

Distribution and Antimicrobial Resistance of *Streptococcus pneumoniae* at Four University Hospitals in Busan and Gyeongnam

Si Hyun Kim^{1,2*}, Sae Am Song^{1*}, Jongyoun Yi³, Duyeal Song³, Chulhun Ludgerus Chang³, Dong-Chul Park¹, Sang-Hwa Urm⁴, Hye Ran Kim¹, Jeong Hwan Shin^{1,2}

¹Department of Laboratory Medicine and ²Paik Institute for Clinical Research, Inje University College of Medicine, Busan, ³Department of Laboratory Medicine, Pusan National University School of Medicine, Yangsan, ⁴Department of Preventive Medicine, Inje University College of Medicine, Busan, Korea

Background: *Streptococcus pneumoniae* is the most common human pathogen causing community-acquired pneumonia. There is little information on the recent antimicrobial susceptibility patterns of *S. pneumoniae* in Busan and Gyeongnam of Korea. The aim of this study was to investigate the distribution and antimicrobial resistance of *S. pneumoniae* at 4 university hospitals in Busan and Gyeongnam.

Methods: We collected and analyzed the antimicrobial susceptibility results of 850 *S. pneumoniae* strains isolated from regional 4 university hospitals during the last 2 years from July 2013 through June 2015.

Results: Among 850 *S. pneumoniae* strains, 635 strains were isolated from respiratory specimens, followed by blood (N=121), CSF (N=13), and others (N=81). Antimicrobial susceptibility rates to penicillin,

cefotaxime and ceftriaxone were 79.4%, 76.6% and 83.6%, respectively. The resistant rates to erythromycin and clindamycin were 80.9% and 68.2%, respectively. The resistant rates to levofloxacin were 9.2%. There were some differences in resistant rates by age groups, years, and specimen types.

Conclusion: We found the changes of antimicrobial resistance of *S. pneumoniae* during the last 2 years. It is necessary to monitor the antimicrobial susceptibility of *S. pneumoniae* regularly for empirical therapy and for early detection of the changes of resistance. (Ann Clin Microbiol 2016;19:48-53)

Key Words: Drug resistance, Multiple, *Streptococcus pneumoniae*

INTRODUCTION

폐렴알균(*Streptococcus pneumoniae*)은 지역사회 획득 폐렴의 가장 중요한 원인 균으로[1,2], 특히 침습성 폐렴알균 감염의 경우 영유아, 노인, 만성 질환자 및 면역 저하자에게 매우 치명적인 결과를 야기할 수 있다[3-6]. 폐렴알균의 항균제 내성은 1980년대 이후 꾸준히 증가하였고 다제내성 폐렴알균이 세계적으로 확산된 것으로 보고되었다[7,8]. 국내의 경우 beta-lactam계와 macrolide계 항균제에 대한 내성률이 매우 높고 다제내성도 많아 지역사회 감염의 문제점으로 대두되기도 하였다. 하지만, 2008년 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)의 항균제 감수성 검사지침에서 penicillin 내성 기준에

대한 breakpoint가 개정되었고, 변경된 기준에 따라 기존의 내성으로 보고한 다수가 감수성으로 해석되어 실제 치료 가능 범주 내에 들게 되고 이에 따라 penicillin 내성률이 급격하게 감소되었다[9]. 이러한 이유로 폐렴알균의 항균제 내성률에 대한 관심이 떨어지고, 최근 이와 관련된 보고는 찾아보기 어렵다.

비록 CLSI 지침의 변경에 따라 페니실린의 내성률이 급격히 감소하기는 하였지만, macrolide계 내성률은 여전히 매우 높으며, 폐렴알균 감염증의 주요 치료 항균제인 3세대 세팔로스포린과 퀴놀론계 항균제의 내성도 적지 않아, 폐렴알균 감염증의 적절한 치료와 내성의 전파 방지를 위해 국내 항균제 내성 실태 및 변화추이를 주기적으로 파악하는 것은 매우 중요하다.

