

혐기성 세균 동정을 위한 ATB 32A의 평가

세브란스병원 임상병리과, 순천향의과대학 천안병원 임상병리학교실*

김명숙·김휘준*·정석훈·안수영·이경원·정운섭·권오현

= Abstract =

Evaluation of the ATB 32A System for Identification of Anaerobic Bacteria

Myung Sook Kim, Hwi Jun Kim*, Seok Hoon Jeong, Soo Young Ahn, Kyungwon Lee,
Yunsop Chong, and Oh Hun Kwon

*Department of Clinical Pathology, Severance Hospital, Seoul, Korea; Department of
Clinical Pathology, College of Medicine, Soon Chun Hyang University Chun An Hospital,
Chun An, Korea*

Background : The isolation and identification of anaerobes from clinical samples is important in the clinical microbiology laboratories, since antimicrobial therapy for these infections can differ depending on the organisms. Although conventional biochemical tests and gas-liquid chromatography analysis are accurate identification methods, these are time-consuming, expensive, and beyond the capabilities of many laboratories. We evaluated the usefulness and accuracy of the ATB 32A system for the identification of clinically significant anaerobic bacteria in clinical laboratory.

Methods : An evaluation of the ATB 32A system (bioMerieux SA, Marcy-l'Etoile, France) was performed with 375 clinical isolates of anaerobic bacteria. Identification obtained with the ATB 32A was compared with those determined by conventional methods.

Results : The ATB 32A system correctly identified 95.3% of 129 *Bacteroides* spp., 93.7% of 48 *Prevotella* spp., 85.7% of 14 nonsporeforming gram-positive rods, 84.6% of 91 *Clostridium* spp., 79.4% of 87 *Peptostreptococcus* spp., 66.7% of 6 *Fusobacterium* spp. Overall, 338 strains (90.1%) were correctly identified, with 34 (9.0%) requiring

교신저자 : 김명숙, 서울시 서대문구 신촌동 134 세브란스병원 임상병리과(전화 : 02-361-6485)

additional tests. Thirty-seven strains (9.9%) were incorrectly identified or not identified by the system. The system identified 100% of clinically significant isolates, 64 *Bacteroides fragilis* and 23 *Clostridium perfringens*.

Conclusions : It is concluded from this study that, although some strains are identified incorrectly, as most of the frequently isolated anaerobes are correctly identified, the ATB system can be used for the rapid identification of anaerobes in the clinical laboratory.

Key Words : Anaerobic bacteria, ATB 32A system

서 론

혐기성 세균은 여러가지 감염을 일으키며, 때로는 심부조직의 감염, 균혈증 등의 위중한 감염을 일으키는 경우도 있다[1, 2]. 혐기성 세균감염은 균종에 따라 감염 양상이 다르므로 정확한 균종의 동정이 필요하다[3]. 혐기성 세균의 동정 방법에는 전통적인 생화학시험, gas liquid chromatography (GLC)에 의한 지방산의 검출 방법 등이 널리 알려져 왔다[4, 5]. 그러나 환자에서 분리된 혐기성 세균을 동정하는 것은 쉽지 않다. 일부 혐기성 세균은 증식이 매우 느려 동정하는데 수일 내지 수주일 걸린다. 또한 혐기성 세균 중에는 전통적인 생화학시험에는 반응이 없는 것도 있다[6].

근래 혐기성 세균 동정을 위한 여러가지 상품화된 kit가 소개되었는데[7, 8], 최근에는 이미 증식된 세균으로 효소의 활성을 시험하는 여러가지 kit가 개발되어 외국에서는 이미 널리 쓰이고 있으며 우리나라에서도 그 이용이 늘고 있다. 또한 이 kit에 의한 혐기성 세균 동정의 정확성에 관한 연구는 많다[9-14]. ATB 32A (bioMerieux SA, Marcy-l'Etoile, France)도 증식된 세균으로 효소의 활성을 시험하는 방법으로 혐기성 배양이 필요없고, 4시간 후에 반응을 판독하는 신속한 방법 중의 하나이다[15]. 각각의 균종이나 균속에 대하여 이 방법은 동정성적의 신뢰도를 "excellent (%ID 99.9 이상)", "very good (%ID 99.0 이상)", "good (%ID 90.0 이상)", 및 "acceptable (%ID 80.0 이상)"로 나타내고, 첫째, 둘째 및 세째의 균종명과 그 확률, 또한 필요한 경우에는 추가시험을 제시하며, 균종동정이 잘 안되거나 불확실한 경우에는 "low discrimination", "doubtful profile", "unacceptable

