

MicroScan 및 Vitek ESBL Test와 NCCLS ESBL 확인검사의 비교

이 명 희

서울보훈병원 임상병리과

Comparison of MicroScan and Vitek ESBL test with NCCLS ESBL Confirmatory Test

Myung Hee Lee

Seoul Veterans Hospital Department of Clinical Pathology

Background: This study was designed to evaluate the ability of the Vitek and MicroScan ESBL test by comparing with NCCLS ESBL phenotypic confirmatory test by disk diffusion and to know the frequency of ESBL producers in the Seoul Veterans Hospital.

Methods: A total of 1,261 isolates(*Escherichia coli* 705, *Klebsiella pneumoniae* 502, *K. oxytoca* 54) from 883 patients were included in ESBL screening test by Vitek (494 strains) and MicroScan (767 strains). After excluding repetitive isolates from same patients, NCCLS ESBL confirmatory test was performed for 197 ESBL screening positives and 184 ESBL screening negatives.

Results: The overall frequency of ESBL screening positives was 22.3% (by MicroScan 26.2%, by Vitek 15.6%), and that of NCCLS ESBL positives was 18.9% (18.3% in *E. coli*, 21% in *K. pneumoniae*). MicroScan and Vitek ESBL test showed 100% and 92.3% sensitivity, 77.1% and 95.5% specificity, respectively. Among the 158 NCCLS ESBL positives, 17.7% showed clavulanic acid effect in cefotaxime only, 10.1% in ceftazidime only, and 72.2% in both. MicroScan Neg ComboPanel Type 21 test revealed that 91.4% of suspicious ESBL producers flagged by one or two antimicrobials were erroneous. In contrast, 96.2% of strains flagged by all five antimicrobials were correct.

Conclusion: Suspicious ESBL producers by MicroScan showing three or four antimicrobial flags should be retested by NCCLS ESBL confirmatory test. But strains with two or less flags and strains with all 5 flags can be reported as Non-ESBL producers and ESBL producers, respectively.

(*Korean J Clin Microbiol* 2003;6(1):41-46)

Key word: Microscan, Extended-spectrum beta-lactamase, NCCLS ESBL phenotypic confirmatory test, Vitek, cefotaxime, ceftazidime, clavulanic acid

서 론

그람음성 간균에서 β -lactam계 항균제에 대한 내성은 주로 β -lactamase에 의해 약제가 불활성화 되기 때문인데 [1] β -lactamase를 발현하는 유전자에 돌연변이가 생겨서 penicillin뿐 아니라 ceftazidime(Caz), cefotaxime(Cft), ceftriaxone(Cax) 등의 광범위 cephalosporin과 aztreonam(Azt)까지 불활성화 하게되면 이를 extended-spectrum

접수번호: CM 6-1-01

교신저자: 이명희

(134-791) 서울시 강동구 둔촌7동 6-2

서울보훈병원 임상병리과

TEL : 02) 2225-1448 FAX : 02) 2225-1448

E-mai : myung220@hanmail.net

본 연구는 서울보훈병원 임상연구비의 지원을 받았음.

β -lactamase(ESBL)라 정의하였고 최근에는 clavulanic acid(CA)에 의해 억제되는 β -lactamase를 ESBL로 한정하여 정의하고 있다[2]. ESBL 생성균주는 penicillin, 헤파범위 및 광범위 cephalosporin, monobactam 등 carbapenem을 제외한 β -lactam계 항균제 대부분에 내성이고 aminoglycoside, trimethoprim-sulfamethoxazole 등 다른 계열의 항균제에도 다제내성인 경우가 많아 마땅한 치료약제를 선택하기 어렵고 ESBL 유전자가 plasmid에 의해 다른 균종으로 전파될 수 있기 때문에 이들에 대한 신속, 정확한 검출이 매우 중요하다[3-5]. 현재 사용되고 있는 ESBL 검출법은 이중디스크 확산법(double disk synergy test)[6], E-test[7], Microscan[8]이나 Vitek[9] 등의 자동화장비에 의한 법, National Committee for Clinical Laboratory Standards(NCCLS)의 디스크확산법 및 최소억제농도 측정에 의한 확인법[10], 분자생물학적 방법[11] 등이 있고 각 검사 방법은 예민도와 특이도가 다르다.

