원저
Lab Med Online
Vol. 6, No. 1: 36-40, January 2016
http://dx.doi.org/10.3343/lmo.2016.6.1.36

임상미생물학 LMO

혈액배양 검체 접종을 위한 Previ Isola® 시스템과 수기법의 비교평가

Evaluation of Automated Specimen Inoculation for Blood Culture Samples by Use of the Previ Isola® System Compared with the Manual Method

박영춘 · 윤진상 · 김지명 · 권계철 · 구선회
Yeongchun Park, M.D., Jin Sang Yoon, M.T., Jimyung Kim, M.D., Gye Cheol Kwon, M.D., Sun Hoe Koo, M.D.

충남대학교 의과대학 진단검사의학교실
Department of Laboratory Medicine, College of Medicine, Chungnam National University, Daejeon, Korea

Background: Recently, a new automated inoculating instrument, Previ Isola® (bioMérieux, France) was introduced. Although there are many evaluation reports about the inoculation of urine and body fluid samples using Previ Isola®, no evaluation has been reported for blood samples. The objectives of this study were to evaluate this instrument for the inoculation of blood samples and to compare the microbiological results with the manual loop-to-plate method.
Methods: From March 2014 to July 2014, a total of 296 non-duplicate blood samples showing positive signals on the BacT/Alert 3D system were obtained, and both manual and automated methods were used for sample inoculation. Results of the two methods were compared according to five aspects: the culture result, number of single colonies, morphology of colonies, number of re-inoculations, and time required for inoculation.
Results: The sensitivity and specificity of Previ Isola® were 98.9% and 96.6%, respectively. The positive and negative predictive values were 99.6% and 90.3%, respectively, and the total concordance rate was 98.6%. For Previ Isola® and the manual methods, the number of average usable single colonies per plate was 25 and 16, the number of re-inoculations was 60 and 62, and the inoculation time for 15 blood samples was 30 min and 75 min, respectively. The morphology of colonies showed no differences between the two methods.
Conclusions: The automated inoculation instrument, Previ Isola®, showed relative good concordance with manual method, with high sensitivity and high specificity for blood sample inoculation. Previ Isola® may be useful for inoculating specimens including blood samples.

Key Words: Previ Isola®, Automation, Inoculation, Blood culture

서 론

균혈증은 혈액 내 세균이 존재하는 경우로써, 효과적인 항균제로 치료하기 위하여 혈액배양검사를 통하여 원인균을 신속하게 검출하고 정확하게 동정하는 것이 매우 중요하다[1]. 혈액배양은 일반적으로 혐기성 및 호기성 혈액배양을 동시에 실시하며 양성으로 나오는 경우 균 동정 검사에 들어가게 된다. 임상미생물검사실 업무 중 균 동정 및 감수성 검사는 자동화된 장비를 많이 사용하고 있으나 검체 접종은 아직까지 업무의 특성상 수기법에 많이 의존하고 있으며 이에 많은 인력과 시간이 요구되고 있다. 이를 개선하기 위하여 Inocula instrument (Dynacon Inc., Mississauga, Ontario, Canada), MicroStreak (LabTech Systems, Kent Town, South Australia)과 Previ Isola® (bioMérieux, France) 등과 같은 자동접종 장비들이 국내에 소개되었지만 아직까지 활발히 사용되고 있지 못하는 실정이다[2-4]. 그 중 Previ Isola® 장비의 체액과 요 검체 자동접종에서의 유용성에 대한 평가는 있으나 아직까지 혈액 검체 자동접종의 유용성에 대한 평가가 이루어지지 않은 실정이다. 이번 연구에서는 혈액배양된 검체를 여러 가지 평판배지에 접종함에 있어서 Previ Isola®를 이용한 자동접종법과 수기법을 비교 평가하였다.

