

서울시내 다중이용시설 냉각탑수의 레지오넬라균 분포 및 혈청학적 특성

역학조사팀

박석기 · 황영옥 · 정지현 · 정윤태

Distribution and Serological Characteristics of *Legionella* isolated from Cooling Tower Waters of Public Establishments in Seoul

Epidemiology Team

Seog Gee Park, Young Ok Whang, Ji-Hun Jung, and Yoon Tae Chung

Abstract

In order to investigate the distribution of *Legionella spp* from cooling tower waters of public establishments in Seoul, we examined the 755 cooling tower waters of public establishments from June to September in 1999.

1. Of 755 waters tested, the detection rate of *Legionella* in cooling tower waters of public establishments was 15.2% (115 waters).
2. Of 115 waters detected *Legionella*, 99 waters (86.1%) were *L. pneumophila*, 9 waters (7.8%) *L. micdadei*, and 7 waters (6.1%) untypable.
3. Of 755 waters tested, 34 waters (29.6%) were detected less than 1,000 CFU/L, 39 waters (33.9%) 1,000~10,000 CFU/L and 27 waters (23.5%) 10,000~100,000, 13 waters (11.3%) 100,000~1,000,000 and 2 waters (1.7%) were over than 1,000,000 CFU/L.
4. Of 99 *L. pneumophila* from cooling towers tested, 82 isolates (82.8%) were *L. pneumophila* group 1, 9 isolates (9.1%) were serogroup 6, 6 isolates (6.1%) were group 4 and 2 isolates (2.9%) were group 4.

Keywords: *Legionella*, Cooling tower water, Public establishment

서 론

1976년 미국 필라델피아에서 집단발생한 폐렴의 원

인으로 그 존재가 처음 확인된 레지오넬라균은 레지오넬라과에 속하는 그람 음성 호기성 간균으로 호텔, 병원 등의 대형 건물 냉각탑수나 급수시설 등의 환경수

에 주로 서식하고 있으며, 여름철 외부기온이 상승하게 되면 오염된 냉각탑수에서 상당한 농도로 증식하게 되고, 비말형태로 전파되어, 집단적 또는 산발적 호흡기 감염을 일으키는 것으로 알려져 있다.^{1~4)}

레지오넬라 페럼은 1976년 필라델피아에서 개최된 미국 재향군인회 총회 참석자를 중심으로 다수의 환자가 발생한 것이 계기가 되어 1977년에 독립 질환으로 인정되었으나, 이미 1943년에 이 감염증 환자가 발생한 일이 그 후의 조사로 판명되었다. 레지오넬라 페럼의 원인균이 확정된 이후 미국은 물론 세계 각국에서 다수의 산발적인 예와 집단 발생 예가 보고되었으며, 이들 국가들은 이 질환을 예방하기 위한 지침을 발표하였으며, WHO는 1989년 11월 제네바 본부에서 세계 레지오넬라 회의를 열어 레지오넬라증의 역학과 예방대책에 대하여 협의하고 지침을 공표하였다⁷⁾.

레지오넬라증은 세계 도처에서 집단적으로 발생하여 문제가 되고 있는데 국내에서는 1984년 폰티악역이 병원내감염양상으로 집단발생한 경우를 제외하고는 아직까지 집단발생한 예는 없다.⁵⁾ 그러나 레지오넬라균이 전국적으로 대형건물의 냉각탑수에 높게 분포하고 있음이 발표되어 있으며,⁶⁾ 특히 여름철 집중적으로 냉방장치가 가동되어 냉각탑수의 부하가 가중됨에 따라 레지오넬라균 증식에 알맞는 조건이 형성되는 8월말부터 9월말까지는 적절한 소독조치가 없는 상태에서는 대부분의 냉각탑수가 오염될 것으로 추정되어 관계당국에서는 매년 여름 1차례씩 검사하고 그 결과를 발표함으로써 레지오넬라증의 발생예방을 홍보하고 있다.

