

장구균 동정을 위한 변경된 간이 동정법의 평가

김명숙^{*,**}, 김선희^{*}, 강지연^{*}, 용동은^{*,**}, 이경원^{*,**}, 정윤섭^{*,**}, 김신무^{***}

연세대학교 의과대학 세브란스병원 진단검사의학과^{*}, 세균내성연구소^{**}, 원광보건대학 임상병리과^{***}

Evaluation of a Modified Scheme for the Species Identification of *Enterococci*

Myungsook Kim^{*,**}, Sunhee Kim^{*}, Giyeon Kang^{*}, Dongeun Yong^{*,**}, Kyungwon Lee^{*,**},
Yunsop Chong^{*,**} and Shin Moo Kim^{***}

Department of Laboratory Medicine, * Research Institute of Bacterial Resistance, ** Yonsei University College of Medicine, Seoul; Department of Clinical Pathology, Wonkwang Health Science College, Iksan, Chonbuk, Korea

Background: Rapid species identification of enterococci is necessary for optimal treatment of infected patients as they are frequently resistant to various antimicrobial agents. Minimal identification scheme is necessary to cut the laboratory cost. In this study, a minimal identification system was modified to expand the identifiable species.

Methods: Performance of MGP test was compared to that of MIO motility test. Colonies on blood agar were used to inoculate primary identification media: SFA, BEAA, mannitol agar, tellurite agar, sorbose agar and MGP agar, which were prepared in biplates. Pigment production was tested when necessary using colonies on a blood agar. Isolates, which were not identifiable by the primary test, were inoculated to secondary test media: ADH, and arabinose-, raffinose- and sucrose-containing CTA. Vitek GPI cards were used to test isolates with a doubtful identification or no identification.

Results: MGP test was selected for the modified scheme, as it was more rapid and accurate than motility test. Among the 879 clinical isolates of enterococci, 462 (52.6%) and 3 (0.3%) were identified as *E. faecalis* and *E. casseliflavus*, respectively, by the primary test only. With the additional secondary tests, 379 (43.1%) isolates were identified as *E. faecium*. Vitek test showed the identification of 4 isolates with atypical test results and 5 isolates of rare species by modified scheme were correct. Nine isolates (1.0 %) were not identifiable by the modified scheme.

Conclusions: The modified minimal identification scheme which included MGP test identified most *E. faecalis* isolates rapidly and accurately. Most of *E. faecium* isolates were identified with the additional secondary tests. In conclusion, the system is useful for the identification of commonly isolated species of enterococci.

(Korean J Clin Microbiol 2002;5:129-136)

Key words : species identification, Enterococci, Modified scheme

서 론

접수번호 : CM 5-02-09

교신저자 : 이경원

(120-752) 서울특별시 서대문구 신촌동 134

연세대학교 의과대학 진단검사의학과

Tel : 02) 361-5866 Fax : 02) 313-0908

E-mail : leekcp@yumc.yonsei.ac.kr

이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음
(KRF-2001-042-F00025)

장구균은 장관 내의 상재균으로 과거에 장구균 감염이 드물었으나 근래에는 요로감염, 복강내 감염, 균혈증, 심내막염, 신생아 패혈증 등을 일으키는 주요 원내 감염균이 되었고, 미국에서는 원내 감염균 중 2-3번째의 빈도를 차지하고 있다[1]. 장구균은 연쇄구균과는 항균제 내성

양상이 다르고 cephalosporin제 등의 여러 항균제에 자연 내성이 있으며, 특히 근래에 분리되는 *Enterococcus faecium* 중에는 ampicillin과 vancomycin에도 내성인 균주의 분리율이 높아지고 있다. 따라서 과거에는 장구균의 균속만을 동정하였으나, 장구균 감염증을 적절히 치료하기 위해서는, 균속 동정만으로는 충분치 않고 정확한 균종 동정이 필요하게 되었다[2].

