

신생아집중치료실에서 발생한 Extended-spectrum Beta-lactamase 생성 폐렴간균 유행의 성공적 관리

김미자¹ · 정길수² · 손경목³

배재대학교 간호학과¹, 경인여자대학교 간호학과², 충남대학교병원 감염내과³

Successful Control of Extended-spectrum Beta-lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* Outbreak in a Neonatal Intensive Care Unit

Mi Ja Kim¹, Kil Soo Chung², Kyung Mok Sohn³

Department of Nursing, Pai Chai University¹, Daejeon, Department of Nursing, Kyung-in Women's College², Incheon,
Division of Infections Disease, Chungnam National University Hospital³, Daejeon, Korea

Background: Extended-spectrum beta-lactamase-producing (ESBL) *Klebsiella pneumoniae* is an important cause of nosocomial infections in neonatal intensive care units (NICUs). This study aimed to reduce ESBL-producing *K. pneumoniae* in the NICU by using infection control measures.

Methods: We performed prospective surveillance cultures, monitoring, and education for infection control in the NICU between May and August 2011. Specimens were collected from all infants and the environment including stethoscopes, thermometers, ventilators, incubators, etc. The anterior nares and hands of healthcare workers were also screened. We inspected infection control practices and provided feedback. The level of infection control awareness was measured using a questionnaire.

Results: The level of awareness and performance of hand washing increased significantly after intervention (both $P < 0.001$). The environmental management of healthcare providers also improved significantly ($P=0.001$). The yield of ESBL-producing *K. pneumoniae* from clinical specimens decreased gradually throughout the study period (30.4% in May to 12.6% in August). Central catheter-related *K. pneumoniae* bacteremia decreased from 1.3/1000 to 0/1000 catheter-days.

Conclusion: Infection control measures including education, monitoring, and surveillance can lower the incidence of ESBL-producing *K. pneumoniae* in the NICU.

Keywords: Beta-Lactamases, Infant, Intensive care units, *Klebsiella pneumoniae*, Newborn

Introduction

집중치료의 발달로 사망 위험이 높은 신생아

의 생존율이 증가하였으나 입원기간이 길어짐에 따라 의료관련 감염원에 노출되는 기회 또한 많아지게 되었다. 집중치료에 사용하는 여러 가지 기구나 장비의 오염에 의한 감염뿐만 아니라, 함께 입원 중인 다른 신생아나 의료진과의 접촉을 통한 의료 관련 감염의 발생이 증가하고 있어 이에 대한 관심 또한 높아지고 있다[1]. 특히 신생아 집중치료실의 감염은 저체중 출산아의 생존율의 향상과 적극적이고 침습적인 치료로 인해 점점 증가 하고 있다. 신생아 집중 치료실에서의

Received: November 21, 2012

Revised: March 13, 2013

Accepted: April 8, 2013

Correspondence: Kyung Mok Sohn, Division of Infections Disease, Chungnam National University Hospital, 282, Munhwa-ro, Jung-gu, Daejeon 301-721, Korea

Tel: 042-280-8080, Fax: 042-280-8880

E-mail: medone@cnuh.co.kr

감염은 치사율이 높고 생존하더라도 입원기간이 길어지고 의료비 상승으로 이어진다. 생존한 환아도 심각한 합병증을 남길 수 있다. 따라서 신생아 집중치료실에서의 의료관련감염의 확산에 대한 예방 및 조치가 다양한 측면에서 이루어져야 한다[2].