profile" 및 "ID not valid"로 표시가 된다. 그러나 이 kit에 의한 동정의 정확성에 관한 연구는 그리 많지 않다. 이에 이 연구에서는 ATB 32A를 통상적으로 임상검사에서 분리되는 혐기성 세균의 동정에 실제로 이용하면서 그 결과를 전통적인 생화학시험, GLC의 분석 결과 등과 비교하여, 이 kit의 유용성과 정확성에 대하여 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

1992년 10월 부터 1993년 7월 사이에 세브란스 병원 환자의 임상검체에서 분리된 혐기성 세균을 대상으로 하였다. 농성 검체는 phenylethyl blood agar에, 변 검체는 cycloserine cefoxitin fructose agar에 접종한 후 혐기성 상자 (Forma Scientific Co., Merieta, OH)에서 48시간 배양하여 분리하였다[16].

ATB 32A system은 29가지의 생화학시험으로 되어있다. 즉, urease, arginine dihydrolase, α -galactosidase, β -galactosidase, β -galactosidase 6-phosphate, α -glucosidase, β -glucosidase, α -arabinosidase, β -glucuronidase, β -N-acetylglucosaminidase, mannose와 raffinose의 산생성, glutamic acid decarboxylase, α -fucosidase, 질산염 환원, indole 생성, alkaline phosphatase, arginine arylamidase, proline arylamidase, leucyl glycine arylamidase, phenylalanine arylamidase, leucine arylamidase, pyroglutamic acid arylamidase, tyrosine arylamidase, alanine arylamidase, glycine arylamidase, histidine arylamidase, glutamyl glutamic acid arylamidase, serine arylamidase이다.

ATB 32A system에 접종하기 위한 방법은 제품의 설명서에 따랐다. 즉, 분리세균을 혈액한천에

Table 1. Identification of clinical isolates with ATB 32A system

Species	No. tested	ID to sp. ^a				ID to genus ^b				Others ^c			
		No.(%) correct		No. (%)	Total	No.(%) correct		No. (%)	Total	No.(%) correct		No. (%)	Total
		Without	With incorrect			Without	With incorrect			Without	With incorrect		
<i>Peptostreptococcus</i>	87	48(55.2)	9(10.3)	57	9(10.3)	2(2.3)	11	13(14.9)	5(5.8)	1(1.2)	19		
<i>Bacteroides</i>	129	104(80.6)	1(0.8)	4(3.1)	109	8(6.2)	7(5.4)	15	2(1.6)	1(0.8)	2(1.6)	5	
<i>Prevotella</i>	48	29(60.4)	2(4.2)	31	5(10.4)	11(22.9)	16			1(2.1)	1		
<i>Fusobacterium</i>	6	2(33.3)		2				2(33.3)		2(33.3)	4		
<i>Clostridium</i>	91	34(37.4)	2(2.2)	6(6.6)	42	30(32.9)		30	6(6.6)	5(5.5)	8(8.8)	19	
Nonsporeforming													
gram-positive rods	14	9(64.3)		9	1(7.1)		1	2(14.3)		2(14.3)	4		
Total	375	226(90.4)	3(1.2)	21(8.4)	250	53(72.6)	20(27.4)	73	25(48.1)	11(21.2)	16(30.7)	52	

^a Excellent, very good, good or acceptable confidence level species identification as stated in the ATB system (%ID >99-80).