이에 저자들은 최근 2년간 부산, 경남 지역에 위치한 4개 대

Received 23 March, 2016, Revised 23 May, 2016, Accepted 7 June, 2016

Correspondence: Jeong Hwan Shin, Department of Laboratory Medicine, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, 75 Bokji-ro, Busanjin-gu, Busan 47392, Korea. (Tel) 82-51-890-6475, (Fax) 82-51-893-1562, (E-mail) jhsmile@inje.ac.kr

*These authors contributed equally to this work.

© The Korean Society of Clinical Microbiology.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

학 병원에서 분리된 폐렴알균의 분리현황을 조사하고 항균제 내성률 및 내성률 변화의 추이를 조사하고자 하였다.

MATERIALS AND METHODS

2013년 7월부터 2015년 6월까지 총 2년간 부산 경남지역 4개의 대학병원 에서 분리된 폐렴알균의 항균제 감수성 검사결과, 검체 종류 및 분리 시기 등의 자료를 수집하여 분석, 조사하였다.

폐렴알균의 동정은 4개의 대학병원 모두 VITEK2 System (bioMérieux, Marcy l'Étoile, France)의 VITEK2 GP 카드를 이용하였다. 항균제 감수성 검사는 2곳의 대학병원에서는 MicroScan (Siemens Healthcare Diagnostics, Sacramento, CA, USA)의 MICroSTREP을 이용하였고, 다른 2곳의 대학병원에서는 VITEK2 System (bioMérieux)의 AST-ST01와 함께 penicillin 감수성 검사를 위해 Etest를 추가로 이용하였다. 따라서 전체 항균제 중 chloramphenicol, amoxicillin-clavulanic acid, meropenem, cefuroxime, cefepime, cefaclor는 MicroSacn (Siemens)을 사용한 2개의 병원에서 그 결과를 수집하였고 linezolid는 VITEK2를 사용한 2개의 병원에서 그 결과를 수집하였다. 항균제 감수성 결과는 CLSI기준에 따라 판정하였고, 특히 뇌척수액에서 폐렴알균이 분리된 경우 CLSI기준에 따라 뇌척수액(meningitis) 기준으로 판정하였다[10]. 수집된 자료를 바탕으로 항균제 내성률을 병원별, 시기별, 나이별, 및 검체 종류별로 구분하여 카이제곱검정(chi-square test)을 시행하였고, 시간 변화에 따른 내성률의 변

화는 선형성검정(Cochran-Armitage test)을 시행하였다. 통계분석은 SPSS (version 22, IBM Corp, Armonk, NY) 프로그램을 이용하였다.

폐렴알균의 다약제 내성은 미국 Food and Drug Administration (FDA)의 기준[11]에 따라 erythromycin, cefuroxime, trimethoprim-sulfamethoxazole, penicillin, 및 tetracycline의 5제열 중 2개 이상의 제열에 내성인 경우로 정의하는데 본 연구에서는 이중 cefuroxime 대신 cefotaxime 또는 ceftriaxone에 내성인 경우로 변경하여 조사하였다.

RESULTS

연구기간 동안 4개의 병원으로부터 각각 139주, 300주, 234주, 및 177주 총 850주에 대한 폐렴알균 자료가 수집되었다. 폐렴알균이 분리된 환자의 나이는 0세부터 103세까지였고 5세 이하가 4.5% (38주), 6세부터 64세까지가 44.9% (382주), 65세 이상이 50.6% (430주)를 차지했다. 폐렴알균이 분리된 검체는 호흡기 검체가 74.7% (635주)로 가장 많았으며, 그 다음으로 혈액이 14.2% (121주), 뇌척수액 1.5% (13주), 기타 9.5% (81주) 순이었다.