1999년 NCCLS는 *Klebsiella pneumoniae*, *K. oxytoca*, *Escherichia coli*에서 ESBL의 존재를 선별 및 확인하는 방법을 발표하였다[12]. 즉 디스크확산법이나 희석법으로 ESBL 생성을 선별하고 ceftazidime 및 cefotaxime 단독 제제와 ceftazidime/CA(CZC) 및 cefotaxime/CA(CTC) 복합제제에 의한 억제대 크기의 차가 5mm 이상이거나 희석법에 의한 최소억제농도가 8배 이상 차이난다면 ESBL 생성균주로 확인하도록 하였다[10]. 그러나 항균제 감수성 시험을 자동화 기기에 의한 microdilution법으로 시행하는 검사실에서 NCCLS의 확인 검사를 통상적으로 시행하기는 현실적으로 어려움이 많고 이로 인해 결과 보고도 하루가 지연되게 된다. 이에 저자는 서울 보훈병원 임상병리과에서 분리된 ESBL 생성균주의 빈도를 파악하고 MicroScan WalkAway 96(Dade Behring, Sacramento, USA) 및 Vitek(bioMerieux Vitek Inc., Hazelwood, USA) 자동화기기의 ESBL 생성균주 선별 능력에 대해 분석하여 NCCLS의 ESBL 확인검사를 통상적으로 시행하여야 할 것인지 판단하고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2001년 9월부터 2002년 10월까지 14개월 동안 서울 보훈병원 임상병리과에서 분리된 *E. coli* 705균주, *K. pneumoniae* 502균주, *K. oxytoca* 54균주 등 총 1,261균주를 대상으로 하여 MicroScan WalkAway 96과 Vitek 자동화 장비에 의한 microdilution법으로 항균제 감수성 시험을 시행하였고 ESBL로 선별된 균주 전부와 ESBL 음성으로 선별된 *E. coli* 100주, *K. pneumoniae* 74주, *K. oxytoca* 10주에 대해서 NCCLS의 확인검사를 시행하였다. 동일 환자에서 반복 분리된 균주는 확인검사 대상에서 제외하였고 양성 대조로 *K. pneumoniae* ATCC 700603, 음성 대

조로 *E. coli* ATCC 25922를 사용하였다. ESBL 음성으로 선별된 균주 중 확인검사의 대상으로 삼은 균주는 모든 항균제에 감수성인 균주만 제외하고 무작위로 선택하였으며 ESBL 양성으로 선별된 균주와 비슷한 숫자가 되도록 하였다. 균종은 MicroScan Neg Combo Panel Type 21(Dade Behring, Sacramento, USA)과 Vitek GNI plus card(bioMerieux Vitek Inc., Hazelwood, USA) 및 전통적인 생화학적 방법으로 동정하였다.

2. Vitek ESBL test

Vitek GNS 433 card(bioMerieux Vitek Inc., Hazelwood, USA)로 *E. coli* 405주와 *K. pneumoniae* 89주 등 총 494균주에 대하여 제조사의 지시대로 항균제 감수성 시험을 시행하였다. Vitek GNS 433 card는 ceftazidime과 cefotaxime이 단독으로 각각 0.5 μ g/mL의 농도로 들어있는 두 개의 well과 이들 약제에 CA가 4 μ g/mL의 농도로 첨가되어 있는 두 개의 well 등 총 4개의 well로 ESBL을 검출한다. 즉 성장 대조 well의 증식이 정점에 이르면 이들 well간의 균 증식률을 비교하여 두 가지 항균제 중 하나라도 CA가 함께 들어 있는 well의 균 증식률이 들어있지 않은 well에 비해 50% 이상 감소하면 ESBL 양성으로 보고한다.

3. MicroScan ESBL test

MicroScan Neg Combo Panel 21로 *E. coli* 300주, *K. pneumoniae* 413주, *K. oxytoca* 54주 등 총 767균주에 대하여 제조사의 지시대로 균동정 및 항균제 감수성 검사를 시행하고 판독은 소프트웨어 버전 22.26으로 판독하였다. 사용자가 MicroScan Data Management System의 software를 ESBL 생성균주를 선별하도록 선택하면 *E. coli*, *K. pneumoniae*, *K. oxytoca* 중의 하나가 동정되었을 때 cefpodoxime(Cpd), Cft, Cax, Azt, Caz 등의 최소억제농도가 하나라도 기준 이상(Cpd >1, Cft과 Cax $\geq$ 8, Azt과 Caz $\geq$ 16 μ g/mL)이면 결과 출력시 "suspected ESBL?" 이라고 깜박이게 된다. "yes"를 선택하면 ampicillin, Azt, cefazolin, cefepime, Cft, Cpd, Caz, Cax, cefuroxime, cephalothin, piperacillin 등의 항생제 감수성 결과가 최소억제농도와 무관하게 모두 "R*"로 바뀌게 되어 최소억제농도 결과에 따른 R과 구별되게 출력되고 "no"를 선택하면 각 항생제의 최소억제농도 결과에 따라 S, I, R 등으로 출력된다.