^b Excellent, very good, good or acceptable confidence level genus identification as stated in the ATB system.

^c Low discrimination, doubtful profile, unacceptable profile, ID not valid as stated in the ATB system (% ID <80).

접종하여 24시간 또는 48시간 혐기성 배양한 후 2 ml 증류수에 세균을 풀어 McFarland 제 4관 탁도로 맞추고 ATB 32A의 각 cupule에 55 µl씩 접종하였다. Urease cupule은 광유를 덮고 35°C 항온기에 4시간 배양한 후 James 시약, nitrate 시약, fast blue BB 시약을 넣고 5분 후에 ATB reader를 이용하여 반응을 판독하였다. Reader가 판독하지 못하는 반응은 육안으로 확인하였다. 전통적 동정시험은 Holdeman 등의 방법[4]에 따랐으며, 산생성용 기초배지는 thioglycollate medium without glucose or indicator (Difco)를 사용하였고[16], 때로는 GLC 분석 (Capco model 700, Clinical Analysis Products, Sunnyvale, CA) 및 Vitek ANI (bioMerieux Vitek Inc., Hazelwood MO)의 결과를 참고하였다. *C. difficile* 동정을 위해서는 *Clostridium difficile* test (Becton Dickinson Microbiology System, Cockeysville, MD)에 의한 응집시험도 참고하였다.

시험 결과를 비교함에 있어서 ATB 32A의 첫째 선택 동정 결과와 전통적 생화학시험 등의 결과를 비교하였다. 즉, 추가시험없이 정확히 동정된 균주, ATB 32A에서 제시한 추가시험에 의하여 정확히 동정된 균주 및 동정이 안되었거나 불확실했던 경우를 검토하였다.

결 과

대상세균은 총 375주였으며, 그 중 *Bacteroides* 129주, *Clostridium* 91주, *Peptostreptococcus*가 87주, *Prevotella* 48주로 많았으며, *Fusobacterium*과 무아포 그람양성 간균이 소수이었다. 375주에 대해 균종까지 동정된 예가 250주 (66.7%), 균속만 동정된 예가 73주 (19.5%) 및 동정이 불확실했던 예가 52주 (13.9%)이었다 (Table 1). 추가시험 없이 전통적 시험 등의 결과와 정확히 일치했던 예는 균종까지 동정된 250주에서는 226주 (90.4%)가, 균속으로만 동정된 73주에서는 53주 (72.6%), 동정이 불확실했던 52주에서는 25주 (48.1%)이었다. 그람염색이나 ATB 32A에서 제시하는 추가시험으로 정확히 동정되었던 예는 각각 3주, 20주 및 11주이었다. 따라서 총 375주 중 추가시험 없이 정확히 동정되었던 예는 304주 (81.1%), 추가시험으로 정확히 동정되었던 예는 34주로서 총 338주 (90.1%)였다.

*Bacteroides*는 총 129주 중 123주 (95.3%)가 정확히 동정되었고, *Prevotella*가 93.7%, 무아포 그람양성 간균이 85.7%, *Clostridium*이 84.6%이었고, *Peptostreptococcus*가 79.4%, *Fusobacterium*이 66.7%였다 (Table 2). 균종별로는 *Bacteroides fragilis*와 *Clostridium perfringens*의 모든 균주가 정확히 동