본 연구는 1999년 5월부터 10월까지 본 연구원에 의뢰된 서울 시내 다중이용시설 냉각탑수의 레지오넬라균 분포를 조사하고 분리된 레지오넬라균의 혈청학적 특징을 조사함으로써 레지오넬라증의 유행적 발생예측 및 감염원 규명 및 전파경로의 차단을 통한 대책 수립에 기여하고자 한다.

재료 및 방법

1. 냉각탑수의 채취 및 처리

1999년 5월부터 10월까지 당 연구원에 의뢰된 총 755건의 대형건물 냉각탑수를 각각 2l 를 배양검사에 용 레지오넬라균 검사를 하였다.

2. 분리균주의 동정

채취된 냉각탑수는 여과지(0.2 μ m)를 통과시켜 균을 모은 후 여과지를 잘게 잘라 생리식염수 20ml에 부유시켰다. 레지오넬라균의 배양을 위하여 50℃에서 30분간 열처리한 후, GVPC를 첨가한 BCYE- α (buffered charcoal yeast extract- α -ketoglutarate)선택배지에 0.1ml 및 0.01ml를 각각 희석도말하고, 37℃에서 7일간 배양하였다. 3일째부터 자란 집락 중 회백색, 약간 투명감이 있고, 습윤한 집락으로 특유한 신냄새가 있으면 레지오넬라균으로 의심한다. 독립집락 여러 개를 BCYE α -cys와 BCYE α agar 평판에 계대배양하고 그람염색을 하였다. BCYE α 한천배지에서 발육하고 BCYE-Cys 또는 혈액한천배지에서 발육하지 않는 그람 음성간균을 레지오넬라균으로 추정하고 그람염색성, 운동성, BCYE발육성, Cystein 요구성, Oxidase, Catalase, 형광성, 초산염환원성, Urease, 당분해, 젤라틴액화 시험에 의해 동정하였다.^{7~9)}

3. 분리균주의 혈청학적 동정

분리된 레지오넬라균주는 순수분리배양한 후, serotyping kit(Seiken, Japan)를 이용하여 혈청형을 동정하였다. 시험균은 BCYE medium에서 배양하고 배지에서 형성된 집락은 순수배양한다. 세균학적 특성과 생화학적 특성에 의해 레지오넬라균으로 분리된 후 시험균주의 O그룹형별을 다음과 같이 하였다.

생리식염수에 시험균을 진하게 푼 다음 100℃에서 1시간 또는 120℃에서 15분간 가열처리한 후 항원액으로 사용하였다. 매직펜을 이용하여 슬라이드 글라스에 여러 개의 칸을 그린 후 각 칸에 항혈청을 한 방울씩 떨어뜨리고 마지막 칸에는 생리식염수를 떨어뜨렸다. 각 칸에 항원부유액을 한 방울씩 떨어뜨린 다음 항원액과 항혈청을 잘 섞고, 슬라이드 글라스를 앞뒤로 기울여 응집 유무를 관찰하였다. 또한 대조균의 응집 유무를 관찰하였다. 결과는 다음과 같이 판독하였다. 즉 생리식염수와 항원액 반응에서 자가응집이 일어나지 않고 항혈청-항원액 반응에서 1분 이내에 강한 응집반응을 일으키는 혈청형을 혈청형으로 확인하였다.¹⁰⁾

결과 및 고찰

1. 대형건물 냉각탑수의 레지오넬라균 분포

서울시내 대형건물 냉각탑수의 레지오넬라균 유무를 위하여 755건에 대한 배양검사를 실시한 결과 총 115 시료(15.2%)에서 레지오넬라균이 검출되었으며, 640 건(84.8%)에서는 검출되지 않았다.

박 등¹²⁾에 의하면 서울시내 다중이용시설의 레지오넬라균 검출율은 1994년 13.7%, 1995년 20.5%, 1996년 14.8%, 1997년 17.2%, 1998년 12.3% 5년간 평균 15.7%이었다고 보고하였다. 이 결과는 본 시험결과와 유사한 결과를 나타내어 해마다 거의 유사한 결과를 나타내고 있음을 입증하는 것이다. 그러나 해마다 냉방시설의 증가와 냉방기기 가동시간이 증가하는 추세를 감안하면 해마다 조금씩 개선되는 것으로 생각된다.