세균의 균종 동정을 위해서는 전통적인 방법과 Vitek card (bioMerieux-Vitek, Hazelwood, Mo. USA) 등 자동화 방법이 함께 사용되고 있다. 최근에는 여러 가지 분자생물학적 방법들이 균종 동정에 이용되기 시작하였으나 [3], 흔히 분리되는 균종의 동정에 통상적으로 이용되지는 않고 있다. 독특한 성상이 있는 균종은 소수의 전통적 시험으로 정확하고 빠르게 동정이 가능하며 검사비용이 적게 들어서 미국 등에서도 간이 동정법이 이용되고 있으며, 최근에는 NCCLS가 간이 동정법 지침 초안을 내놓게 되었다[4,5].

세브란스병원 검사실에서는 장구균 동정을 위해 Facklam [6]과 기타 여러 연구자[7-9]의 연구를 근거로 정 등[10]이 고안한 간이 동정법을 사용하여 왔다. 그러나 그 후에 새로운 균종이 추가되었고, 또한 장구균 균종 동정에 새로운 시험들이 유용함이 보고되었다. 즉 Devriese 등[11]은 methyl(-D)-glucopyranoside (MGP) 시험이 *E. gallinarum*와 *E. casseliflavus*를 *E. faecalis*나 *E. faecium*과 감별하는데 유용함을 보고하였다. 또한 sorbose 발효 시험은 양성인 *E. avium* 및 *E. raffinosus*를 음성인 *E. casseliflavus* 및 *E. gallinarum*과 감별하기에 유용함이 보고되었다[12]. Tellurite 내성인 *E. gallinarum* [7]과 *E. casseliflavus* [13]가 *E. faecalis*로 잘못 동정될 수 있고, 운동성이 없거나 황색색소 생성 음성인 *E. gallinarum*와 *E. casseliflavus*는 *E. faecium*과 감별하기 어려움이 보고되었다[14]. 따라서 세브란스병원 검사실에서 사용하던 동정 방법은 변경이 필요해졌다. 정 등[15]은 Carvalho 등[12]의 연구를 근거로 장구균의 새로운 간이 동정법을 기술하였으나 그 정확성이 평가된 바 없다.

본 연구에서는 새로이 권장되는 시험을 추가하여 새로운 장구균 균종을 동정할 수 있는 간이 동정법을 고안하고자 하였고, 그 방법으로 임상 검체에서 분리되는 장구균을 동정할 때의 정확성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

SF agar (SFA)는 SF broth (BBL, Cockeysville, Md., USA)에 dextrose를 1%, 한천을 1.5% 되도록 더 넣어서 평판으로 만들었다. Bile esculin azide agar (BEAA)는 Enterococcosel agar (BBL)로 평판배지를 만들었다. Tellurite 내성 시험용 배지는 멸균한 blood agar base (Infusion agar, BBL)에 potassium tellurite (Junsei Chemical Co., Tokyo, Japan) 4% 용액 멸균한 것을 최종농도가 0.04%

되도록 넣고 평판으로 만들었다. Mannitol과 sorbose에서의 산 생성 시험용 배지는 cystine tryptic agar (CTA, BBL)에 각각 mannitol (Difco, Sparks, Md., USA)과 sorbose (Sigma chemical, St. Louis, Mo., USA)를 1%, 한천을 1.5% 되게 넣고 멸균 후 평판배지를 만들었다. MGP에서의 산 생성 시험용 배지는 purple broth base (PBB, Difco)에 MGP (Sigma Chemical)를 2%, 한천을 1.5% 되게 넣고 멸균하여 평판을 만들었다. Biplate에 SFA와 BEAA, mannitol agar와 tellurite agar 및 sorbose agar와 MGP agar를 짝이 되게 만들었다.

산 생성 시험용 arabinose (Sigma Chemical), raffinose (Junsei Chemical Co.) 및 sucrose (Shinyo Pure Chemical, Osaka, Japan)는 10% 용액을 만들어서 멸균하고, 별도로 시험관에 4 mL씩 분주하여 멸균한 CTA에 최종 농도가 약 1%되도록 시험시에 첨가하였다. Arginine dihydrolase (ADH) 시험용 배지는 Moeller decarboxylase base (BBL)에 L-arginine monohydrochloride (Sigma Chemical)를 1% 넣고 시험관에 4 mL씩 분주하여 멸균하였다. 운동성 시험용 motility indole ornithine (MIO, Difco) 배지는 그람음성 간균 감별에 사용되는 것과 같이 시험관에 분주하여 멸균하였다. 모든 배지의 멸균은 121°C에서 15분간 하였다.