1980년대 중반부터 extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)를 생성하는 약제 내성 균주가 출현하였으며 이후 여러 나라에서 3세대 cephalosporin에 내성인 그람 음성균에 의한 집단 감염 발생이 보고된 바 있다[3]. 특히 *Klebsiella pneumoniae*는 신생아 의료관련감염 패혈증의 중요한 원인균으로 알려져 있다[4]. *Klebsiella species*는 항생제 사용 경험이 있는 입원환자에서 존재하는 경우가 많은데 특히 장기입원환자, 항균제 사용력이 긴 환자, 오염된 음식물 섭취 환자, 유치도뇨관이나 기관내 삽관을 실시한 환자에서 감염빈도가 높다. 이 세균은 비인두나 소화기장관의 상재균으로 water system, 의료장비 같은 병원 내 환경에 일단 집락화가 되면 여러 가지 경로를 통해 인두염, 수막염, 심내막염, 패혈증 등 인체 여러 곳에서 감염을 일으킬 수 있다[1]. 중증의 *K. pneumoniae* 패혈증은 신생아에서 치명적일 수 있다. 급성기에는 적절한 경험적 항균요법으로 사망을 막기 어려운 경우가 많아 감염을 예방하기 위해 감염관리의 강화를 포함한 추가 대책이 필요하다[5]. 특히 감염관리는 매우 중요하며 신생아집중치료실의 특성상 환아를 다루는 의료진의 손을 통해 전파 될 가능성이 큰 것으로 알려져 있어 지속적인 감염관리 정책이 필요하다[6,7]. 균주의 전파가 주로 오염된 기구나 사람의 손에 의해 이루어지므로 손위생을 강화하고 가운 갈아입기 및 환아 코호트를 시행하면 감염의 전파를 막을 수 있을 것이다[3].

신생아집중치료실의 의료관련감염의 위험요인을 규명하는 것은 적절한 예방법을 적용하기 위해 필수적이다. 유행 병원균에 의한 집락화 혹은 감염을 예견하는 임상적 상황과 치료에 대한 연구는 있으나 대상 환자 수가 적고 위험요인을 알아내는 것에 그쳤다. 더욱이 관련된 변수들이 매우 다양하게 조사 되었다[8]. 특히 우리나라에서는 임상검체에서 ESBL 생성 *K. pneumoniae*의 현

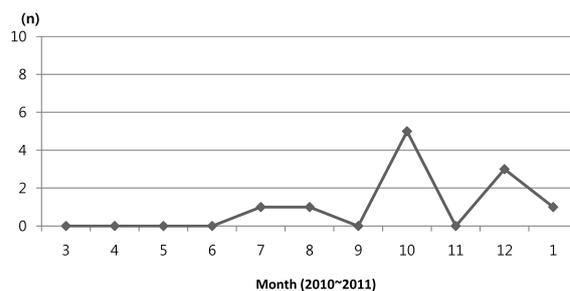


Fig. 1. Outbreak of ESBL-producing *K. pneumoniae* in the neonatal intensive care unit.

저한 증가와 같은 감염 역학에 대한 보고들은 있으나[9] 구체적인 감염관리 방법에 대한 보고는 미약한 실정이다.

2010년 7월 이후 충남대학교병원의 신생아집중치료실에서 ESBL 생성 *K. pneumoniae*가 임상 검체 배양결과에서 증가 추세를 보였으며(Fig. 1) 균혈증의 원인균으로 발생하기도 하여 구체적인 감염관리방안이 필요한 상황이었다. 이에 저자들은 다양한 감염관리 방법을 적용하여 그에 대한 효과를 알아보려고 본 연구를 시행하였다.

Materials and Methods

1. 연구대상

본 연구는 2011년 5월 1일부터 8월 31일까지 충남대학교병원 신생아집중치료실 입원 환아를 대상으로 ESBL 생성 *K. pneumoniae*의 임상검체 배양률과 의료관련 감염률을 조사하였고, 근무 직원을 대상으로 다제내성 그람음성균에 대한 인식도와 수행도를 측정하였으며 신생아집중치료실의 환경 배양 및 감염 감시를 실시하였다.

2. 중재방법

감염관리 중재 방법으로 ESBL 생성 *K. pneumoniae* 분리환자에 대한 접촉주의와 정확한 코호트 격리를 유지하였고 격리표식을 부착하였다. 신생아집중치료실 환경 소독을 강화하여 세부적인 지침을 적용하였고, 인큐베이터 교환주기를 일주일로 정해 소독하였으며 인큐베이터 소독 시 담당자 실명제를 실시하여 철저한 소독이 되도록 하였다.

신생아집중치료실 의료진에게 주기적인 감염

관리 교육을 실시하였고 이를 설문지를 통하여 평가하였다. 감염예방을 위한 지침을 만들어 의료진이 잘 볼 수 있는 위치에 부착하였다. 수행도에 대한 점검 항목을 작성하여 관찰하고 기록하였다. 손위생 강화 표지를 부착하였고 손위생 수행 여부를 감시 하였다.