레지오넬라균의 월별 분리율은 Table 1과 같았다. 5월에 12건이 의뢰되었으나 모두 불검출되었으며, 6월에는 116건이 의뢰되어 7건에서 레지오넬라균이 검출되어 1.6%의 검출율을 나타내었으며, 7월에는 286건이 의뢰되어 72건에서 레지오넬라균이 검출되어 25.2%의 검출율을 나타내었으며, 8월에는 264건 의뢰중 32건(12.1%)에서 양성을, 9월에는 73건 의뢰에 4건(5.5%)에서 양성을 나타내었으며, 10월에는 5건 의뢰에 모두 불검출되었다.

냉방기의 가동율이 가장 높은 7월과 8월에 레지오넬라균이 높게 검출되었으며, 계절적인 요인까지 겹친 7월에는 25.2%라는 높은 검출율을 나타내었다. 따라서 7월과 8월에는 좀 더 세심한 주의가 필요하다고 생각된다.

분리된 115시료의 레지오넬라균 분포는 Table 2와 같았다. 즉 *L. pneumophila*가 99건(86.1%)를 차지하

Table 1. Detection Rates of *Legionella* species in Waters of Cooling Towers in Seoul by Month

Month	No of Waters tested	No of detected waters(%)
May	12	0
June	116	7(1.6%)
July	286	72(25.2%)
August	264	32(12.1%)
September	73	4(5.5%)
October	5	0
Total	755	115

Table 2. Classification of Isolates in Waters of Cooling Towers in Seoul

Classification	No of isolates(%)
<i>L. pneumophila</i>	group 1 82
	group 4 2
	group 5 6
	group 6 9
<i>L. micdadei</i>	9(7.8)
Untypable	7(6.9)
Total	115

였으며, *L. micdadei* 9건(7.8%) 및 미동정균주가 7건(6.9%)이었다. *L. pneumophila* 99주의 혈청형별은 group 1이 82주(82.8%)로 가장 많았으며, group 6이 9주(9.1%), group 5가 6주(6.1%) 그리고 group 4가 2주(2.0%)이었다.

박 등¹²⁾의 결과에 의하면 1994년부터 1998년까지의 5년간 분리된 레지오넬라균의 분포는 본 시험과 유사한 결과를 나타내 *L. pneumophila* group 1이 83%를 나타내었다. 김 등¹¹⁾도 *L. pneumophila* group 1 검출율이 77.3%를 나타내어 역시 유사한 결과를 나타내어 냉각탑수에서 분리되는 대부분의 레지오넬라균이 사람에서 레지오넬라증을 일으키는 균과 일치함을 입증하였다.

2. 다중이용시설의 레지오넬라균수

서울시내 다중이용시설 냉각탑수의 레지오넬라균수 분포는 Table 3과 같았다. 총 115시료에서 분리된 레지오넬라균수는 1,001~10,000CFU/l 이 39시료(33.9%)로 가장 많았으며, 1,000이하/l 34시료(29.6%), 10,001~100,000CFU/l 27시료(23.5%), 100,001~1,000,000 CFU/l 13시료(11.3%)이었으며, 1,000,000이상/l 인 시료가 2건(1.7%)이었다.

박 등¹²⁾은 레지오넬라균수가 10,000 CFU/l 이하가 검출시료의 29%, 10,001~100,000CFU/l 54%, 100,001CFU/l 이상이 17%라고 보고하여 본 시험의 10,000 CFU/l 이하 63.5%, 10,001~100,000CFU/l 23.5%, 100,001CFU/l 이상 13%와 매우 다른 양상을 나타내었다. 이와 같은 결과는 일정 기간에만 검사한 박 등¹²⁾의 결과와 5월부터 10월까지 검사한 본 시험과의 차이에 의한 것으로 생

Table 3. Distribution of *Legionella* spp. in Waters of Cooling Towers in Seoul

Classification	Number of isolates(%)
Less than 1,000 CFU/l	34(29.6)
1,001~10,000 CFU/l	39(33.9)
10,001~100,000 CFU/l	27(23.5)
100,001~1,000,000 CFU/l	13(11.3)
Over than 1,000,000 CFU/l	2(1.7%)
Total	115

각된다.