운동성 시험과 MGP에서의 산 생성 시험의 정확성을 비교하기 위한 예비시험으로는 닭에서 분리하여 전통적 방법과 Vitek GPI card로 동정한 *E. casseliflavus* 9주, *E. gallinarum* 14주 및 음성 대조로 *E. faecium* 8주를 사용하였다. MGP 시험은 7일 배양 후 까지 관찰하였다. 운동성 시험용 MIO 배지는 천자하여 접종하고 30°C에서 1-7일간 배양 후 획선된 부위로부터 세균이 퍼져서 증식되면 양성으로 판독하였다.

2000년 2-7월 사이에 세브란스병원 환자의 임상검체가 접종된 혈액한천에 생긴 집락이 형태 및 용혈성을 근거로 장구균으로 추정되면 변경한 간이 동정법 1차 감별배지에 접종하였다. 즉, SFA, BEAA, mannitol agar, tellurite agar, sorbose agar 및 MGP agar는 한 줄로 진하게 획선하여 접종하였다. SFA에 집락이 생기고 배지가 황색으로 변하면 양성으로, BEAA에는 뚜렷하게 검은색인 집락이 생기면 양성으로, 산 생성 배지는 황색으로 변하면 양성으로 판독하였다. Tellurite 배지에는 1일 배양 후에 진한 검은색의 집락이 생기면 양성으로 판독하였다. 황색 색소 생성 시험은 다른 1차 시험 결과에 따라서 필요하면 시험하였으며, 혈액한천에 1일 배양하여 생긴 집락을 면봉에 문혀서 관찰하였다.

1차 시험으로 동정이 안된 균주에 대해서는 2차 시험을 시행하였다. ADH 배지는 세균을 접종하고 멸균한 광유를 덮은 후 배양 1일 또는 필요에 따라 그 후에 색의 변화가 없거나 진한 청자색으로 변하면 양성으로 판독하였다. MIO 배지 이외의 모든 감별배지는 35°C에 배양하였다. 산생성 시험은 1일 배양 후 음성이면 2일 배양 후에 다시 관찰하였다. 비전형적인 반응을 보이는 일부 균주

Table 2. Characteristics patterns of the minimal test scheme and identified species among the 879 isolates of suspected *Enterococci*

SFA	Primary test					Secondary test					Identified by the scheme	
	BEAA	Mannitol	Tellurite	Sorbose	MGP	Pigment	ADH	Arabinose	Raffinose	Sucrose	Species	No. (%)
+	+	+	-	+	+	+	-	+	+		<i>E. casseliflavus</i>	2 (0.2)
											<i>E. faecalis</i>	462 (52.6)
		-	+	+	-	+	-	+	-		<i>E. raffinosus</i>	4 (0.5)
											<i>E. avium</i>	8 (0.9)
			-	-	-	+	-	+			<i>E. malodoratus</i>	0 (0)
											<i>E. casseliflavus</i>	1 (0.1)
			-	+	-	+	+	-			<i>E. gallinarum</i>	3 (0.3)
											<i>Vagococcus fluvialis</i>	0 (0)
				-	+	+	+	+			<i>E. mundii</i>	0 (0)
											<i>E. faecium</i>	379 (43.1)
				-	+	-	-	+			<i>Lactococcus garvieae</i>	1 (0.1)
											<i>E. columbae</i>	1 (0.1)
	-	-	-	+	-	-	-	-			<i>E. dispar</i>	0 (0)
											<i>E. hirae</i>	3 (0.3)
				-	-	-	-	-	-		<i>E. durans</i>	2 (0.2)
											Others*	13 (1.5)
Total												879 (100)

* Isolates with atypical reaction (4) and unidentified (9).

Abbreviations: SFA, Streptococcus faecalis medium; BEAA, bile esculin azide agar; MGP, methyl(-D-glucopyranoside; ADH, arginine dihydrolase.