총 4개 병원을 대상으로 분석한 항균제 감수성 결과 중 clindamycin (68.2%), erythromycin (80.9%), tetracycline (79.0%)에서 내성률이 높았고, 2개 병원만을 대상으로 분석된 항균제 중에서는 cefuroxime (71.8%), cefaclor (77.4%)에서 항균제 내성률이 높았다. 항균제 내성률은 병원별로 차이를 보였는데, pen-

Table 1. Antimicrobial susceptibility of 850 *Streptococcus pneumoniae* strains isolated from four university hospitals

Antimicrobial agent	A hospital (N=139, %)			B hospital (N=300, %)			C hospital (N=234, %)			D hospital (N=177, %)			Total (N=850, %)		
	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R
Penicillin	74.8	18.7	6.5	74.0	13.3	12.7	84.4	9.3	6.2	86.0	9.3	4.7	79.4	12.3	8.3
Cefotaxime	86.3	7.2	6.5	80.7	10.3	9.0	69.1	19.3	11.6	71.7	24.9	3.5	76.6	15.3	8.2
Ceftriaxone	87.1	5.8	7.2	83.3	8.3	8.3	79.9	9.0	11.1	86.2	10.9	2.9	83.6	8.6	7.8
Clindamycin	39.6	0.0	60.4	31.0	0.3	68.7	30.9	0.0	69.1	27.7	0.0	72.3	31.7	0.1	68.2
Erythromycin	19.4	0.7	79.9	19.7	0.7	79.7	16.9	0.0	83.1	18.6	0.6	80.8	18.7	0.5	80.9
Levofloxacin	92.8	0.0	7.2	88.3	1.0	10.7	86.3	0.9	12.8	96.6	0.0	3.4	90.2	0.6	9.2
Linezolid							100	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100	0.0	0.0
Tetracycline	23.7	0.0	76.3	18.7	2.0	79.3	20.1	0.4	79.5	19.5	0.6	79.9	20.1	0.9	79.0
Trimethoprim-Sulfamethoxazole	54.0	8.6	37.4	53.3	8.7	38.0	42.3	8.5	49.1	55.7	9.8	34.5	50.9	8.9	40.3
Vancomycin	100	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100	0.0	0.0
Chloramphenicol	70.5	0.7	28.8	74.3	0.0	25.7							73.1	0.2	26.7
Amoxicillin-clavulanic acid	75.5	3.6	20.9	74.3	8.0	17.7							74.7	6.6	18.7
Meropenem	34.5	29.5	36.0	29.7	22.0	48.3							31.2	24.4	44.4
Cefuroxime	23.0	1.4	75.5	24.3	5.7	70.0							23.9	4.3	71.8
Cefepime	74.8	15.1	10.1	63.3	23.3	13.3							67.0	20.7	12.3
Cefaclor	21.6	2.2	76.3	15.7	6.3	78.0							17.5	5.0	77.4

Abbreviations: S, susceptible; I, intermediate resistant; R, resistant.

icillin에 대한 내성률은 8.3%였고 각 병원별로는 6.5%, 12.7%, 6.2%, 및 4.7%였다($P < 0.001$). 중등도 내성을 포함한 비감수성률은 20.6%였고, 각 병원별로는 25.2%, 26.0%, 15.6%, 및 14.0%였다. Cefotaxime에 대한 내성률 및 비감수성률은 8.2%와 23.4%였는데, 각 병원별로는 6.5%와 13.7%, 9.0%와 19.3%, 11.6%와 30.9% 및 3.5%와 28.3%로 병원 간 내성률에 차이가 있었다($P < 0.001$). Trimethoprim-sulfamethoxazole의 내성률은 40.3%였고, 각 병원별로는 37.4%, 38.0%, 49.1% 및 34.5%였다. Levofloxacin의 내성률은 9.2%였고 각 병원별로는 7.2%, 10.7%, 12.8%, 및 3.4%였다($P < 0.018$). Meropenem의 경우 내성률이 44.4%였고 vancomycin과 linezolid에는 모두 감수성이었다(Table 1).

연령대별 항균제 내성률은 다음과 같다. Penicillin 내성률 및 비감수성률은 5세 이하에서 13.5%와 24.3%, 6-64세에서 6.4%와 17.4%였고 65세 이상에서 9.4%와 23.0%였다. Cefotaxime에 대해서는 내성률과 비감수성률이 5세 이하에서 2.8%와 33.3%, 6-64세에서 9.2%와 25.1%였고 65세 이상에서 7.7%와 21.2%였다. Clindamycin과 erythromycin에 대한 내성률이 5세 이하에서 각각 89.5%와 94.7%, 6-64세에서 각각 64.0%와 78.9%이고 65세 이상에서 70.0%와 81.4%였다. 이 밖에 tetracycline, meropenem, cefepime에 대해 5세 이하에서 내성률이 각각 94.6%, 60.0%, 및 30.0%였다. Levofloxacin과 chloramphenicol에 대해서는 5세 이하에서 모두 100% 감수성인 반면 6-64세에서 각각 7.6%와 25.4%, 65세 이상에서 11.4%와 28.5%에서 내성이었다(Fig. 1).