3. 조사수집

총 연구기간은 2011년 5월부터 8월까지이며 중재 전 조사는 5월 1일부터 6월 30일, 중재 시기는 7월부터 시작하여 계속되었으며 중재 후 조사는 7월 1일부터 8월 31일까지 진행하였다(Fig. 2). 의료진 대상의 인식도와 수행도를 측정하기 위한 조사지는 감염내과 전문의의 검토를 거친 후 3인의 감염관리 전문가초사가 작성하였으며 인식도의 조사시기는 중재 전 5월 2일에서 5월 13일까지이고 중재 후 7월 25일에서 8월 5일까지이다. 수행도의 조사시기는 연구기간과 동일하다.

의료진의 손위생 수행도 조사에 참여한 대상자는 의사직 435건, 간호직 1,198건, 기타직 96건으로 총 1,729건을 조사하였다. 임상검체 배양률은 신생아집중치료실 전체 입원 환자의 임상 검체에서 ESBL 생성 *K. pneumoniae* 배양 양성 건수를 조사하였다. 환경감시 배양검사는 의료진의 협조 하에 신생아집중치료실 간호사가 무균적으로 매월 초에 실시하여 인큐베이터 996건, 인공호흡기 92건, 체온계 36건, 청진기 36건, 산소 가습병 36건, 흡입기 36건, 처치대 4건, 세면대 80건, 싱크대 12건, 욕조 16건, 냉장고 20건, 보일링기 11건, 젓병 4건, 모유 54건, 분유 4건, 드레싱 카트 52건, 컴퓨터 36건, 의료진의 손 181건으로

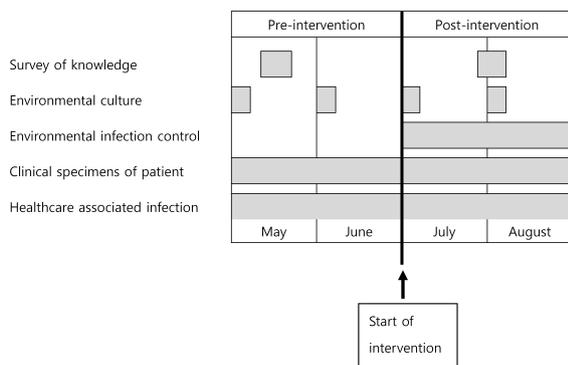


Fig. 2. The timeline of this study.

4개월 동안 총 1,706건 실시하였다. 의료관련 감염률은 미국 질병관리본부의 정의를 적용하여 발생 건수를 전향적으로 조사하였다.

4. 분석방법

통계분석은 SPSS v.17 (SPSS, Chicago, IL, USA)을 사용하여 인식도는 명목변수는 chi-square, 연속변수는 independent t-test를 사용하였고, 손위생 수행도, 환경관리 수행도, 환경감시 배양검사, 임상검체 배양률은 chi-square를 사용하였다. 모든 분석의 유의 수준은 0.05로 하였다.

Results

1. 다제내성 그람음성균에 대한 인식도(%)

의료인의 다제내성 그람음성균에 관한 지식여부를 묻는 질문에는 ‘알고 있다’라고 응답한 대상자가 중재 전 55.6%에서 중재 후 95.6%으로 지식수준 증가를 보였으며($P < 0.001$), 다제내성 그람음성균 격리환아의 전담 간호사의 필요성에 대한 인식도 중재 전 4.07점에서 중재 후 4.96점으로 증가하였다($P < 0.001$) (Table 1).

2. 손위생에 대한 인식도와 수행도

1) 손위생에 대한 인식도: 실제로 시행하고 있는 손위생 행위에 대하여 질문 시 중재 전 평균 77.5%에서 중재 후 91.3%으로 수행에 대한 인식의 증가를 보였다. 그 중 채혈 시 중재 전 68.9%에서 97.8%로 30% 정도의 향상을 보였고($P < 0.001$), Ambu-bagging에서도 20% 이상의 향상을 보였다($P = 0.005$) (Table 2).