Table 2. Comparison of identification with ATB 32A and conventional methods

Species	No. tested	No. of clinical isolates											
		ID to species ^a				ID to genus ^b				Others ^c			
		Additional test	Misidentified to :			Additional test	Misidentified to :			Additional test	Misidentified to :		
Without	With	Species	Genus	Without	With	Species	Genus	Without	With	Species	Genus		
<i>Peptostreptococcus</i> sp.	87	48		9		9	2			13	5		1
<i>P. magnus</i>	32	20		1						10	1		
<i>P. prevotii</i>	25	9		8			2			2	4		
<i>P. asaccharolyticus</i> ^d	16	7				9							
<i>P. micros</i>	7	6								1			
<i>P. anaerobius</i>	7	6											
<i>Bacteroides</i> sp.	129	104	1	4		8	7			2	1	1	1
<i>B. fragilis</i>	64	63				1							
<i>B. ovalis</i>	24	13	1	2		4	2			1	1		
<i>B. thetaiotaomicron</i>	10	9				1							
<i>B. vulgatus</i>	8	8											
<i>B. uniformis</i>	6					2	4						
<i>B. distasonis</i>	5	5											
<i>B. eggerthii</i>	5	2		2									1
<i>B. stercoris</i>	3	3											
<i>B. caccae</i>	1	1											
<i>B. merdae</i>	1	1											
<i>B. ureolyticus</i>	1									1			
<i>B. capillosus</i>	1						1						
<i>Prevotella</i> sp.	48	29		2		5	11						1
<i>P. bivia</i>	20	12		2		3	3						
<i>P. intermedia</i>	10	10											
<i>P. melaninogenica</i>	6	2				2	2						
<i>P. buccae</i>	5	4											1
<i>P. oralis</i>	3	1					2						
<i>P. denticola</i>	2						2						
<i>P. buccalis</i>	1						1						
<i>P. loescheii</i>	1						1						
<i>Fusobacterium</i> sp.	6	2								2			2
<i>F. nucleatum</i>	3	1											2
<i>F. mortiferum</i>	2	1								1			
<i>F. necrophorum</i>	1									1			
<i>Clostridium</i> sp.	91	34	2		6	30				6	5		8
<i>C. difficile</i>	28					28							
<i>C. perfringens</i>	23	22								1			
<i>C. ramosum</i>	5	3											1
<i>C. paraputrificum</i>	5									2	2		1
<i>C. clostridiumforme</i>	4	3	1										
<i>C. bifermentans</i>	4	3	1										
<i>C. glycolicum</i>	3	1		2									
<i>C. beijerinckii</i> ^e	4					1					2		1
<i>C. innocuum</i>	3									2			1
<i>C. histolyticum</i>	3			1						1			1
<i>C. fallax</i>	2			1							1		
<i>C. subterminale</i>	2	1											1
<i>C. sporogenes</i>	1	1											
<i>C. acetobutylicum</i>	1			1									
<i>C. tyrobutyricum</i>	1												1
<i>C. botulinum</i>	1												1
<i>C. limosum</i>	1			1									
Nonsporeforming gram-positive rods	14	9				1				2			2
<i>Actinomyces naeslundii</i>	3	1				1							1
<i>A. meyeri</i>	2	2											
<i>A. odontolyticus</i>	1	1											
<i>A. israeli</i>	1	1											
<i>Eubacterium lentum</i>	3	2											1
<i>Bifidobacterium adolescentis</i>	2	1								1			
<i>Propionibacterium acnes</i>	1	1											
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1									1			

^{a, b, c} See Table 1.

^d Identified as *Peptostreptococcus asaccharolyticus/indolicus* with the ATB 32A system.

^e Identified as *Clostridium beijerinckii/butyricum* with the ATB 32A system.