연도별 항균제 내성률의 변화를 살펴보면, penicillin에 대해

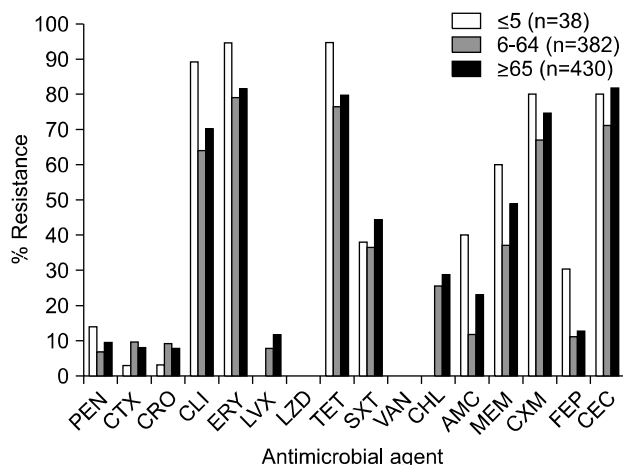


Fig. 1. Antimicrobial resistance of 850 *Streptococcus pneumoniae* isolates by age group. Abbreviations: PEN, penicillin; CTX, cefotaxime; CRO, ceftriaxone; CLI, clindamycin; ERY, erythromycin; LVX, levofloxacin; LZD, linezolid; TET, tetracycline; SXT, trimethoprim-sulfamethoxazole; VAN, vancomycin; CHL, chloramphenicol; AMC, amoxicillin-clavulanic acid; MEM, meropenem; CXM, cefuroxime, FEP, cefepime; CEC, cefaclor.

2013년에는 6.2%, 2014년 7.3%, 2015년 10.8%로 증가하는 추세를 보였으나 통계적 유의성은 없었고($P = 0.062$), 중등도 내성률을 포함한 비감수성률은 각각 21.3%, 21.0%, 19.5%였다. Cefotaxime에 대해서는 내성률과 비감수성률이 2013년 10.6%와 27.2%, 2014년 6.6%와 20.3%, 2015년 8.8%와 25.3%였다. Levofloxacin에 대해 2013년 10.6%, 2014년 8.4%, 2015년 9.5%였다(Fig. 2).

검체종류에 따른 내성률을 분석하였다. Penicillin에 대한 내성률과 비감수성률이 뇌척수액검체(84.6%와 84.6%)에서 높은 반면 혈액배양검체(8.5%와 18.8%)와 호흡기검체(6.5%와 19.1%)에서는 낮았다($P < 0.001$). Cefotaxime에 대해서는 내성률과 비감수성률이 뇌척수액검체 7.7%와 53.8%, 혈액배양검체 6.0%와 10.3%였고 호흡기검체는 9.0%와 25.2%였다. 하지만 이와 달리 levofloxacin은 뇌척수액검체에서는 모두 감수성이었고 혈액배양검체(7.6%)와 호흡기검체(9.4%)에서 내성률이 높았다(Table 2).

총 850개의 균주 중 666개(78.4%)의 균주가 5계열 중 2계열 이상에 내성을 보이는 다약제 내성이었다. 다약제 내성 중 2개, 3개, 4개의 항균제에 내성인 균주가 각각 37.6%, 30.9% 및 5.8%였고, 5개의 항균제에 모두 내성인 균주가 4.0%였다. 본 연구에서 조사한 4개의 병원에서 다약제 내성균주의 분포는 각각 77.7%, 78.3%, 79.1% 및 78.0%로 유사하였다. 다약제 내성균주의 연령별 분포는 5세 이하, 6-64세, 65세 이상에서 각각 92.1%, 74.6% 및 80.5%였고 검체별 분포는 혈액검체, 뇌척수액검체, 호흡기검체에서 각각 76.0%, 76.9% 및 77.8%였으며