4. NCCLS 디스크확산법에 의한 ESBL 확인시험

동일 환자에서 반복 분리된 균주를 제외한 다음 MicroScan ESBL 선별 검사 양성인 균주 147균주와 음성인 균주 중 138균주, Vitek ESBL 선별 검사 양성인 균주 50

Table 1. Frequency of specimens containing ESBL producers detected in ESBL screening test by MicroScan and Vitek

Organisms	No. (%) of specimens with ESBL producers detected		
	Microscan	Vitek	Total
<i>E. coli</i>	89/300 (29.7)	59/405 (14.6)	148/705 (21.0)
<i>K. pneumoniae</i>	128/413 (31.0)	40/89 (44.9)	168/502 (33.5)
<i>K. oxytoca</i>	14/54 (25.9)		14/54 (25.9)
Total	231/767 (30.1)	99/494 (20.0)	330/1261 (26.2)

Table 2. Frequency of patients containing ESBL producers detected in ESBL screening test by Microscan and Vitek

Organisms	No. (%) of patients with ESBL producers detected by Microscan		
	Microscan	Vitek	Total
<i>E. coli</i>	66/218 (30.3)	36/268 (13.4)	102/486 (21.0)
<i>K. pneumoniae</i>	70/295 (23.7)	14/53 (26.4)	84/348 (24.1)
<i>K. oxytoca</i>	11/49 (22.4)		11/49 (22.4)
Total	147/562 (26.2)	50/321 (15.6)	197/883 (22.3)

균주와 음성인 균주 중 46균주 등 총 381균주를 대상으로 하였다. Mueller-Hinton 한천배지(BBL Microbiology Systems, Cockeysville, MD., USA)에 McFarland 0.5 탁도의 균액을 바른 후 cefotaxime (BBL, 30 µg)과 CTC (BBL, 30/10 µg), ceftazidime (BBL, 30 µg)과 CZC (BBL, 30/10 µg) 디스크를 놓고 35°C에서 16-18시간 배양 후 억제대를 측정하여 CTC 또는 CZC의 억제대가 cefotaxime과 ceftazidime의 억제대 보다 5 mm 이상 클 경우 ESBL생성 양성 균주로 판정하였다.

결 과

1. 자동화기기에 의해 선별된 ESBL 생성균주의 빈도(Table 1, 2)

MicroScan ESBL 선별검사 결과 *E. coli* 300균주 중 89균주(29.7%), *K. pneumoniae* 413균주 중 128균주(31.0%), *K. oxytoca* 54균주 중 14균주(25.9%)가 양성이어서 총 767균주 중 231균주(30.1%)가 양성 이었고 Vitek으로는 *E. coli* 405균주 중 59균주(14.6%), *K. pneumoniae* 89균주 중 40균주(44.9%)가 양성 이어서 총 494균주 중 99균주(20.0%)가 양성이었다. 두 장비 결과를 종합하면 *E. coli* 705균주 중 148균주(21.0%), *K. pneumoniae* 502균주 중 168균주(33.5%), *K. oxytoca* 54균주 중 14균주(25.9%)가 양성 이어서 총 1261균주 중 330균주(26.2%)가 ESBL 선별검사 양성이었다. 동일 환자에서 반복 분리된 균주를 모두 제외하면 MicroScan으로 검사한 562명의 환자 중 147명(26.2%), Vitek으로 검사한 321명의 환자 중 50명(15.6%), 종합하면 총 883명의 환자 중 197명(22.3%), *E. coli*, *K. pneumoniae*, *K. oxytoca*가 분리된 환자의 21.0%, 24.1%, 22.4%에서 ESBL 선별검사 양성인 균주가 분리되

었다(Table 2).