Table 3. Vitek GPI identification of strains with atypical minimal test patterns and unidentification, and of strains belonging to rare species

Isolates (No.)	Test result										Identification by Vitek		
	SFA	BEAA	Mannitol	Tellurite	Sorbose	MGP	Pigment	ADH	Arabinose	Raffinose	Sucrose	GPI (%probability)	Final identification
Atypical reaction (4)													
<i>E. faecalis</i> (1)	+	+	w+	-	-	-	-	6d+	+	-	-	<i>E. faecalis</i> (99)	<i>E. faecalis</i>
<i>E. faecium</i> (1)	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	<i>E. faecium</i> (95)	<i>E. faecium</i>
<i>E. avium</i> (1)	+	+	-	2d+	2d+	-	-	-	+	-	-	<i>E. avium</i> (99)	<i>E. avium</i>
<i>E. raffinosus</i> (1)	+	+	-	-	2d+	-	-	-	+	+	-	<i>E. raffinosus</i> (99)	<i>E. raffinosus</i>
Rare (5)													
<i>E. gallinarum</i> (1)	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	<i>E. gallinarum</i> (97)	<i>E. gallinarum</i>
<i>E. hirae</i> (1)	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	<i>E. hirae</i> (99)	<i>E. hirae</i>
<i>E. durans</i> (1)	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	<i>E. durans</i> (99)	<i>E. durans</i>
<i>E. columbae</i> (1)	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	<i>E. gallinarum</i> (54)/ <i>E. avium</i> (29)	Unidentified
<i>L. garveae</i> (1)	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	<i>E. casseliflavus</i> (99)	Unidentified
Unidentified (9)													
A, B, C, D (4)	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	<i>E. faecium</i> (93-98)	<i>E. faecium</i>
E (1)	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	<i>E. faecium</i> (73)/ <i>E. avium</i> (23)	<i>E. faecium</i>
F (1)	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	<i>E. gallinarum</i> (82)/ <i>E. faecium</i> (12)	<i>E. faecium</i>
G (1)	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	<i>E. avium</i> (99)	<i>E. avium</i>
H (1)	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	<i>E. avium</i> (99)	<i>E. avium</i>
I (1)	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	<i>E. avium</i> (92)	<i>E. avium</i>
Total (18)													

Abbreviations: SFA, Streptococcus faecalis medium; BEAA, bile esculin azide agar; MGP, methyl- α -D-glucofuranoside; ADH, arginine dihydrolase.

로 SFA와 BEAA 반응, mannitol에서의 산 생성, 및 tellurite 배지에서의 증식을, 2차 시험으로 ADH, arabinose에서의 산 생성, 운동성, raffinose와 lactose에서의 산 생성, 및 황색 색소생성 시험을 선택하였다. 본 간이 동정법의 1차 감별 배지는 평판배지로 만듦으로써 시험관 세척의 필요성을 없앴다. MGP 시험배지는 PBB를 기초배지로 사용함으로써 육안 식별이 가능하게 하였다. MGP 시험 원법은 1% 함량의 배지를 시험관에 분주하여 사용하지만 평판배지로 만들 때는 2% 함량의 배지가 분명한 반응을 보였으므로 2% 함량을 사용하기로 하였다.

운동성과 색소생성 시험은 *E. casseliflavus*와 *E. gallinarum*의 균종 동정에 필요하나, 이들 시험이 음성인 균주는 *E. faecium*으로 잘못 동정이 된다[17]. MGP 시험은 운동성 음성인 *E. gallinarum*을 *E. faecium*과 감별할 수 있는 유용한 방법으로 보고되었다[18,19]. 또한 MGP 시험이 *E. avium*, *E. raffinosus* 및 *E. dispar*은 양성이고, *E. mundtii*, *E. durans* 및 *E. hirae*는 음성이므로 이들 균종의 감별에도 유용하다.

본 연구에서 MGP와 운동성 시험을 비교한 바, *E. faecium*은 모두가 MGP 음성이었다고, *E. casseliflavus*와 *E. gallinarum*은 1일 배양 후에 시험 균주 모두가 양성이었다. 그러나 운동성 시험이 *E. faecium*은 모두 음성, *E. casseliflavus*는 2일 배양 후에 100%가 양성, *E. gallinarum*은 7일 배양 후 86.2%가 양성으로, MGP가 운동성 시험보다 신속 정확하므로 간이 동정법에 운동성 시험 대신으로 선택하였다(Table 2).