Table 3. Discrepant results between ATB 32A and conventional methods

Anaerobes identified by ATB 32A	No. of strains	Conventional identification
<i>Bacteroides ovatus</i>	1	<i>B. thetaiotaomicron</i>
	1	<i>B. uniformis</i>
<i>B. eggerthii</i>	2	<i>B. vulgatus</i>
		<i>B. fragilis</i>
<i>B. ureolyticus</i>	1	<i>G. morbillorum</i>
<i>Peptostreptococcus magnus</i>	1	<i>P. prevotii</i>
<i>P. prevotii</i>	4	<i>P. micros</i>
	3	<i>P. magnus</i>
		<i>P. anaerobius</i>
<i>P. anaerobius</i>		<i>G. morbillorum</i>
<i>Prevotella bivia</i>	2	<i>P. melaninogenica</i>
<i>P. buccae</i>	1	<i>B. caccae</i>
<i>Fusobacterium nucleatum</i>	2	<i>P. asaccharolyticus</i>
<i>Clostridium ramosum</i>	1	<i>L. catenaforme</i>
<i>C. limosum</i>	1	<i>P. prevotii</i>
<i>C. glycolicum</i>	2	<i>G. morbillorum</i>
<i>C. subterminale</i>	1	<i>F. necrophorum</i>
<i>C. beijerinckii</i>	1	<i>L. catenaforme</i>
<i>C. histolyticum</i>	2	<i>P. magnus</i>
<i>C. acetobutylicum</i>		<i>L. delbrueckii</i>
<i>C. paraputrificum</i>	1	<i>L. catenaforme</i>
<i>C. tyrobutyricum</i>		<i>Peptostreptococcus</i> sp.
<i>C. botulinum</i>	1	<i>P. prevotii</i>
<i>C. innocuum</i>	1	<i>F. varium</i>
<i>C. fallax</i>		<i>P. prevotii</i>
<i>Actinomyces naeslundii</i>		<i>Clostridium</i> sp.
<i>Eubacterium lentum</i>		<i>P. prevotii</i>

정되었다. *Bacteroides fragilis* 64주 중 63주는 동정성적 신뢰도 (%ID)가 80 이상으로 동정되었고, 1주는 ATB 32A로 균속만 동정되었다. *C. perfringens*는 23주 중 22주가 %ID가 80 이상이었으며, 1주만이 80 이하로 동정되었다. *C. difficile*는 모든 균주가 균속까지만 동정되어 추가시험이 필요하였다.

ATB 32A와 전통적 생화학시험 등의 결과가 일치하지 않았던 예는 37주였다 (Table 3). 즉, ATB 32A에 의해 동정된 *B. ovatus* 2주는 전통적 방법으로는 *B. thetaiotaomicron*과 *B. uniformis*이었고, *B. eggerthii* 3주는 *B. fragilis*와 *B. vulgatus*로, *B.*

*ureolyticus*는 *G. morbillorum*으로 동정되었다. *Peptostreptococcus*의 동정에서는 대부분의 균주가 균속은 일치하나 균종에서의 불일치율이 높았다. 특히 *P. prevotii*로 동정된 경우에 있어서 불일치가 많았다. *Clostridium*은 균속까지 잘못 동정된 예가 14주였다.

고 찰

혐기성 세균이 여러가지 감염을 일으키는데 중요한 역할을 한다는 인식이 높아짐에 따라 정확한 동정이 요구되고 있다[17]. 최근에는 항균제 디스

크의 사용, 생화학적 시험, 상품화된 kit, 선택 배지 등을 사용함으로써 비교적 신속하고 정확한 동정을 할 수 있게 되었다[5].

Minitek과 API 20A가 초기에 상품화된 kit이다. Minitek은 indole 생성시험에 대한 판독이, API 20A는 당발효 반응에 대한 판독이 어렵고, 그람양성 구균들은 대부분 반응이 음성이어서 GLC를 사용해야 정확한 동정을 할 수 있다[6, 7]. 최근에는 세균의 효소 활성을 검출하는 방법인 AN-Ident, RapID ANA, Vitek ANI 등이 개발되어 혐기성 배양없이 4시간만에 동정이 가능하게 되었고, 이에 대한 동정의 정확성을 평가한 연구가 보고된 바 있다[8-14].

ATB 32A에 의한 혐기성세균 동정에 대한 정확성은 몇몇 연구자들에 의해 보고된 바 있다[15, 20, 21]. 그러나 이상적인 조건에서 경험이 많은 연구자에 의해 비교될 때는 kit의 정확성이 높을 수 있으나 kit system의 평가 성적은 시험된 세균 중에 동정이 어려운 균종의 종류와 균주수, 추가 시험의 시행 여부 등에 따라서 크게 달라질 수 있다[8, 13]. 본 연구에서는 우선 ATB 32A로 동정하고 그 동정이 맞는지를 전통적 방법으로 검토하여 ATB 32A가 병원 검사실에서 통상검사로서 사용하기에 간편하고 정확한 지를 평가하고자 하였다.