2) 손위생 수행도: 신생아 집중치료실의 전체 손위생 수행도는 중재 전 86.9% (729/911)에서 중재 후 93.3% (763/818)로 향상되었다($P < 0.001$). 인식도와 비교하기 위하여 세부적인 수행도를 살펴본 바(Table 2) Ambu-bagging시에는 중재 전 80%에서 중재 후 100%로 수행도가 증가하여 손위생 수행에 대한 인식이 증가함에 따라 실제 수행도도 함께 증가하였다.

3. 환경관리 수행도

환경관리 지침 개발과 적극적인 홍보 및 교육

Table 1. Knowledge of multidrug-resistant gram-negative bacilli

Question related to knowledge of multidrug-resistant gram-negative bacilli	Pre-intervention (N=45)	Post-intervention (N=45)	P value
	N (%)	N (%)	
Knowledge	25 (55.6)	43 (95.6)	<0.001
The types	30 (66.6)	33 (73.3)	<0.001
Surveillance	23 (51.1)	38 (84.4)	0.001
Isolation precautions	39 (86.7)	45 (100)	0.011
The need for isolation room	31 (68.9)	44 (97.8)	<0.001
The need for wearing the gowns	26 (57.8)	41 (91.1)	<0.001
	Mean±SD	Mean±SD	
The application of isolation precautions	3.93±0.889	4.84±0.475	<0.001
Importance of infection control	4.58±0.499	4.73±0.495	0.142
Importance of hand hygiene	4.78±0.420	4.89±0.318	0.161
The need for nurses in charge	4.07±0.863	4.96±0.208	<0.001

Table 2. Knowledge & compliance of hand hygiene (%)

Category	Knowledge			Compliance	
	Pre-intervention	Post-intervention	P value	Pre-intervention	Post-intervention
	(N=45)	(N=45)		N (%)	N (%)
IV injection	75.6	84.4	0.292	19 (90.0)	20 (100)
Sampling (BST, ABGA, blood culture etc.)	68.9	97.8	<0.001	41 (97.6)	29 (100)
IV prepare (fluid mix etc.)	71.1	86.7	0.071	45 (83.3)	14 (100)
Suction	71.1	82.2	0.213	54 (50.0)	58 (100)
Ambu-bagging	57.8	84.4	0.005	5 (80.0)	6 (100)
Dressing	75.6	100	<0.001	27 (70.4)	18 (100)
G-tube keep/nutrition infusion	71.1	100	<0.001	8 (87.5)	14 (92.9)
Diaper change	75.6	82.2	0.438	80 (60.0)	77 (100)
Light contact (X-ray, ultrasonic photography, examination etc.)	75.6	93.3	0.020	242 (85.9)	246 (92.8)
Total	77.5	91.3	<0.001		

을 통해 중재 후 매일 인큐베이터 가습기, 컴퓨터의 모니터와 자판, 보일기, 산소마스크 소독 및 교체, 모유와 분유의 조작 시 무균술을 적용하여 100%의 수행도를 보였다. 매 근무 교대 시마다 청진기와 체온계를 소독하고 체온계는 매번 소독액에 담가 사용하는 것은 98.4%까지 상승하였다. 매 환아 목욕 시마다 욕조를 소독하는 것은 73.8%까지 상승하여 각 항목별 환경관리 수행도가 증가되었다($P<0.001$).

4. 환경감시 배양검사

중재 전 환경감시 배양검사 결과 ESBL 생성 *K. pneumoniae*가 총 14건이 배양되었으며, 발생

된 곳은 체온계 6건, 인큐베이터의 처치 입구 3건, 인공호흡기 2건, 청진기 2건, 의료진의 손 1건이었다. 중재 후 ESBL 생성 *K. pneumoniae*는 3건이었으며 발생한 곳은 인큐베이터의 처치 입구 2건, 드레싱카 1건으로 중재 전보다 감소하였다($P=0.01$) (Table 3).