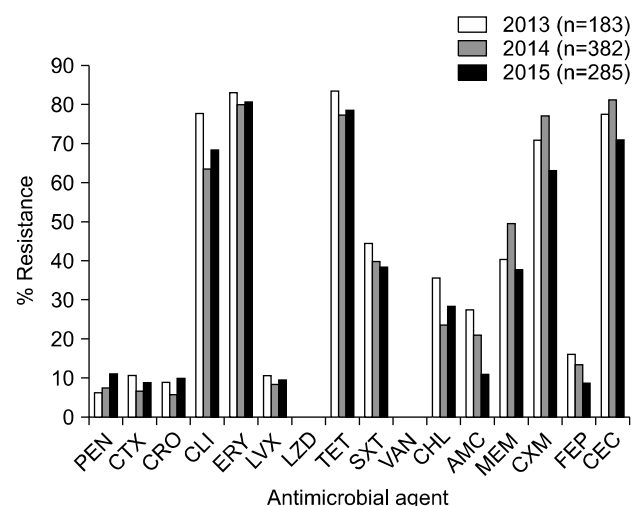


Fig. 2. Distribution of antimicrobial resistance in *Streptococcus pneumoniae* by period (2013-2015). Abbreviations: PEN, penicillin; CTX, cefotaxime; CRO, ceftriaxone; CLI, clindamycin; ERY, erythromycin; LVX, levofloxacin; LZD, linezolid; TET, tetracycline; SXT, trimethoprim-sulfamethoxazole; VAN, vancomycin; CHL, chloramphenicol; AMC, amoxicillin-clavulanic acid; MEM, meropenem; CXM, cefuroxime, FEP, cefepime; CEC, cefaclor.

Table 2. Antimicrobial susceptibility of 850 *Streptococcus pneumoniae* strains by specimen type

Antimicrobial agent	Respiratory (N=635, %)			Blood (N=121, %)			CSF (N=13, %)			Other (N=81, %)			Total (N=850, %)		
	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R
Penicillin	80.9	12.6	6.5	81.2	10.3	8.5	15.4	0.0	84.6	75.9	15.2	8.9	79.4	12.3	8.3
Cefotaxime	74.8	16.2	9.0	89.7	4.3	6.0	46.2	46.2	7.7	76.5	18.5	4.9	76.6	15.3	8.2
Ceftriaxone	82.5	9.0	8.5	93.2	0.8	5.9	46.2	46.2	7.7	84.0	11.1	4.9	83.6	8.6	7.8
Clindamycin	31.7	0.2	68.1	36.4	0.0	63.6	30.8	0.0	69.2	24.7	0.0	75.3	31.7	0.1	68.2
Erythromycin	18.8	0.5	80.7	22.3	0.0	77.7	15.4	7.7	76.9	12.3	0.0	87.7	18.7	0.5	80.9
Levofloxacin	90.1	0.5	9.4	90.7	1.7	7.6	100.0	0.0	0.0	88.9	0.0	11.1	90.2	0.6	9.2
Linezolid	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100	0.0	0.0
Tetracycline	20.8	1.1	78.1	20.3	0.0	79.7	15.4	0.0	84.6	14.8	1.2	84.0	20.1	0.9	79.0
Trimethoprim-Sulfamethoxazole	50.2	8.3	41.4	62.7	5.9	31.4	76.9	7.7	15.4	34.6	17.3	48.1	50.9	8.9	40.3
Vancomycin	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100	0.0	0.0
Chloramphenicol	72.4	0.3	27.3	78.0	0.0	22.0	75.0	0.0	25.0	73.9	0.0	26.1	73.1	0.2	26.7
Amoxicillin-clavulanic acid	76.5	6.6	16.9	74.0	4.0	22.0	50.0	0.0	50.0	52.2	13.0	34.8	74.7	6.6	18.7
Meropenem	30.4	25.7	43.9	40.0	16.0	44.0	50.0	0.0	50.0	21.7	26.1	52.2	31.2	24.4	44.4
Cefuroxime	22.4	5.2	72.4	36.0	0.0	64.0	25.0	0.0	75.0	21.7	0.0	78.3	23.9	4.3	71.8
Cefepime	67.1	21.5	11.3	70.0	14.0	16.0	50.0	25.0	25.0	60.9	21.7	17.4	67.0	20.7	12.3
Cefaclor	16.3	4.4	79.3	30.0	6.0	64.0	0.0	25.0	75.0	13.0	8.7	78.3	17.5	5.0	77.4

Abbreviations: S, susceptible; I, intermediate resistant; R, resistant.