한편 레지오넬라균종별 레지오넬라균수의 관계는 Table 4와 같았다. *L. micdadei* 9주는 1,000CFU/l 이하 2곳(22.2%), 1,001~10,000CFU/l 4곳(44.4%), 10,001~100,000CFU/l 3곳(33.3%)이었다. *L. pneumophila* 99주는 1,000CFU/l 이하가 28곳(28.3%), 1,001~10,000CFU/l 31곳(31.3%), 10,001~100,000CFU/l 24곳(24.2%), 100,001~1,000,000CFU/l 13곳(13.1%) 그리고 1,000,000 CFU/l 이상이 2곳(2.0%)이었다.

레지오넬라균이 검출된 다중이용시설은 Fig. 1과 같았다. 즉 빌딩이 70건(60.9%)으로 가장 많았으며, 병원 8곳(7.0%), 호텔 및 백화점 각 4곳(3.5%), 대형할인매장 2곳(1.7%), 그리고 스포츠센터 1곳(0.9%)이었다. 이와 같은 결과는 중앙공조시설을 갖춘 대형 건물들이 급증하기 때문에 시설별 검출 빈도가 편중되는 것으로 생각된다.

월별 레지오넬라균 검출균수는 Table 5와 같았다. 즉 5월에 검사한 12건은 모두 불검출이었으며, 6월 검사 116건 중 불검출 109건(93.9%), 1,000CFU/l 이하 1건(0.9%), 1,001-10,000 CFU/l 및 10,001-

100,000 CFU/l 각 3건(2.6%)이었다. 7월 검사 286건 중 214건(74.8%)은 불검출이었으며, 1,000CFU/l 이하 20건(7.0%), 1,001-10,000CFU/l 27건(9.4%), 10,001-100,000CFU/l 13건(4.5%), 100,001-1,000,000CFU/l 10건(3.5%) 그리고 1,000,000CFU/l 2건(0.7%)이었다. 8월 검사 264건 중 232건(87.9%)은 불검출이었으며, 1,000 CFU/l 이하 12건(4.5%), 1,001-10,000 CFU/l 7건(2.7%), 10,001-100,000 CFU/l 10건(3.8%), 100,001-1,000,000 CFU/l 3건(1.1%)이었다. 9월 검사 73건 중 69건(94.5%)은 불검출이었으며, 1,000 CFU/l 1건(1.4%), 1,001-10,000 CFU/l 2건(2.7%)이었다. 10월 검사 5건 모두 불검출이었다.

일본 후생성의 레지오넬라증방지 지침에서 권장하고 있는 레지오넬라균수와 대책에 의하면 요긴급처치범위에 들어가는 106CFU/l 이상은 7월의 2건뿐이며, 요주의범위인 10,000~1,000,000 CFU/l 은 39건이며, 요관찰범위인 1,001~10,000 CFU/l 은 39건 그리고 회망범위에 들어가는 1,000 CFU/l 이하는 721건으로 나타났다. 이와 같은 결과로 보아 요관찰범위 및 요긴급처치범위에 속하는 41건(5.4%)만이 대책을 강구해야 하는 것으로 나타났다.