5. 임상검체 배양률

감염 여부와 상관없이 신생아집중치료실 입원 환아들의 임상검체에서 ESBL 생성 *K. pneumoniae* 배양률은 중재 전 5월 30.4%, 6월 31.3%, 중재 후 7월 30.9%, 8월 12.6%로 감소하였다($P=0.01$). ESBL 생성 *K. pneumoniae*가 분리된 각 검체의 종류는

Table 3. Number (%) of ESBL *K. pneumoniae* isolated from environmental culture

Category	Pre-intervention		Post-intervention	
	May	June	July	August
No. of environmental culture	416	455	408	427
No. of microorganisms isolates	37	79	11	16
Overall microorganisms isolation rates (%)	8.89	17.36	2.70	3.75
No. of ESBL <i>K. pneumoniae</i> isolates	1	13	3	0
ESBL <i>K. pneumoniae</i> isolation rates (%)	0.24	2.86	0.74	0

Abbreviation: ESBL, Extended-spectrum beta-lactamase-producing.

Table 4. Number (%) of ESBL *K. pneumoniae* isolated from clinical specimens of patients

Category	Specimen	Pre-intervention		Post-intervention	
		May	June	July	August
No. of micro-organisms isolates		56	99	94	87
No. of <i>K. pneumoniae</i> isolates		18	37	33	17
No. of ESBL <i>K. pneumoniae</i> isolates	S	4	2	2	0
	U	17	31	29	11
	B	8	18	2	1
ESBL <i>K. pneumoniae</i> isolation rates (%)		30.4	31.3	30.9	12.6

Abbreviations: S, Sputum; U, Urine; B, Blood.

Table 5. Comparison of central line-associated bloodstream infection before and after the intervention

Category	Pre-intervention	Post-intervention
Central line days	1,540	1,714
No. of central line-associated bloodstream infection caused by ESBL <i>K. pneumoniae</i>	3	0
Overall central line-associated bloodstream infection by ESBL <i>K. pneumoniae</i> /1,000 device-days	1.30	0

중재 전 5월, 6월에는 혈액배양 검체에서 각각 8건, 18건으로 빈도가 높았으나 중재 후 7월, 8월에는 각각 2건, 1건으로 감소하였다(Table 4).

6. 의료관련 감염률

연구 기간 동안 신생아집중치료실 의료관련감염률은 병원폐렴, 요로감염, 기타 감염 등은 발생하지 않고 균혈증만 보고되었으며 그 중 ESBL 생성 *K. pneumoniae*에 의한 중심정맥관관련 균혈증은 중재 전 카테터데이 1,000일 당 1.3건에서 중재 후 0건으로 감소하였다(Table 5).

Discussion

본 연구에서는 신생아집중치료실에서의 ESBL

생성 *K. pneumoniae*에 의한 유행발생에 대해 감염관리 방안들을 적용하여 실제로 감염률이나 배양률이 감소하는 것을 확인하였다. 신생아집중치료실 근무 직원을 대상으로 다제내성 그람 음성균에 대한 인식도를 조사하고 다제내성 그람 음성균 예방을 위한 지침을 제공한 후 그 수행도를 측정하였으며 손씻기 모니터링, 접촉주의 및 환경관리 강화, 환경감시 배양검사를 통해 ESBL 생성 *K. pneumoniae* 배양률을 감소시키고자 하였고 실질적으로 효과가 있었다.

신생아집중치료실 직원들의 격리전담간호사의 필요성에 대한 인식도가 유의하게 증가하였는데 현재 국내 신생아집중치료실의 인력은 매우 부족한 실정으로 미국 소아과학회 기준으로 신생아집중치료실에서 간호인력 1명이 담당하는 환

자수는 1-2명인데 반해 우리나라는 4.8-5.7명을 담당하고 있다[10]. 따라서 격리환아를 전담하는 간호사가 필요함에도 시행할 수 없는 것이 현실이다. 더욱이 감염에 민감한 미숙아를 담당하는 부서로서 의료 인력의 전문화가 절실히 필요한 상황임에도 숙련된 간호인력이 지속적으로 근무할 수 있는 제도적 뒷받침이 부족한 것도 현실이다[10].

정[11]은 신생아집중치료실 간호사의 감염관리 지식수준에서 손씻기에 관한 점수가 가장 높게 나타났다고 보고 하였다. 본 연구에서도 손위생 수행에 대한 인식도와 수행도가 중재에 의해 유의하게 향상된 결과를 가져왔다. 이 등[12]의 연구에 의하면 신생아집중치료실에서의 균주의 전파가 주로 사람의 손에 의해 이루어지므로 손씻기를 강화하고 가운 입기 및 코호트를 시행하면 감염의 전파를 막을 수 있다. 따라서 중재에 의한 손위생의 향상은 매우 의미 있는 결과라 할 수 있다.