연도별로는 2013년 81.4%, 2014년 77.5%, 2015년 77.5%였다.

DISCUSSION

일반적으로 폐렴알균 감염의 치료 시 일차 선택약제로 β -lactam계, macrolide계 혹은 fluoroquinolone계열의 항균제를 단독으로 사용하거나, β -lactam계 항균제와 macrolide계 항균제의 병용요법을 시행하게 된다[12,13]. 따라서 지역사회 감염의 주요 원인인 폐렴알균의 항균제 내성 양상을 파악하는 것은 경험적 항균제 사용을 위한 중요한 지침이 된다[14].

2013년 국가 항균제 내성정보 자료에 따르면 국내 종합병원의 비수막염 폐렴알균의 penicillin의 내성률은 2010년 27.0%로 나타난 이후 차츰 감소하여 2013년 7.5%로 보고되었으며[15] 이는 본 연구에서의 8.3%와 유사한 결과였다. 연도별로 penicillin 내성률은 2013년 6.2%에 비해 2015년 10.8%로 조금 증가하였으나 통계적 유의성은 없었다($P=0.062$). 그러나 중등도 내성률이 12.3%로 높아 향후 내성률이 더 증가할 것으로 예상된다. 이것은 2008년 CLSI 지침서가 개정된 이후 감소한 penicillin내성이 다시 조금씩 증가하고 있다는 것을 시사하며 따라서 지속적인 penicillin 내성 조사가 필요함을 뒷받침해 주는 결과이다. 또한 penicillin 내성률이 4개의 병원 간에도 4.7%에서 12.7%까지 많은 차이($P<0.001$)를 보임을 확인할 수 있었다. Cefotaxime의 경우 내성률은 8.2%인 반면, 중등도 내성률이 15.3%로 높았는데 특히 한 개의 병원에서는 내성률은 3.5%이지만 중등도 내성률이 24.9%에 달하였고, meropenem도 중등

도 내성률이 24.4%에 달해 향후 내성률 증가로 이어질 가능성이 있음을 시사하고 있다. Erythromycin의 경우 내성률이 2008년 70.9%, 2013년에는 78.1%로 보고되었는데, 본 연구에서도 80.9%로 내성률이 지속적으로 높음을 알 수 있다. 2013년부터 2015년까지 amoxicillin-clavulanic acid는 매년 내성률이 조금씩 감소하였고($P=0.002$), trimethoprim-sulfamethoxazole 및 cefepime은 내성률에 차이가 없었다. 본 조사에서 2013년과 2015년은 각각 6개월씩의 데이터만 포함되어 3년간의 연간 데이터 비교는 차이를 보일 수 있으며, 향후 추가적으로 확인할 필요가 있다고 생각한다.

연령대별 비교에서 clindamycin ($P=0.003$), tetracycline ($P=0.032$), amoxicillin-clavulanic acid ($P=0.003$)는 5세 이하의 소아에서 내성률이 더 높았고, erythromycin ($P=0.056$)은 높긴 하지만 통계적 유의성은 없었으며, penicillin, meropenem, cefepime 등은 연령대에 따른 내성률의 차이는 없었다. Cefotaxime의 경우 5세 이하에서 내성률은 2.8%로 낮지만 중등도 내성률을 포함한 비감수성률은 오히려 더 높아 향후 내성률 증가의 가능성을 염두에 두어야 할 것이다. 반면 levofloxacin과 chloramphenicol에서는 모두 감수성을 보였는데, levofloxacin의 경우 소아에서 fluoroquinolone계의 사용이 제한적이기 때문일 것으로 생각된다.