Carvalho 등[12]의 장구균 동정에서 sorbose에서의 산 생성 시험이 1군에 속한 *E. avium*, *E. malodoratus* 및 *E. raffinosus*는 양성, 2-5군에 속하는 *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. casseliflavus*, *E. gallinarum*, *E. durans* 및 *E. hirae*는 음성이므로 선별시험으로 유용하며, 특히 *E. avium*와 *E. raffinosus*의 동정에 있어서 2군에 속한 MGP 양성 장구균인 *E. casseliflavus*와 *E. gallinarum*과의 감별에도 유용하다고 하였다.

변경된 간이 동정법을 임상검체에서 분리된 장구균 동정에 이용한 결과, 총 879주 중 *E. faecalis* 462주(52.6%)와 *E. casseliflavus* 3주(0.3%)는 1차 시험만으로 동정할 수 있었다. 나머지 균주 중 *E. faecium*, *E. avium*, *E. raffinosus*, *E. gallinarum*, *E. hirae* 및 *E. durans*는 1차 시험 외에 2차 시험 중의 2-3가지를 선택적으로 추가하여 동정할 수 있었다. 그러나, *E. columbae*, *L. garvieae* 2균주(0.2%)는 임상검체에서 분리 보고가 없었던 균종이었고[20], 9주(1.0%)는 동정이 안되었으므로 확인이 필요하였다(Table 2). 이들 균주를 Vitek GPI로 시험한 결과 생화학적 성상이 비전형적이었던 *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. avium* 및 *E. raffinosus* 각 1주와 임상검체에서 드물게 분리되는 균종인 *E. gallinarum*, *E. hirae* 및 *E. durans* 각 1주는 간이 동정법 결과와 일치하였다. 반면에 간이 동정법에 의해서 *L. garvieae*로 동정된 1주는 Vitek GPI 시험 결과가 *E. casseliflavus* (99%) 이었으나 MGP와 arabinose가 음성인

어서 이 균종의 정상과는 달랐다. Carvalho 등[12]은 *E. faecalis*와 표현형이 유사한 *L. garvieae*를 보고하였으며, 이들을 감별할 때 efrotomycin 감수성 시험이 유용하다고 하였으나 이 시험은 추가할 수 없었다. 간이 동정법에 의해서 *E. columbae*로 동정된 1주는 Vitek GPI에 의해서 *E. gallinarum* (54%)/*E. avium* (29%)로 동정되었으나 MGP, 운동성 및 ADH 음성이고, raffinose 양성이어서 생화학적 성상이 일치하는 균종이 없었다.

간이 동정법으로 동정되지 않았던 9주는 Vitek GPI와 추가시험으로 4주는 *E. faecium*으로 최종 동정되었다. 1주는 *E. faecium* (75%)/*E. avium* (22%)로 동정되었으나 ADH와 arabinose 양성이어서 *E. faecium*으로 최종 동정하였다. 1주는 *E. gallinarum* (82%)/*E. faecium* (12%)로 동정되었으나 MGP와 운동성은 음성이고 ADH와 arabinose는 양성이어서 *E. faecium*으로 최종 동정하였다. *E. faecium*의 전형적인 생화학적 성상은 arabinose와 mannitol 양성이지만, 비전형적인 *E. faecium* 중에는 mannitol 음성 균주가 있으므로 간이 동정법으로만 시험하면 동정이 잘못될 수 있다고 하였다[21]. 또한 *E. durans*와 *E. hirae*는 mannitol 음성이므로 감별이 필요하며 그 감별에는 ADH와 sucrose 시험이 중요하나 mannitol 음성인 *E. faecium*을 *E. hirae*로 잘못 동정할 수 있으므로 이 두 시험 종목에 arabinose를 추가한 2차 시험이 이들 균종을 감별하는데 유용하였다.