2. NCCLS ESBL 확인검사 결과(Table 3, 4)

MicroScan ESBL 선별검사 양성인 147균주와 음성인 138균주에 대한 NCCLS ESBL 확인검사 결과 위음성은 없었으나 위양성이 41균주로 예민도 100%, 특이도 77.1%였고 Vitek ESBL 선별검사 양성인 50 균주와 음성인 46 균주에 대한 NCCLS ESBL확인 검사 결과 위음성이 4예, 위양성이 2예로 예민도 92.3%, 특이도 95.5%였다. NCCLS ESBL 확인검사 양성인 158균주 중 114균주(72.2%)는 cefotaxime과 ceftazidime 모두에서, 16균주(10.1%)는 ceftazidime에서만, 28균주(17.7%)는 cefotaxime에서만 CA 효과를 보였다. 즉 CZC의 양성 검출률은 82.3%(130/158), CTC의 양성 검출률은 89.9%(142/158)였다.

3. NCCLS ESBL 확인검사에 의한 ESBL 양성균주의 빈도

MicroScan으로 항균제감수성검사를 시행한 562명의 환자 중 106명(18.9%), *E. coli*가 분리된 218명 중 40명(18.3%), *K. pneumoniae*가 분리된 295명 중 62명(21.0%)에서 NCCLS ESBL확인검사 양성인 균주가 분리되었다.

4. 항생제 종류에 따른 MicroScan ESBL 생성균주 선별능(Table 5, 6)

MicroScan ESBL 선별검사서 검출된 147균주 중 147균주(100%)가 Cpd, 113균주(76.9%)가 Cft, 109균주(74.1%)가 Cax, 94균주(63.9%)가 Caz, 98균주(66.7%)가 Azt에 의해 선별되었다. 이들을 NCCLS ESBL 확인검사

Table 3. Detection of ESBL producing *Escherichia coli* and *Klebsiella* species with NCCLS ESBL phenotypic confirmatory test by disk diffusion method and MicroScan Neg Combo Panel 21

Organisms	Total	MicroScan		NCCLS ESBL confirmatory test	
		ESBL screening		Positive	Negative
<i>E. coli</i>	130	Positive	66	40	26
		Negative	64	0	64
<i>K. pneumoniae</i>	134	Positive	70	62	8
		Negative	64	0	64
<i>K. oxytoca</i>	21	Positive	11	4	7
		Negative	10	0	10
Total	285	Positive	147	106	41
		Negative	138	0	138

Sensitivity: 100%(106/106), Specificity: 77.1%(138/179)

Table 4. Detection of ESBL producing *E. coli* and *K. pneumoniae* isolates with NCCLS ESBL phenotypic confirmatory test by disk diffusion method and Vitek GNS 433 card

Organisms	Total	Vitek		NCCLS ESBL confirmatory test	
		ESBL screening		Positive	Negative
<i>E. coli</i>	72	Positive	36	34	2
		Negative	36	4	32
<i>K. pneumoniae</i>	24	Positive	14	14	0
		Negative	10	0	10
Total	96	Positive	50	48	2
		Negative	46	4	42

Sensitivity: 92.3%(48/52), Specificity: 95.5%(42/44)

양성과 음성인 균주로 분류하면 양성 106균주에서는 106균주(100%)가 Cpd, 102균주(96.2%)가 Cft, 98균주(92.5%)가 Cax, 86균주(81.1%)가 Caz, 88균주(81.3%)가 Azt에 의해, 음성 41균주에서는 41균주(100%)가 Cpd, 11균주(26.8%)가 Cft, 11균주(26.8%)가 Cax, 8균주(19.0%)가 Caz, 10균주(24.4%)가 Azt, 에 의해 선별되었다. Cpd에 의해서만 ESBL 생성균주로 선별된 25균주 중 23균주와

Cpd과 또 다른 한 종류 즉 두 가지 항균제에 의해서만 선별된 10균주 중 9균주가 NCCLS ESBL 확인검사 음성인 반면 5종의 항균제 모두에 의해 선별된 79균주 중 76균주와 4종의 항균제에 의해 선별된 20균주 중 17균주는 NCCLS ESBL 확인검사 양성이었다.