본 연구에서 중재 전 환경 감시 배양결과 ESBL 생성 *K. pneumoniae* 14건은 환아들의 향문에 사용하던 전자식 직장체온계 6개와 인큐베이터의 처치용 입구가 근원으로 파악되었다. 이것은 *K. pneumoniae*의 중요한 병원소(reservoir)로 알려져 있는 환자의 위장관 중 가장 흔한 전이증식 부위인 직장관과 관련이 있었다[12]. 이러한 결과를 토대로 환경관리 수행도 중재방법으로 체온계 사용 후 소독제로 닦은 후 75% 이상의 알코올 소독제가 담긴 용기에 보관하도록 조치하였으며 인큐베이터를 매일 소독하였고 인큐베이터에 부착된 가습기도 소독 후 건조하도록 하였다. 그 결과 중재 후 환경감시 배양에서 7월에 3건, 8월에는 한 건도 발생하지 않게 되었다. 이러한 결과는 1991년 인도와 1997년 우리나라 신생아집중치료실에서 일어난 다제내성 *K. pneumoniae*에 의한 패혈증의 집단발생 보고 연구결과와 유사하다. 이때에도 사용하던 린넨과 보육기에서 동일한 균주가 분리되어 감염원이 신생아 집중치료실의 여러 주변 환경이었음이 밝혀졌으며 실내와 기구, 여러 장비의 소독과 린넨의 멸균 및 무균 조작의 철저한 시행 등으로 감염률이 현저히 감소하였다[12,13].

김 등[4]은 신생아 패혈증의 평균 발생률은 0-6.5% (평균 0.81%)로 보고하였으며 그 중 *K. pneumoniae* 균혈증 발생 빈도는 4.8%를 차지하였다. 또한 독일의 연구에서 8주간 의료관련 감염률을 조사한 결과 *K. pneumoniae* 균혈증이 5건 발생하였고 환자 환경에서 발견된 균주와 동일한 균주로 밝혀졌다. 이 연구에서는 유행발생 후 즉각적인 중재활동을 펼쳤더라도 즉시 감염률이 감소하지 않았고 지속적인 중재활동을 실시한 후에야 감염이 종식되었다고 보고 하였다[14]. 그러나 본 연구에서는 ESBL 생성 *K. pneumoniae* 균혈증은 중재 전 1,000 카테터 일 당 1.3건에서 중재 후 0건으로 즉시 감소하였다.

본 연구의 제한점으로 분리된 균주에 대한 분자 유전학적인 분석을 시행하지 못하여, 실제 유행 발생이 동일한 균주에 의한 것인지는 확인할 수 없었다. 하지만 다양한 중재 방법을 적용한 결과 유행발생 시 다각적인 감염관리 중재가 효과적임을 보여주고 있다.

Summary

배경: 본 연구는 신생아집중치료실에서 직원 교육, 손씻기 모니터링, 접촉주의 및 환경관리강화, 환경감시 배양검사 등 다양한 감염관리 방안을 통해 Extended-spectrum beta-lactamase (ESBL) 생성 *Klebsiella pneumoniae* 배양률을 감소시키고자 시행하였다.

방법: 감염관리 중재 전과 후에 신생아집중치료실 입원 환아를 대상으로 ESBL 생성 *K. pneumoniae*의 임상검체 배양률, 의료관련 감염률을 조사하였고, 근무 직원을 대상으로 다제내성 그람음성균에 대한 인식도와 수행도를 측정하였으며 손씻기 모니터링을 실시하였고 신생아집중치료실의 환경감시 배양을 실시하였다.