검체별로 내성률의 차이가 있음을 확인하였는데, 뇌척수액에서 검출된 폐렴알균의 경우 다른 검체에서 검출된 폐렴알균에 비해 penicillin 내성률이 84.6%로 매우 높았고($P<0.001$) 이것은 기존의 보고와 유사한 수치였다[16]. 뇌척수액검체의 경

우 cefotaxime에 대해 내성률은 7.7%로 다른 검체와 큰 차이가 없지만, 중등도 내성률을 포함한 비감수성률이 53.8%로 매우 높아 향후 내성률의 증가와 더불어 치료실패의 가능성을 짐작할 수 있다. 하지만 levofloxacin의 경우 전반적으로는 내성률이 증가하였지만 뇌척수액검체는 모두 감수성을 보여 상이한 결과를 보였다.

본 연구에서 2계열 이상의 항균제에 내성을 보이는 다제내성 폐렴알균은 78.4% (666주)였다. 이 중 2개, 3개, 4개의 항균제에 내성을 보이는 균주는 각각 37.6% (320주), 30.9% (263주), 및 5.8% (49주)였다. 4% (34주)는 5계열의 항균제 모두에 내성이었고 이것은 환자의 치료 실패 가능성과 밀접한 연관이 있을 것으로 생각된다. Erythromycin과 tetracycline 두 계열 모두에 내성인 균주가 76.5% (650주)로 다약제 내성의 주요 원인이었다. 다제내성균의 분포조사에서 병원별 발생빈도는 차이가 없었고, 연령대 빈도는 5세 이하에서 더 높았으며(92.1%, $P=0.014$), 검체종류에 따른 차이는 없었다.

본 연구에서는 2013년도부터 2015년도까지 부산 경남의 4개 병원의 폐렴알균 항균제 감수성 현황을 조사하여 주요 항균제의 내성률과 연령대별, 연도별, 검체별 항균제 내성률의 차이를 확인할 수 있었다. 경험적 항균제의 선택과 향후 내성률 증가 가능성을 고려할 때 주기적인 항균제 내성률 조사가 필요할 것으로 생각한다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by a grant of the Korea Health Technology R&D Project through the Korea Health Industry Development Institute (KHIDI), funded by the Ministry of Health & Welfare, Republic of Korea (grant number: HI14C1005).

REFERENCES

1. File TM Jr. *Streptococcus pneumoniae* and community-acquired pneumonia: a cause for concern. Am J Med 2004;117 Suppl 3A:39S-50S.
2. Sanz Herrero F and Blanquer Olivas J. Microbiology and risk factors for community-acquired pneumonia. Semin Respir Crit Care Med 2012;33:220-31.
3. Kaplan M, Rudensky B, Beck A. Perinatal infections with *Streptococcus pneumoniae*. Am J Perinatol 1993;10:1-4.
4. Hoffman JA, Mason EO, Schutze GE, Tan TQ, Barson WJ, Givner LB, et al. *Streptococcus pneumoniae* infections in the neonate. Pediatrics 2003;112:1095-102.
5. Robinson KA, Baughman W, Rothrock G, Barrett NL, Pass M, Lexau C, et al. Epidemiology of invasive *Streptococcus pneumoniae* infections in the United States, 1995-1998: Opportunities for prevention in the conjugate vaccine era. JAMA 2001;285:1729-35.
6. Kalin M, Ortqvist A, Almela M, Aufwerber E, Dwyer R, Henriques B, et al. Prospective study of prognostic factors in community-acquired bacteremic pneumococcal disease in 5 countries. J Infect Dis 2000;182:840-7.
7. Klugman KP. Pneumococcal resistance to antibiotics. Clin Microbiol Rev 1990;3:171-96.
8. Jacobs MR, Koornhof HJ, Robins-Browne RM, Stevenson CM, Vermaak ZA, Freiman I, et al. Emergence of multiply resistant pneumococci. N Engl J Med 1978;299:735-40.
9. Kim KH, Kim JE, Park SH, Song YH, Ahn JY, Park PW, et al. Impact of revised penicillin breakpoints for *Streptococcus pneumoniae* (CLSI M100-S18) on the penicillin susceptibility rate. Korean J Clin Microbiol 2010;13:68-72.
10. CLSI. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; 25th informational supplement. CLSI Document M100-S25. Wayne, PA: Clinical Laboratory Standard Institute; 2015.
11. Brown SD, Farrell DJ, Morrissey I. Prevalence and molecular analysis of macrolide and fluoroquinolone resistance among isolates of *Streptococcus pneumoniae* collected during the 2000-2001 PROTEKT US Study. J Clin Microbiol 2004;42:4980-7.
12. Niederman MS and Luna CM. Community-acquired pneumonia guidelines: a global perspective. Semin Respir Crit Care Med 2012;33:298-310.
13. Postma DF, van Werkhoven CH, van Elden LJ, Thijsen SF, Hoepelman AI, Kluytmans JA, et al. Antibiotic treatment strategies for community-acquired pneumonia in adults. N Engl J Med 2015;372:1312-23.
14. Feldman C and Anderson R. Recent advances in our understanding of *Streptococcus pneumoniae* infection. F1000Prime Rep 2014;6:82.
15. Korean Centers for Disease Control & Prevention and Korea National Institute of Health. Korean antimicrobial resistance monitoring system 2011 annual report. Chungbuk:KNIH:2013.
16. Kim SH, Song JH, Chung DR, Thamlikitkul V, Yang Y, Wang H, et al. Changing trends in antimicrobial resistance and serotypes of *Streptococcus pneumoniae* isolates in Asian countries: an Asian Network for Surveillance of Resistant Pathogens (ANSORP) study. Antimicrob Agents Chemother 2012;56:1418-26.

