Septi-Check BHI-S biphasic and SCH bottles. Ann Biol Clin 1996;54:556-62.*
8. Aracil B, Felipe MGG, Muller M, Garces JLG. *Detection of positive blood cultures with an automated system using homogeneous fluorescence technique (Vital), 16/8. In:Spanish Congress of Clinical Microbiology, Torremolinos, Spain, 1996.*
9. Carton JC, Dublanchet A, Grasmick C, Laurens E, Pinon G, Zumbo C. *A multicenter prospective study of blood cultures performed in French general hospitals, 31P, In; Austrian Society for Hygiene, Microbiology and Preventive Medicine, Innsbruck, Austria, May 1996.*
10. Vu-Thien H, Prioreschi S, Sourmay J, Moissenet D, Garbarg-Chenon A. *Use of the Vital automated blood culture system in a children's hospital: a one year retrospective study, 152P, In; Austrian Society for Hygiene, Microbiology and Preventive Medicine, Innsbruck, Austria, May 1996.*
11. Murray PR, Sondag JE. *Evaluation of routine subcultures of macroscopically negative blood cultures for detection of anaerobes. J Clin Microbiol 1978;29: 901-6.*
12. Paisely JW, Rosenblatt JE, Hall M, Washington JA. *Evaluation of a routine anaerobic subculture of blood cultures for detection of anaerobic bacteremia. J Clin Microbiol 1978;8:764-6.*
13. Wilson ML, Mirrett S, Reller LB, Weinstein MP, Reimer LG. *Recovery of clinically important microorganism from the BacT/Alert blood culture system does not require 7 day testing. Diagn Microbiol Infect Dis 1993;16:31-4.*
14. Hardy DJ, Hulbert BB, Migneault PC. *Time to detection of positive BacT/Alert blood cultures and lack of need for routine subculture of 5- to 7-day negative cultures. J Clin Microbiol 1992;30:2743-5.*
15. Peres I, Barros RM. *Clinical evaluation of two automated blood culture systems in a pediatric hospital, 152P, In: Austrian Society for Hygiene, Microbiology and Preventive Medicine, Innsbruck, Austria, May 1996.*
16. Mermel LA, Maki DG. *Detection of bacteremia in adults: consequnces of culturing an inadequate volume of blood. Ann Intern Med 1993:119;270-2.*
17. Wilson ML, Weinstein MP, Mirrett S, Reimer LG, Smith-Elekes S, Chirand CR, Reller LB. *Controlled evaluation of BacT/Alert standard anaerobic and FAN anaerobic blood culture bottles for the detection of bacteremia and fungemia. J Clin Microbiol 1995;33: 2265-70.*

18. Gantz NM, Medeiros AA, Swain JL, O'Brien TF. *Vacuum blood-culture bottles: inhibiting growth of candida and fostering growth of bacteroides. Lancet ii 1974;1174-6.*