Corresponding author: Sun Hoe Koo
Department of Laboratory Medicine, Chungnam National University Hospital, 282 Munhwa-ro, Jung-gu, Daejeon 35015, Korea
Tel: +82-42-280-7798, Fax: +82-42-257-5365, E-mail: shkoo@cnu.ac.kr

Received: December 5, 2014
Revision received: June 12, 2015
Accepted: June 12, 2015

This article is available from http://www.labmedonline.org
© 2016, Laboratory Medicine Online
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

재료 및 방법

1. 검체

2014년 3월부터 7월까지 혈액배양이 의뢰된 검체 중 BacT/Alert 3D system (bioMerieux Inc., Durham, NC, USA)에서 양성신호를 보인 296명 환자의 혈액 검체를 평가에 이용하였다. 같은 환자에서 중복 검체가 온 경우 한 검체만 연구에 포함시켰다. 혈액 배양병은 성인은 혈액배양 한 세트인 호기성과 혐기성 배양병으로 BacT/Alert SA/SN bottle (bioMerieux Inc.)을 사용하였고 소아에서는 BacT/ALERT® PF Culture bottles (bioMerieux Inc.)을 사용하였다. 균동정 및 감수성 검사는 Vitek II System (bioMerieux, Marcy, l'Eltoile, France)을 이용하였고 필요시 API 동정 Kit (bioMerieux, Durham, NC, USA)를 보조적으로 이용하였다.

2. 검체 접종: 자동화 장비법

자동화 장비 PREVI Isola® (bioMerieux, France)를 회사의 지침서에 따라 사용하였다. 먼저 일회용 멸균주사기를 이용하여 혈액배양병의 검체를 2.5 mL 정도 검체 튜브에 옮긴 후 장비에 장착하면 일회용 tip을 이용하여 혈액 검체 10 μL를 미리 장착된 평판배지에 자동으로 분주하고 접종기구(applicator)를 사용하여 50 rpm의 속도로 원형 회전하는 평판배지에 획선하였다.

3. 검체 접종: 수기법

1 mL 일회용 멸균주사기를 이용하여 호기성 또는 혐기성 배양병에서 적당량의 혈액 검체를 흡인 후 평판배지에 한 방울(10-20 μL) 떨구고 정량 백금이를 이용하여 4획선법으로 획선하였다. 배지선택은 혈액한천과 MacConkey 배지를 기본으로 혐기성 배양병에서만 자란 경우 추가로 초콜릿배지와 phenylethyl alcohol agar (PEA) 배지에 접종하였고 소아용 혈액 배양병 검체는 초콜릿배지에도 접종하였다. 접종한 배지는 모두 35℃, 5% CO_2 배양기에서 최소 18시간 배양하였다[1].

4. 수기법과 자동화 장비법의 비교 평가

수기법과 자동화 장비법으로 혈액 검체가 접종된 평판배지들은 동시에 판독하여 다음과 같은 다섯 가지 항목에 대하여 기록하고 비교 평가하였다.

1) 배양결과에 따른 통계적 분석

배양 양성의 기준은 배지에서 집락의 크기에 상관없이 하나 이상의 집락이 관찰되는 경우로 하였고 음성기준은 5일까지 재배양을 하여도 균집락이 형성되지 않는 경우로 정의하였다. 수기법을 기준으로 하여 자동접종법의 민감도와 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 계산하였다.

2) 단독 집락 수

혈액한천에서만 균이 자란 경우 혈액한천 배지에서만 단독 집락수를 계수하였고 혈액한천배지와 MacConkey배지 모두에서 균이 자란 경우 대부분 그람 음성균이므로 MacConkey배지에서만 단독 집락 수를 계수하여 기록하였다.

3) 집락 성상

균 집락의 성상을 크기, 모양, 빛깔 및 혼합 집락 여부를 기록하고 두 가지 방법 간에 차이를 비교하였다. 집락의 크기는 1 mm 미만인 경우 아주 작음(tiny), 1-2 mm 사이는 작음(small), 2-3 mm 사이는 중간(medium), 3 mm 이상은 큼(large)으로 기록하였고 모양은 round, irregular, round with projection, undetermined로 구분하여 기록하였다.

4) 재접종 여부

단독 균 집락을 얻을 수 없는 경우, 균 집락이 아주 작은 경우, 효모형 균주가 의심되는 경우, 접종 실패한 경우와 혼합 균주인 경우 재접종을 시행하였다. 또한 효모형 균주가 의심되는 경우 육안으로 구별되지 않는 그람 양성균과 혼재가능성을 배제하고 효모형 균주 단독 집락을 얻기 위하여 Sabouraud dextrose agar (SDA) 평판배지에 재접종하였다.