간이 동정법으로 동정 안된 1주는 MGP 음성이었고, 1주는 sorbose와 MGP 음성이었는데 Vitek GPI로는 *E. avium* (99%)으로 동정되었다. 나머지 1주는 간이 동정법으로 ADH 양성이었으나 Vitek GPI로는 음성이었고 따라서 *E. avium* (92%)으로 동정하였다. 간이 동정법에서 MGP시험은 2일 배양 후 까지 판독하였으나 동정이 안되는 균주의 경우에는 배양기간을 연장하면 동정 성적이 좋아질 것으로 생각되었다.

E. malodoratus, *E. pseudoavium*, *E. saccharolyticus*, *E. sulfureus*, *E. cecorum* 및 *E. columbae*는 사람의 임상검체에서 분리 보고된 바 없지만[20], 본 간이 동정법에는 *E. malodoratus*와 *E. columbae*를 포함시켰다. 그러나 간이 동정법으로 이들 드문 균종이 동정되었을 때는 그 정확성을 확인하여야 할 것이다.

저자들의 변경한 간이 동정법은 일부 드문 균종과 비전형적인 성상을 보이는 균종 동정에 있어서는 부정확할 수 있으나, 임상검체에서 흔히 분리되는 균종인 *E. faecalis*와 *E. faecium* 대부분의 균주를 신속하고 정확히 동정할 수 있어서 임상검사실에서 통상적으로 사용하기에 적절하다고 판단되었다.

요 약

배 경 : 장구균은 여러 항균제에 내성이 있어서, 이들 균종에 의한 감염을 효과적으로 치료하기 위하여 신

속한 동정이 필요하다. 세균 동정에 드는 비용을 줄이기 위해서는 간이 동정법이 필요하다. 본 연구에서는 기존의 간이 동정법을 변경하여 임상검체에서 분리되는 장구균을 동정할 때의 정확성을 평가하고자 하였다.

방 법 : MIO 배지의 운동성 시험과 MGP 시험을 비교하였다. 혈액한천에서 증식한 세균집락을 1차 감별배지인 biplate에 분주한 SFA와 BEAA, mannitol과 tellurite 배지 및 sorbose와 MGP 배지에 접종하였다. 색소 생성 시험은 필요에 따라 혈액한천에서 증식된 집락을 면봉에 묻혀서 관찰하였다. 1차 시험으로 동정이 안된 균주는 2차 시험으로 ADH, arabinose, raffinose 및 sucrose 산생성을 시험하였다. 간이 동정법으로 성상이 비특이적인 균주, 동정되지 않은 균주는 Vitek GPI로 시험하여 그 동정 결과를 비교하였다.

결 과 : MGP 시험이 운동성 시험보다 신속, 정확하여 변경된 간이 동정법에서는 MGP 시험을 사용하기로 하였다. 1차 시험만으로 장구균 879주 중 462주(52.6%)가 *E. faecalis*로, 3주(0.3%)가 *E. casseliflavus*로 동정되었고, 2차 시험에 의해서 379주(43.1%)가 *E. faecium*으로 동정되었다. 비전형적 반응을 보인 4주와 드문 균종으로 동정된 5주는 Vitek GPI에 의해서도 같은 균종으로 동정되었다. 9주는 그 균종을 추정할 수 없었다.