고 안

Table 5. Rates of ESBL suspicion by each antimicrobials among suspicious ESBL producers by MicroScan Neg Combo Panel

Criteria	Type 21		
	No. (%) of suspicious ESBL producers		
	ESBL producer*	non-ESBL producer	Total
Cpd ≥ 1 $\mu\text{g/mL}$	106 (100)	41 (100)	147 (100)
Cft ≥ 8 $\mu\text{g/mL}$	102 (96.2)	11 (26.8)	113 (76.9)
Cax ≥ 8 $\mu\text{g/mL}$	98 (92.5)	11 (26.8)	109 (74.1)
Caz ≥ 16 $\mu\text{g/mL}$	86 (81.1)	8 (19.5)	94 (63.9)
Azt ≥ 16 $\mu\text{g/mL}$	88 (83.0)	10 (24.4)	98 (66.7)
Total	106 (100)	41 (100)	147 (100)

* confirmed by NCCLS ESBL phenotypic confirmatory test by disk diffusion.

Abbreviation: Cpd, Cefpodoxime; Cft, Cefotaxime; Cax, Ceftriaxone; Caz, Ceftazidime; Azt, Aztreonam.

Table 6. Rates of detection and mis-detection of ESBL producers by antimicrobial combinations in MicroScan Neg Combo Panel type 21

Antimicrobial flags	No (%) of suspicious ESBL producers selected by specific antimicrobial combinations		
	ESBL producer*	non-ESBL producer*	Total
Only one (Cpd)	2 (8)	23 (92)	25 (100)
Two (Cpd+other one†)	1 (10)	9 (90)	10 (100)
Three (Cpd+other two†)	10 (77)	3 (23)	13 (100)
Four (Cpd+other three†)	17 (85)	3 (15)	20 (100)
All five	76 (96)	3 (4)	79 (100)
Total	106 (72)	41 (28)	147 (100)

* confirmed by NCCLS ESBL phenotypic confirmatory test by disk diffusion.

† the number of antimicrobials flagged.

ESBL 생성균주의 빈도는 나라나 병원에 따라 많은 차이가 있어서 미국에서는 병원에 따라서 *Enterobacteriaceae*의 0-25%라고 보고하고 있고, 유럽에서는 *K. pneumoniae*의 Caz 내성률이 중환자실 환자에서는 42%라고 하였으며 우리나라에서도 이 등[13]이 혈액에서 분리된 *K. pneumoniae*의 40.9%가 ESBL 생성균주로 추정된다고 하였다. 본 연구에서는 Microscan으로 검사한 환자의 26.2%(*E. coli*, *K. pneumoniae*가 분리된 환자의 30.3%와 23.7%)에서 ESBL 선별검사 양성인 균주가 분리되었는데 이는 강 등[14]이 MicroScan에서 *E. coli*의 15%, *K. pneumoniae*의 20%가 ESBL 선별검사 양성이었다고 보고한 것과 비교하면 *E. coli*는 15%이상, *K. pneumoniae*는 4% 정도 높은 결과였다. 또한 NCCLS ESBL 확인검사결과 *E. coli*와 *K. pneumoniae*가 분리된 환자의 18.3%와 21%에서 ESBL 생성균주가 분리되어 강 등[14]이 double disk synergy test 결과로 판단하여 *E. coli* 중 8%와 *K. pneumoniae* 중 17%가 ESBL 생성균주였다고 보고한 것과 비교하여도 *E. coli*는 10%, *K. pneumoniae*는 4%가 높았다. 따라서 다른 병원에 비해 서울보훈병원에서 분리되는 ESBL 생성균주의 비율이 상대적으로 높고 특히 *E. coli* 경우에 더 많은 차이가 있음을 알 수 있었는데 이는 아마도 장기 입원 환자가 많아서 오랜 기간 동안 항균제 투여를 해 온 환자의 비율이 높기 때문이 아닐까 사료되었다. NCCLS는 2002년도에 ESBL선별검사의 특이도를 향상시키기 위해 Cpd의 최소억제농도를 2 $\mu\text{g/mL}$ 이상에서 8 $\mu\text{g/mL}$ 이상으로 상향 조절하였는데[15] 본 연구에서도 MicroScan으로 ESBL로 선별된 모든 균주에서 Cpd의 최소억제농도가 >1 $\mu\text{g/mL}$ 이었고 심지어는 NCCLS ESBL 확인검사에서도 음성인 41균주 모두에서도 Cpd의 최소억제농도가 >1 $\mu\text{g/mL}$ 이었다. 또한 Cpd 한 가지 항균제에 의해서만 ESBL로 선별된 균주는 92%(23/25)가, 두 종류의 항균제에 의해 ESBL로 선별된 경우는 90%(9/10)가 확인검사 음성이었던 반면 5종 항균제 모두에 의해 ESBL로 선별된 균주는 96.2%(76/79)가 NCCLS ESBL 확인검사 양성이었다. 따라서 MicroScan으로 ESBL로 선별된 경우 1-