결과: 의료인의 다제내성 그람음성균에 관한 인식도는 중재 전 55.6%에서 95.6%으로 증가하였으며, 손위생 수행도는 중재 전 86.9%에서 중재 후 93.3%까지 향상되었다(모두 $P < 0.001$). 환경관리 수행도는 모든 항목에서 크게 증가하였다($P < 0.001$). 환경감시 배양 결과 중재 전 14건에서 중재 후 3건으로 감소하였다. 임상검체에서

ESBL 생성 *K. pneumoniae*의 배양률은 중재 전 5월 30.4%, 6월 31.3%, 중재 후 7월 30.9%, 8월 12.6%로 감소하였다. 신생아집중치료실 ESBL 생성 *K. pneumoniae*에 의한 중심정맥관관련 균혈증은 중재 전 1,000 카테터 일 당 1.30건에서 중재 후 0건으로 감소하였다.

결론: 직원 교육, 손씻기 모니터링, 접촉주의 및 환경관리강화, 환경감시 배양검사 등의 다양한 감염관리 방안을 통해 신생아중환자실에서의 ESBL 생성 *K. pneumoniae* 발생률을 감소시킬 수 있었다.

References

- Jin SS, Kim JH, Hur JK, Kang JH. Molecular epidemiologic analysis of a cluster of *Klebsiella pneumoniae* infection in neonatal intensive care unit. Korean J of Pediatr 2000;43:477-83.
- Kwon HJ, Kim SY, Cho CY, Choi YY, Shin JH, Suh SP. Nosocomial infection in neonatal intensive care unit. Korean J of Pediatr 2002; 45:719-26.
- Jun NL, Kim MN, Jeong JS, Kim YS, Kim ER, Kim KS, et al. Molecular-epidemiologic study on outbreak of colonization by extended spectrum β -lactamase producing *Klebsiella pneumoniae* in neonatal intensive care unit. Korean J of Pediatr 2006;49:150-6.
- Kim KA, Shin SM, Choi JH. A nationwide survey on the causative organism of neonatal sepsis in Korea. Korean J of Pediatr 2002;45: 55-63.
- Song JH. Clinical features and prognostic factors of *Klebsiella pneumoniae* sepsis with fatal outcome in early phase of infection in neonatal intensive care unit patients. Keimyung University, 2011.
- French GL, Shannon KP, Simmons N. Hospital outbreak of *Klebsiella pneumoniae* resistant to broad-spectrum cephalosporins and β -lactam- β -lactamase inhibitor combinations by hyperproduction of SHV-5 β -Lactamase. J Clin Microbiol 1996;34:358-63.
- Coovadia YM, Johnson AP, Bhana RH, Hutchinson GR, George RC, et al. Multiresistant *Klebsiella pneumoniae* in a neonatal nursery: the importance of maintenance of infection control policies and procedures in the prevention of outbreak. J Hosp Infect 1992;22: 107-205.
- Abdel-Hady H, Hawas S, El-Daker M, El-Kady R. Extended-spectrum β -Lactamase producing *Klebsiella pneumoniae* in neonatal intensive care unit. J Perinatology 2008;28:685-90.
- Wie SH, Kim SY, Kim SI, Kim YR, Yoo JH, Shin WS, et al. Molecular characterization of extended-spectrum β -Lactamase (ESBL) in clinical isolates of *Klebsiella pneumoniae*. Korean J Nosocomial Infect Control 2003;8: 83-93.
- Yoo BH. Status and problem of the neonatal intensive care unit in Korea. J Korean Society Maternal and Child Health 1997;1:228-31.
- Chung MS. Relationship between knowledge and performance of infection control among nurses in the neonatal intensive care unit. Yonsei University, 2002.
- Lee SH, Jeong JS, Lee SY, Pai HJ, Nah J, Park SJ, et al. Outbreak of nosocomial infection caused by *Klebsiella pneumoniae* producing extended-spectrum β -Lactamase in a neonatal intensive care unit. Korean J Nosocomial Infect Control 1997;2:13-28.
- Banerjee M, Sahu K, Bhattacharya S, Adhya S, Bhowmick P, Chakraborty P. Outbreak of neonatal septicemia with multidrug resistant *Klebsiella pneumoniae*. Indian J Pediatr 1993;60: 25-7.
- Gastmeier P, Groneberg K, Weist K, Ruden H. A cluster of nosocomial *Klebsiella pneumoniae* bloodstream infections in a neonatal intensive care department: identification of transmission and intervention. Am J Infect Control 2003;31: 424-30.