5) 접종소요시간

접종소요시간은 15개의 혈액 검체를 검체 바코드 출력으로부터 검체 접종을 완료하기까지의 소요시간을 기록하여 두 가지 방법 간에 비교하였다.

결 과

BacT/Alert 자동혈액배양기에서 양성 신호를 보인 검체는 296개였으며 배양기간을 보면 1일만에 자란 경우가 180건(67.2%)으로 가장 많았고 2일만에 자란 경우가 56건(20.9%), 3일만에 자란 경우가 20건(7.5%), 4일만에 자란 경우가 7건(2.6%), 5일만에 자란 경우가 5건(1.9%)이었다. 그 중 111개 검체의 배양병에 자란 균증식 여부를 기록하였고 분석한 결과 호기성 배양병에서만 균이 증식한 경우는 32건(28.8%), 혐기성 배양병에서만 균이 증식한 경우는 27건(24.3%), 두 가지 배양병에서 모두 균이 자란 경우가 39건(35.1%)이었으며, 소아용 혈액 배양병에서 균이 자란 경우가 13건(11.7%)이었다. 수기법과 자동화 장비법으로 접종한 배지에서 균집락이 자란 경우는 총 268 검체였으며, 균 집락이 관찰되지 않은 경우는

28건으로 이는 자동혈액배양기의 위양성이었다. 268검체에서 동정된 균주는 총 286건이며 그 중 그람양성 알균은 139건, 그람양성 막대균은 18건, 그람음성 막대균은 112건, 효모균은 16건이었다(Table 1).

1. 수기법과 자동화 장비법의 비교

1) 배양결과에 따른 통계적 분석

수기법에서는 267건에서 균이 증식되었고 29건에서는 균이 증식되지 않았으며 자동화 장비법에서는 265건에서 균이 증식되었고 31건에서는 균이 증식되지 않았다. 두 방법 간에 차이를 보이는 경우는 4검체였으며 그 중 한 검체는 자동화 장비법의 혈액한천배지에서는 균이 증식되었으나 수기법에서 균이 증식되지 않아 수기법의 위음성이었으며 *Candida pelliculosa*로 동정되었다. 나머지 3검체는 모두 소아검체로 혈액한천배지에 재접종한 결과, 균증식이 관찰되었고 각각 *Weissella confusa*, *Bacillus species*와 *Streptococcus sanguis*로 동정되었다. 그 외 혐기성 배양병에서만 균이 증식된 2검체는 수기법에서는 혈액한천배지와 초콜릿배지 모두에서 자랐으나 자동화 장비법에서 초콜릿배지에서만 균이 자랐으며 각각 *Enterococcus faecium*과 *Staphylococcus epidermidis*였다. 자동화 방법의 민감도와 특이도는 각각 98.9%와 96.6%였고 양성예측도와 음성예측도는 각각 99.6%와 90.3%였고 전체 일치도는 98.6%였다(Table 2).

Table 1. Results of isolated bacteria species

Gram stain		Number	Species
Gram (+)	Cocci	139	Coagulase-negative staphylococci, *Staphylococcus aureus, Enterocaoccus faecium, Enterococcus faecalis, Streptococcus pyogenes, Staphylococcus saprophyticus, Alloiococcus otitis, Gemella sanguinis*
	Bacilli	18	*Bacillus* spp., *Corynebacterium jeikeium, Corynebacterium striatum, Corynebacterium amycolatum, Weissella confusa (formerly Lactobacillus confusa)*
Gram (-)	Bacilli	112	*Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa, Enterobacter cloacae, Klebsiella oxytoca, Morganella morganii, Stenotrophomonas maltophilia, Salmonella* group D
Yeast	Cocci	16	*Candida albicans, Candida tropicalis, Candida glabrata, Candida parapsilosis*

Table 2. Comparison of Previ Isola® with the manual method

		Automated method (Previ Isola®)*		
		Growth	No growth	Total
Manual method	Growth	264	1	265
	No growth	3	28	31
	Total	267	29	296

*Automated method: sensitivity, 98.9%; specificity, 96.6%; positive predictive value, 99.6%; negative predictive value, 90.3%; concordance rate, 98.6%.