본 연구에서는 81.1%가 추가시험 없이 정확히 동정되었고, 추가시험으로 정확히 동정된 예 34주(9.0%)를 포함하면 90.1%의 균주가 균종까지 정확히 동정되었다. 이 비율은 Kitch 등[13]이 보고한 88%보다 약간 높았고, Arzese 등[21]의 90.7%와는 유사하였다. 균종별로는 Looney 등[20]과 비교하면, *Bacteroides*와 *Clostridium*의 동정율은 유사하였으나, *Peptostreptococcus*와 *Fusobacterium*의 동정에 있어서는 낮았다. 그러나 *Fusobacterium*은 시험균주가 소수였으므로 추후 이에 관한 연구가 필요하다고 생각되었다.

임상적으로 중요한 혐기성 세균인 *B. fragilis* 균세균은 추가시험으로 동정되었던 9주를 포함하여 96.1%가 정확히 동정되었는데, 이는 다른 연구자들[15, 20, 21]의 결과 (88.7%-97%)와 유사하였다 (Table. 2). *B. fragilis*균 세균 중 *B. ovatus*, *B. thetaiotaomicron* 및 *B. uniformis*의 동정은 전통적 생화학시험으로 쉽게 감별되지 않는다[5]. ATB 32A는 이들의 감별을 위하여 arginine arylami-

dase (ArgA), leucine arylamidase (LeuA) 및 glycine arylamidase (GlyA)의 3가지 효소반응을 추가시켰으나, ArgA와 GlyA의 위음성 반응이 많아 큰 도움은 되지 않는다고 하였다[20]. 본 연구에서도 *B. fragilis*는 추가시험 없이도 정확히 동정되었으나 *B. ovatus*와 *B. uniformis*의 동정에 있어서는 균속까지 동정되었거나 추가시험이 권장되는 경우가 많았다. *C. perfringens*는 ATB 32A에서 %ID가 99-80인 22주와 %ID가 80이하인 1주를 포함한 23주 모두 추가 시험없이 정확히 동정되었다. 반면에 *C. difficile* 28주는 ATB 32A에서 모두 균속만 동정되어 추가시험이 필요하였다. *C. difficile*의 동정에 대한 어려움 때문에[20, 21], 이 세균에 대한 확실한 동정을 위해서 여러가지 추가시험이 권장되지만 gelatin 액화, lecithinase 시험 등은 시간이 오래 걸리고, 시험하기가 쉽지 않다.

ATB 32A의 동정이 전통적 방법과 일치하지 않았던 *Clostridium* spp., *F. nucleatum*, *E. lentum* 및 *B. ureolyticus*의 그람염색 결과는 대부분이 그람양성 구균이었다. Looney 등[20]은 ATB 32A system에서 *F. varium*과 *C. tetani*의 효소 활성 profile이 유사함을 지적하고 세포벽에 대한 시험 즉 그람염색, 3% KOH string 시험과 vancomycin-colistin에 대한 감수성 시험을 권장하였다. Kitch 등[15]은 ATB 32A를 사용함에 있어서 동정 성적의 신뢰도가 낮을 경우 (%ID가 80이하) 그람염색, 호기성 배양시 증식, catalase시험 및 색소 생성시험 등의 추가시험을 병행하면 임상검체에서 분리되는 대부분의 혐기성 세균을 정확히 동정할 수 있다고 보고 하였다.

이상의 결과로 ATB 32A system은 혐기성 세균을 신속 정확하게 동정하는데 유용하고, 특히 임상검체에서 흔히 분리되는 *B. fragilis*와 *C. perfringens*에 대한 동정 결과는 매우 정확하고, 그람염색과 이 kit system에서 제시하는 추가시험들을 병행하여 사용하면 보다 정확한 균종 동정이 될 수 있을 것이라는 결론을 얻었다.