결 론 : 본 개량된 간이 동정법은 MGP 시험을 포함하여 대부분의 *E. faecalis* 균주를 신속 정확하게 동정할 수 있었다. 대부분 *E. faecium* 균주는 2차 시험을 통해서 동정이 가능하였다. 결론적으로 본 간이 동정법은 임상검체에서 흔히 분리되는 장구균의 동정에 유용한 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- Schaberg DR, Culver Dh, Gaynes RP. Major trends in the microbial etiology of nosocomial infection. *Am J Med* 1991;91(suppl 3B):S72-5.
- Frieden TR, Munsiff SS, Low DE, Willey BM, Williams G, Faur Y, et al. Emergence of vancomycin-resistant enterococci in New York City. *Lancet* 1993;342:76-9.
- Donabedian S, Chow JW, Shlaes DM, Green M, Zervos MJ. DNA hybridization and contour-clamped homogeneous electric field electrophoresis for identification of enterococci to the species level. *J Clin Microbiol* 1995;33:141-5.
- National Committee for Clinical Laboratory Standards. Abbreviated identification of bacteria and yeast; proposed guideline. NCCLS document, M35-P. Wayne, PA: National Committee for Clinical Laboratory Standards, 2000.
- Baron EJ. Rapid identification of bacteria and yeast: summary of a National committee for Clinical Laboratory Standards proposed guideline. *Clin Infect Dis* 2001;33:220-5.
- Facklam RR. Recognition of group D streptococcal species of human origin by biochemical and physiological tests. *Appl Microbiol* 1972;23:1131-9.
- Facklam RR and Collins MD. Identification of *Enterococcus* species isolated from human infections by a conventional test scheme. *J Clin Microbiol* 1989;27:731-4.
- Ruoff KL, de la Maza L, Murtagh MJ, Spargo JD, Ferraro MJ. Species identities of enterococci isolated from clinical specimens. *J Clin Microbiol* 1990;28:435-7.
- Facklam and Washington II. *Streptococcus* and related catalase-negative gram-positive cocci. In : Balows A, Hausler WJ Jr, et al. eds. *Manual of clinical microbiology*. 5th ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1991;299-300.
- 정운섭, 김영옥, 권오현. 임상검체에서 분리되는 *Enterococcus*의 균종 동정을 위한 간이감별법의 고안. 대한임상검사 정도관리학회지 1991;13:229-36.
- Devriese LA, Pot B, Kersters K, Lauwers S, Haesbrouck F. Acidification of methyl- α -D-glucopyranoside: a useful test to differentiate *Enterococcus casseliflavus* and *Enterococcus gallinarum* from *Enterococcus faecium* species group and from *Enterococcus faecalis*. *J Clin Microbiol* 1996;34:2607-8.
- Carvalho MG, Teixeira LM, Facklam RR. Use of tests for acidification of methyl- α -D-glucopyranoside and susceptibility to efrotomycin for differentiation of strains of *Enterococcus* and some related genera. *J Clin Microbiol* 1998;36:1584-7.
- 어영, 장인호, 황규열, 윤갑준, 이형환. 간략 동정법에 의한 장구균의 동정과 생화학 성상. 임상미생물학회지 1999;2:58-63.
- Vincent S, Knight RG, Green M, Sahm DF, Shlaes DM. Vancomycin susceptibility and identification of motile *Enterococcus*. *J Clin Microbiol* 1991;29:2335-7.
- 정운섭, 이경원 등. *Streptococcus*, *Enterococcus* 및 기타 catalase 음성 그람양성 구균. 최신진단미생물학. 제3개정판. 서울: 서흥출판사, 2000;134-6.
- Singer DA, Jochimsen EM, Gielerak P, Jarvis WR. Pseudo-outbreak of *Enterococcus durans* infections and colonization associated with introduction of an automated identification system software update. *J Clin Microbiol* 1996;34:2685-7.
- Cartwright CP, Stock F, Fahle GA, Gill VJ. Comparison of pigment production and motility tests with PCR for reliable identification of intrinsically vancomycin-resistant enterococci. *J Clin Microbiol* 1995;33:1931-3.

18. Turenne CY, Hoban DJ, Karlowsky JA, Zhanel GG, Kabani AM. *Screening of stool samples for identification of vancomycin-resistant Enterococcus isolates should include the methyl- α -D-glucopyranoside test to differentiate nonmotile Enterococcus gallinarum from E. faecium.* *J Clin Microbiol* 1998;36:2333-5.
19. 김미나, 성홍섭, 박준석, 배직현. 반코마이신내성 장구균의 동정에 methyl-(-D)-glucopyranoside 산화검사의 유용성. *대한임상미생물학회지* 1999;2:71-6.
20. Facklam RR, Sham DF, et al. Enterococcus. In : Murray PR, Baron EJ, et al. eds. *Manual of clinical microbiology*. 7th ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1999;297-305.
21. Teixeira LM, Facklam RR, Steigerwalt AG, Pigott NE, Merquior VLC, Brenner DJ. *Correlation between phenotypic characteristics and DNA relatedness within Enterococcus faecium strains.* *J Clin Microbiol* 1995;33:1520-3.