2) 단독 균집락 수 산정

단독 균집락 수를 비교한 결과 자동접종방법에서는 매 평판배지당 평균 25개였고 수기법에서는 평균 16개였으며 대부분 자동접종방법에서 더 많은 단독 균집락 수를 보였고 수기법에서 더 많은 집락 수를 보이는 경우는 주로 *bacillus* species와 일부 coagulase negative staphylococci였다. 또한 두 가지 균주가 혼합된 경우에도 자동화 장비법에서 단독 균집락 수가 더 많이 관찰되어 분리가 더 용이하였다.

3) 집락 성상

두 가지 방법으로 접종한 배지에서 모두 균이 자란 경우에 대하여 집락의 성상을 관찰한 결과 일치하는 성상이 관찰되었다. 차이가 있는 경우는 자동접종법에서 집락의 크기가 수기법 보다 크게 보이는 경우가 10건 정도 있었으나 크기 등급에는 차이가 없었다. 혼합 집락은 두 가지 방법 모두 17건에서 관찰되었으며 그람 염색 결과, 모두 그람 음성인 경우가 5건, 모두 그람 양성인 경우가 2명, 그람음성균과 양성균이 함께 분리된 경우는 10건으로 두 가지 방법상 일치하는 결과를 보였다.

4) 재접종

재접종이 필요한 경우는 자동접종법에서 60건(22%), 수기법에서 62건으로 큰 차이를 보이지 않았다. 자동접종법에서 재접종의 원인을 분석한 결과 균주가 아주 작은 경우(tiny)가 19건, 혼합균주인 경우가 18건, 효모형 균주인 경우가 13건, 접종에 실패한 경우가 5건, 단독 집락을 얻지 못한 경우가 5건이었다(Table 3).

5) 접종 소요 시간

하루 평균 접종수인 15개의 혈액 검체를 대상으로 시간을 측정

Table 3. Reasons for re-inoculation with Previ Isola®

Reasons	Number	Species
Mixture	18	*Enterococcus faecium* & *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis* & *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli* & *Klebsiella pneumoniae*, Staphylococcus capitis & *K. pneumoniae*, *E. coli* & *E. faecium*, *Stenotrophomonas maltophilia* & *E. faecium*, etc.
Tiny colony	19	*Streptococcus*, *Bacillus* spp., *Actinomyces*, *Corynebacterium* spp., *Streptococcus parasanguinis*, *Aerococcus*, *Gemella sanguinis*, etc.
Yeast	13	*Candida albicans, Candida tropicalis, Candida glabrata, Candida parapsilosis*
No single colony	5	*Bacillus* spp., *K. pneumoniae*, etc.
Inoculation failure	5	*E. faecium*, *S. epidermidis*, *Bacillus* spp., *Streptococcus sanguis*, *Weissella confusa* (formerly *Lactobacillus confusa*)

http://dx.doi.org/10.3343/lmo.2016.6.1.36

한 결과 검체 접수 및 배지 준비에 45분, 검체 접종에 75분 소요되어 총 120분이 소요되었고 Previ Isola®를 사용한 경우는 검체 접수 및 배지 준비에 30분, 검체 접종에 30분 소요되어 총 60분이 소요되었다. 한 개의 검체당 평균 접종 시간은 4분이 단축되었다.