=국문초록=

부산 및 경남 4개 대학병원에서 분리된 폐렴알균의 분포 및 항균제 내성

¹인제대학교 의과대학 진단검사의학교실, ²백인제기념임상의학연구소,
³부산대학교 의학전문대학원 진단검사의학교실, ⁴인제대학교 의과대학 예방의학교실
 김시현^{1,2}, 송새암¹, 이종윤³, 송두열³, 장철훈³, 박동철¹, 엄상화⁴, 김혜린¹, 신정환^{1,2}

배경: 폐렴알균은 지역사회 획득 폐렴의 가장 흔한 원인균이다. 최근 부산경남의 폐렴알균 항균제 내성 현황에 관한 보고는 거의 찾아보기 어렵다. 본 연구의 목적은 부산경남의 4개 대학병원에서 분리된 폐렴알균의 분포 및 내성률을 조사하는 것이다.

방법: 2013년 7월부터 2015년 6월까지 2년간 지역 4개 대학병원에서 분리된 총 850주의 폐렴알균을 대상으로 분리 현황 및 항균제 감수성 검사결과를 수집하여 조사하고 그 결과를 분석하였다.

결과: 총 850주의 폐렴알균 중, 635주는 호흡기검체에서 분리되었고, 그 다음으로는 혈액검체(121주)와 뇌척수액검체(13주)에서 분리되었으며 기타 검체에서 81주가 분리되었다. 폐렴알균의 penicillin, cefotaxime 및 ceftriaxone에 대한 감수성은 각각 79.4%, 76.6% 및 83.6%였다. Erythromycin과 clindamycin에 대한 내성률은 각각 80.9%와 68.2%였다. Levofloxacin에 대한 내성률은 9.2%였다. 폐렴알균의 내성률은 항균제 종류에 따라 연령별, 조사연도별, 검체별 내성률에 차이가 있었다.

결론: 본 연구를 통하여 최근 2년간 항균제 내성률의 변화를 확인할 수 있었다. 경험적 치료를 위한 항균제의 선택 및 내성률 증가의 조기검출을 위해 항균제 내성률을 주기적으로 조사하고 관찰할 필요가 있다. [Ann Clin Microbiol 2016;19:48-53]

교신저자 : 신정환, 47392, 부산시 부산진구 복지로 75
 인제대학교 의과대학 부산백병원 진단검사의학교실
 Tel: 051-890-6475, Fax: 051-893-1562
 E-mail: jhsmile@inje.ac.kr