2종의 항균제에 의해서 선별된 균주는 확인검사 없이 ESBL 음성으로 보고하고 5종의 항균제 모두에 의해 선별된 경우는 확인검사 없이 ESBL 양성으로 보고하면 위양성이 3균주, 위음성이 3균주 발생하는 것은 피할 수 없지만 NCCLS ESBL 확인검사를 해야 할 경우를 78%(114/147)나 줄일 수 있다고 사료되었다. 2003년부터 Cpd의 최소억제농도가 >1 $\mu\text{g/mL}$ 에서 >4 $\mu\text{g/mL}$ 로 변경된 Neg Combo Panel type 32가 공급되면 특이도가 많이 향상될 수 있으리라 기대된다. 반면에 위음성은 한 예도 발견되지 않아서 MicroScan으로 ESBL이 아니라고 판명된 경우는 부가적인 검사없이 바로 보고하여도 안전하다고 사료되었다. Vitek은 96균주 중 위양성 2균주, 위음성 4균주가 발견되었고 이들은 모두 *E. coli*였다. NCCLS ESBL 확인법 결과 158균주가 ESBL 생성 균주였고 CTC의 양성 검출률은 89.9%(142/ 158), CZC의 양성 검출률은 82.3%(130/158)로 CTC의 검출률이 더 높았는데 Steward 등[2]은 90.6%와 98.3%로, 이 등[16]은 81.5%와 92. 6%로 CZC의 검출률이 더 높다고 보고하였고 신 등[3]은 94.1%와 91.2%로, 황 등[17]은 93.9%와 83.7%로 저자와 같이 CTC의 검출률이 더 높다고 하였다. 이러한 두 디스크간의 검출률이 보고자에 따라 왜 다른지 그 이유는 알 수 없었다.

요 약

배 경 : 저자는 서울보훈병원에서 분리되는 ESBL 생성균주의 빈도를 파악하고 MicroScan과 Vitek 자동화기기의 ESBL 생성균주 선별능력을 분석하여 NCCLS의 ESBL 확인검사를 통상적으로 시행하여야 할 것인지 판단하고자 본 연구를 시행하였다.

방 법 : 서울보훈병원 환자 883명의 검체에서 분리된 총 1261 균주(*E. coli* 705균주, *K. pneumoniae* 502균주, *K. oxytoca* 54균주)를 대상으로 MicroScan(767균주)과 Vitek(494균주)으로 항균제 감수성 시험을 시행하였고 동일 환자에서 반복 분리된 균주를 제외한 다음 ESBL 선별검사 양성인 197 균주와 ESBL 선별검사 음성인 184균

주에 대해 디스크확산법에 의한 NCCLS ESB� 확인검사를 시행하였다.

결 과 : 자동화기기에 의한 ESB� 선별검사 결과 전체 환자의 22.3% (MicroScan 26.2%, Vitek 15.6%)에서 양성인 균주가 분리되었고 NCCLS ESB� 확인검사 결과 전체 환자의 18.9%(*E. coli*와 *K. pneumoniae*가 분리된 환자의 18.3%와 21%)에서 ESB� 생성 균주가 분리되었다. NCCLS ESB� 확인검사와 비교하면 MicroScan과 Vitek ESB� 선별검사는 각각 민감도 100%와 92.3%, 특이도 77.1%와 95.5%였다. NCCLS ESB� 생성균주로 확인된 158균주 중 17.7%는 cefotaxime에서만, 10.1%는 ceftazidime에서만, 72.2%는 양쪽에서 모두 clavulanic acid 효과가 양성이었다. MicroScan ESB� 선별검사서 양성으로 검출된 147균주 중 1-2종의 항균제에 의해 검출된 균주의 91.4%가 NCCLS ESB� 확인검사 음성인 반면 5종의 항균제에 의해 검출된 균주의 96.2%가 NCCLS ESB� 확인검사 양성이었다.