참 고 문 헌

Finegold SM, Wexler HM. Therapeutic implications of bacteriologic findings in mixed aerobic-anaerobic infections. Antimicrob Agents

- Chemother 1988;32:611-6.
2. 이희주, 박애자, 정운섭, 이삼열. Gas liquid chromatography를 이용한 혐기성세균의 동정 및 혐기성세균 감염에 관한 연구. 대한병리학회지 1981;15:110-8.
 3. George WL, Kirby BD, Sutter VL, Citron DM, Finegold SM. Gram-negative anaerobic bacilli: Their role in infection and patterns of susceptibility to antimicrobial agents. II. Little-known *Fusobacterium* species and miscellaneous genera. Rev Infect Dis 1981;3: 599-626.
 4. Holdeman LV, Cato EP, Moore WEC. Anaerobe laboratory manual. 4th ed. Blackburg: Virginia Polytechnic Institute and State University, 1977.
 5. Sutter VL, Citron DM, Finegold SM. Wadsworth anaerobic bacteriology manual. 4th ed. Belmont, California: Star Publishing Co., 1985.
 6. Jousimies-Somer HR, Finegold SM. Problems encountered in clinical anaerobic bacteriology. Rev Infect Dis 1984;6:s45-50.
 7. Appelbaum PC, Kaufmann CS, Keifer JC, Venbrux HJ. Comparison of three methods for anaerobes identification. J Clin Microbiol 1983;18:614-21.
 8. Karachewski NO, Busch EL, Wells CL. Comparison of PRAS II, RapID ANA, and API 20A systems for identification of anaerobic bacteria. J Clin Microbiol 1985;21:122-6.
 9. Adney WS, Jones RL. Evaluation of the RapID-ANA system for identification of anaerobic bacteria of veterinary origin. J Clin Microbiol 1985;22:980-3.
 10. Marler LM, Siders JA, Wolters LC, Pettigrew Y, Skitt BL, Allen SD. Evaluation of the new RapID-ANA II system for the identification of clinical anaerobic isolates. J Clin Microbiol 1991;29:874-8.
 11. Quentin C, Desailly-Chanson MA, Bebear C. Evaluation of AN-Ident. J Clin Microbiol 1991;29:231-5.
 12. Celig DM, Schreckenberger PC. Clinical evaluation of the RapID-ANA panel for identification of anaerobic bacteria. J Clin Microbiol 1991;29:457-62.
 13. Appelbaum PC, Kaufmann CS, Depenbusch JW. Accuracy and reproducibility of a four-hour method for anaerobe identification. J Clin Microbiol 1985;21:894-8.
 14. Schreckenberger PC, Celig DM, Janda WM. Clinical evaluation of the Vitek ANI card for identification of anaerobic bacteria. J Clin Microbiol 1988;26:225-30.
 15. Kitch TT, Appelbaum PC. Accuracy and reproducibility of the 4-hour ATB 32A method for anaerobic identification. J Clin Microbiol 1989;27:2509-13.
 16. 정운섭, 이경원, 이삼열. 최신 진단미생물학. 서울: 서흥출판사, 1993:265-79.
 17. Styrt B, Gorbach SL. Recent developments in the understanding of the pathogenesis and treatment of anaerobic infection. N Eng J Med 1989;321:240-5.
 18. 정운섭, 김미향, 권용재, 이삼열. 혐기성 세균 동정을 위한 RapID ANA II의 평가. 대한미생물학회지 1991;26:61-7.
 19. 정운섭, 권용재, 이경원, 권오현. Vitek ANI system에 의한 혐기성 세균 동정의 정확성. 대한미생물학회지 1992;27:269-75.
 20. Looney WJ, Gallusset AJC, Modde HK. Evaluation of the ATB 32A system for identification of anaerobic bacteria isolated from clinical specimens. J Clin Microbiol 1991;28: 1519-24.
 21. Arzese A, Minisini R, Botta GA. Evaluation of an automated system for identification of anaerobic bacteria. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 1994;13:135-41.