고 찰

혈액배양은 균혈증, 패혈증, 심내막염, 판막염, 정맥 내 카테터 연관 혈류 감염증, 화농성 혈전정맥염 및 진균성 동맥류의 원인균을 진단하고 치료지침 및 예후를 결정하는 데 필수적인 검사법이다. 기존의 접종방식은 시간을 많이 필요로 하고 반복적이고 숙련된 기술을 요구하는 작업으로, 검사자에게 반복적인 스트레스와 감염위험이 있다. 최근에 개발된 Previ Isola®는 액상 미생물 검체를 Pre-Poured Media (PPM)에 분주하고 접종하도록 고안된 자동화된 장비로서 자체 HEPA 필터가 갖춰져 있어 기존 접종 과정에서 발생할 수 있는 검체 간 오염이 없으며 검사실내, 검사자, 타 검체 간에 발생될 수 있는 오염원 및 감염원을 효과적으로 제거하고 시간과 인력 절감 효과가 있으며 높은 재현성을 제공한다는 장점들이 있다. 이번 연구에서는 BacT/Alert 자동혈액배양기에서 양성신호를 보인 296건의 검체를 분석하였으며 그 중에서 균집락이 자란 경우는 268건, 균이 자라지 않은 경우는 28건으로 위양성률은 9.4%였으며 이는 Uh 등의 보고에서의 3.7%-12.3% 빈도와 유사하였다[5]. 접종된 검체의 양은 자동화 장비법에서는 10 μL로 수기법에서의 한 방울(10-20 μL)보다 좀 더 적었지만 매 평판배지당 관찰된 단독 집락 수는 자동화 장비법에서 25개로 수기법의 16개보다 평균 9개의 단독 균집락을 더 형성하는 것을 볼 수 있었다. 균동정이나 감수성 검사 시 단독 집락을 사용하기에 배지에서 검사에 필요한 충분한 단독 집락 수가 있는지 여부는 자동접종법의 유용성 평가에서 매우 중요한 항목이었다. 또한 혼합 집락이 존재하는 경우에도 독립된 균집락이 더 많이 관찰되어 균집락의 분리가 수기법 보다 용이하였다. 배지에서 관찰되는 균집락이 너무 작거나 두 가지 이상의 다른 성상의 집락을 보이거나, 단독 집락을 얻을 수 없는 경우 재접종이 필요할 수 있다. 이번 연구에서 재접종이 필요한 경우는 자동화 접종법에서 전체 296개의 검체 중 60건으로 22%를 차지하였는데 이는 수기법의 62건과 비슷하였으며 재접종의 원인은 균종 특성상 균집락이 너무 작거나 두 가지 이상 균이 혼재된 경우가 가장 많았다. 검체 접종에 소요되는 시간은 15개의 검체 기준으로 수기법에서 75분, Previ Isola® 자동접종장비에서 30분 소요되어 시간절약 및 노동력 절감 효과가 있을 것으로 예상하였다. 이번 연구에서 Previ Isola®를 이용한 자동화 접종법은 수기법에 비하여 98.6%의 높은 일치도를 보였으며 민감도와 특이도는 각각 98.9%와 96.6%를 보였다. 이는 Glasson 등의 보고에서의 99%의 민감도와 99.7%의 특이도와 비슷하였다[2].

자동화 장비법에서 균이 증식되었으나 수기법에서 균이 자라지 않은 1건은 *Candida pelliculosa*로 동정되어 수기법의 위음성으로 추정되었다. 수기법에서는 균이 자랐으나 자동화 장비법에서 균이 자라지 않은 검체는 3건이었고 자동화 접종법의 위음성이었다. 그 외 그람양성균이 자란 2검체는 수기법에서는 BAP와 초콜릿 배지 모두에서 자랐으나 자동화 장비법에서는 초콜릿배지에서만 균이 자랐고 혈액배지에서는 균이 자라지 않아 부분접종 실패라고 볼 수 있었다. 원인은 일시적인 오류에 의하여 접종기구(applicator)의 축 이동이 발생하거나 검체 튜브의 위치이동 등 원인에 의하여 일회용 tip이 검체 튜브 밖에 위치하면서 검체 흡인실패로 배지에 혈액 검체 접종이 되지 않은 경우였다. 이와 같이 자동화 장비법으로 접종한 배지에서 예기치 않게 균이 증식되지 않는 경우 그람 염색 결과를 확인하여 그람 양성 또는 그람 음성균이 관찰되면 재접종 및 재배양을 하기 때문에 놓칠 가능성은 거의 없다고 볼 수 있다. 검체 접종시간은 75분에서 30분으로 단축되어 시간 절약 및 노동력 감축 효과로 검사실 효율 증대 효과를 가져올 수 있었다.

Previ Isola® 자동접종 장비는 검사자의 숙련도의 영향을 받지 않아 일관된 결과를 얻을 수 있다는 장점과 검사소요시간을 반으로 줄여 검사효율을 증대하는 효과를 얻을 수 있다는 장점이 있지만 단점으로 장비사용과 유지보수에 따른 비용이 발생함으로 혈액 검체뿐만 아니라 소변 등 여러 검체에서 적용할 때 비용 대비 효과적일 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 혈액 검체 만을 대상으로 하였으나 혈액 외에도 소변, 체액, 객담 등 여러 가지 검체에서의 자동접종효과에 관련하여 여러 연구결과가 발표되어 다양한 검체에서 Previ Isola® 자동접종방법을 사용함으로써 전반적인 미생물검사실 자동화에 도움이 될 것으로 생각된다[2, 4, 6, 7].