결 론 : MicroScan ESB� 생성균주로 선별된 경우 1-2종의 항균제에 의해 검출된 균주와 5종의 항균제 모두에 의해 검출된 균주는 확인없이 음성과 양성으로 보고하고 3-4종의 항균제에 의해 검출된 균주는 NCCLS ESB� 확인검사를 하여야 하며 ESB� 비생성균주로 선별된 경우는 아무런 부가 검사 없이 그대로 보고하여도 안전하리라 사료되었다.

참 고 문 헌

- Sanders CC. β -lactamases of gram-negative bacteria: new challenges for new drugs. *Clin Infect Dis* 1992;14: 1089-99.
- Steward CD, Rasheed JK, Hubert SK, Biddle JW, Raney PM, Anderson GJ, et al. Characterization of clinical isolates of *Klebsiella pneumoniae* from 19 laboratories using the National Committee for Clinical Laboratory Standards extended-spectrum β -lactamase detection methods. *J Clin Microbiol* 2001;39:2864-72.
- 신경섭, 손보라. *Escherichia coli*와 *Klebsiella species*에서 extended-spectrum β -lactamase 검출을 위한 Vitek ESB� test와 그 외 방법의 비교. *대한임상병리학회지* 2002;22:21-6.
- 홍성근, 강명서, 최종락, 이경원, 정윤섭, 권오현. 임상 검체에서 분리된 *Enterobacteriaceae* 균종의 extended-spectrum β -lactamase 유형 및 분자유전학적 특성. *대한임상병리학회지* 2001;21:495-504.
- 이보영, 정석훈, 정태식, 남희준, 지종현, 홍유라. Vitek GNS 121 card를 이용한 extended-spectrum β -lactamase 생성 *Escherichia coli*와 *Klebsiella spp.* 검출. *대한임상병리학회지* 2001;21:350-4.
- Jarlier V, Nicolas MH, Fournier G, Philippon A, *Extended broad-spectrum β -lactamases conferring transferable resistance to newer β -lactam agents in Enterobacteriaceae: hospital prevalence and susceptibility patterns.* *Rev Infect Dis* 1988;10:867-78.
- Cormican MG, Marshall SA, Jones RN. Detection of extended spectrum β -lactamase (ESBL)-producing strains by the E-test ESB� screen. *J Clin Microbiol* 1996;34: 1880-4.
- Moland ES, Sanders CC, Thomson KS. Can results obtained with commercially available Microscan microdilution panels serve as an indicator of β -lactamase production among *Escherichia coli* and *Klebsiella* isolates with hidden resistance to expanded-spectrum cephalosporins and aztreonam? *J Clin Microbiol* 1998; 36:2575-9.
- Sanders CC, Barry AL, Washington JA, Shubert C, Moland ES, Traczewski MM, et al. Detection of extended-spectrum- β -lactamase producing members of the family *Enterobacteriaceae* with Vitek ESB� test. *J Clin Microbiol* 1996;34:2997-3001.
- National Committee for Clinical Laboratory Standards. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; eleventh informational supplement. M100-S11, Wayne, Pennsylvania: NCCLS, 2001.
- Bedenic B, Randegger C, Boras A, Haechler H. Comparison of five different methods for detection of SHV extended-spectrum β -lactamases. *J Chemother* 2001;13:24-33.
- National Committee for Clinical Laboratory Standards. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; Ninth informational supplement. NCCLS document M7-A4. NCCLS, Wayne, Pennsylvania: NCCLS, 1999.
- 이수연, 이선화, 배직현. *Klebsiella pneumoniae*의 extended-spectrum β -lactamase 검출. *대한임상병리학회지* 1997;17:1076-88.
- 강윤희 최수진, 황상현, 조영옥, 김덕희, 김미나, 배직현. MicroScan Neg Combo Panel Type 21에 의한 ESB� 검출의 평가. *대한임상미생물학회지* 1999;2:158-66.
- National Committee for Clinical Laboratory Standards. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; informational supplement. M100-S12, Wayne, Pennsylvania: NCCLS, 2002.
- 이규택, 김경숙, 강정옥, 최태열. Vitek 2 advanced expert system의 extended-spectrum beta-lactamase 검출능 평가. *대한임상미생물학회지* 2002;5:15-20.
- 황규열, 어영, 김현주, 장인호, 윤갑준. *Klebsiella pneumoniae*와 *Escherichia coli*의 extended-spectrum β -lactamase 검출법의 비교. *대한임상미생물학회지* 2001; 4:62-6.