이번 연구를 통하여 Previ Isola® 장비를 이용한 혈액 검체 자동접종법은 수기법과 높은 일치도, 민감도와 특이도를 보였으며 혈액 검체 자동접종에 수기법을 대체하여 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단하였다.

요 약

배경: 최근 임상미생물 검사실에 검체의 접종 업무를 자동으로 수행하는 Previ Isola® (Bio-merieux, France)가 소개되었다. Previ Isola® 장비의 체액과 요검체 자동접종에서의 유용성에 대한 평가는 있으나 아직까지 혈액 검체 자동접종의 유용성에 대해서는 평가가 이루어지지 않은 실정이다. 이번 연구에서는 혈액 검체를 자동접종함에 있어서 수기법과 비교하여 그 유용성을 평가하였다.

방법: 2014년 3월부터 7월까지 임상미생물검사실에 혈액배양이 의뢰된 검체 중 BacT/Alert 3D system (bioMerieux Inc., USA)에서 양

성 신호를 보인 중복되지 않는 296명 환자의 혈액 검체를 임의로 선택하였다. 수기법과 자동화 장비법으로 혈액 검체가 접종된 평판배지들은 동시에 판독하여 배양결과, 단독 집락수, 집락 성상, 재접종 여부, 접종소요시간 등 다섯 가지 항목에 대하여 기록하고 비교 평가하였다.

결과: 자동화 방법의 민감도와 특이도는 각각 98.9%와 96.6%였고 양성예측도와 음성예측도는 각각 99.6%와 90.3%였고 전체 일치도는 98.6%였다. 단독 집락 수는 자동접종법에서 매 평판배지당 평균 25개로 수기법(16개) 보다 9개가 많았고, 집락의 성상은 차이를 보이지 않았다. 재접종이 필요한 경우는 자동화 장비법(60건)이 수기법(62건)과 비슷하였고 접종 소요 시간은 15개 검체를 기준으로 자동화 장비법(30분)이 수기법(75분)보다 단축되었다.

결론: 자동화 장비 Previ Isola®는 수기법과의 일치도가 98.6%로 비교적 우수하였고, 높은 민감도와 특이도를 보였으므로 혈액 검체 자동접종에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단되었다.

REFERENCES

1. Chong Y, Lee K, et al. Diagnostic microbiology. 4th ed. Seoul: Seoheung Publishing Company, 2009:58-113.
2. Glasson JH, Guthrie LH, Nielsen DJ, Bethell FA. Evaluation of an automated instrument for inoculating and spreading samples onto agar plates. J Clin Microbiol 2008;46:1281-4.
3. Greub G and Prod'hom G. Automation in clinical bacteriology: what system to choose? Clin Microbiol Infect 2011;17:655-60.
4. Mischnik A, Mieth M, Busch CJ, Hofer S, Zimmermann S. First evaluation of automated specimen inoculation for wound swab samples by use of the Previ Isola system compared to manual inoculation in a routine laboratory: finding a cost-effective and accurate approach. J Clin Microbiol 2012;50:2732-6.
5. Uh Y, Jang IH, Park SD, Kim KS, Seo DM, Yoon KJ, et al. Factors influencing the false positive signals of continuous monitoring blood culture system. Ann Clin Microbiol 2014;17:58-64.
6. Nebbad-Lechani B, Emirian A, Maillebuau F, Mahjoub N, Fihman V, Legrand P, et al. New procedure to reduce the time and cost of broncho-pulmonary specimen management using the Previ Isola® automated inoculation system. J Microbiol Methods 2013;95:384-8.
7. Kim Y, Yoon S, Sohn YS, Lee Y, Chung HS, Lee W, et al. Evaluation of an automated instrument, PREVI Isola® for inoculation of body fluids and urine samples onto agar plates. Lab Med Online 2011;1:105-9.

http://dx.doi.org/10.3343/lmo.2016.6.1.36