레지오넬라균이 검출된 다중이용시설에서 분리된 레지오넬라균수는 Table 6과 같았다. 즉 빌딩군은 1,000CFU/l 이하가 28.6%(20개소), 1,001~10,000CFU/l 51.4%(36개소), 10,001~100,000 CFU/l 12.9%(9개소) 및 100,001~1,000,000 CFU/l 71.4%(5개소)이었다. 호텔은 1,000CFU/l 75%(3개소), 1,001~10,000 CFU/l 25%(1개소)이었으며, 백화점은 1,000CFU/l 이하 75%(3개소),

Table 4. Distribution of *Legionella* spp in Waters of Cooling Towers in Seoul by species

	<i>L. micdadei</i>	<i>L. pneumophila</i>				Untypable
		group 1	group 4	group 5	group 6	
Less than 1,000CFU/l	2	25		1	3	3
1,001~10,000 CFU/l	4	25	2	2	2	4
10,001~100,000 CFU/l	3	20		2	2	
100,001~1,000,000 CFU/l		10		1	2	
Over than 1,000,001 CFU/l		2				
Total	9 (7.8%)	82 (71.3%)	2 (1.7%)	6 (5.2%)	9 (7.8%)	7 (6.1%)

Table 5. Distribution of *Legionella* species in Waters of Cooling Towers in Seoul by Month.

	May	June	July	August	September	October
Non-detected	12	109	214	232	69	5
less than 1,000 CFU/l		1	20	12	1	
1,001-10,000 CFU/l		3	27	7	2	
10,001-100,000 CFU/l		3	13	10		
100,001-1,000,000 CFU/l			10	3		
Over than 1,000,000 CFU/l			2			
Total	12	116	286	274	73	5

Table 6. Distribution of *Legionella* species in Waters of Cooling Towers by Public Establishments in Seoul

	less than 1,000 CFU/l	1,001~10,000 CFU/l	10,001~100,000 CFU/l	100,001~1,000,000 CFU/l	over than 1,000,000 CFU/l
Buildings	20	36	9	5	
Hotels	3	1			
Departments	3		1		
Hospitals	7	1			
Big chainstores	1		1		
Sports center		1			
Unclassified			16	8	2
Total	34	39	27	13	2

10,001~100,000CFU/l 25%(1개소)이었다. 한편 병원은 1,000 CFU/l 이하 87.5%(7개소) 그리고 1,001~10,000CFU/l 12.5%(1개소)이었으며, 대형 할인매장은 1,000CFU/l 이하 50%(1개소) 10,001~100,000CFU/l 50%(1개소)이었다. 스포츠센터 1 곳은 1,001~10,000 CFU/l 이었으며, 미확인은

10,001~100,000CFU/l 61.5%(16개소), 100,001~1,000,000 CFU/l 30.8%(8개소) 그리고 1,000,000 CFU/l 이상 7.7%(2개소)이었다.

이상을 종합하여 볼 때 최근 서울의 시민다중이용시설 냉각탑수의 약 15%에는 레지오넬라균이 검출됨을 알 수 있다. 레지오넬라균이 건강한 사람보다는 노약자에게 심각한 건강위험이 된다는 사실로 보아, 점점 노인인구의 증가 및 냉방기 사용 증가는 레지오넬라균에 대한 위험이 증가될 것으로 생각된다. 따라서 앞으로 좀 더 면밀한 조사가 필요하며, 다각적인 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다. 또한 분리된 레지오넬라균에 대한 더 많은 조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

결론

1999년 5월부터 10월까지 서울시내 다중이용시설 냉각탑수의 레지오넬라균 분포 및 혈청학적 특성은 다음과 같았다.

1. 755개소의 다중이용시설 냉각탑수를 검사한 결

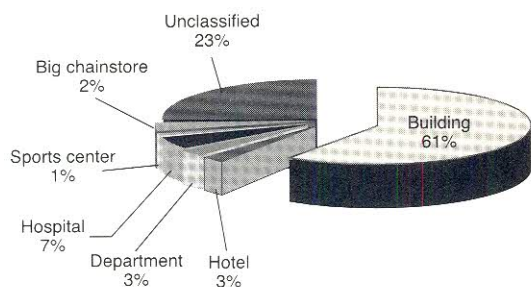


Fig. 1. Distribution of *Legionella* spp. in waters of cooling towers by the public establishment in Seoul.

과, 115개소(15.2%)에서 레지오넬라균이 검출되었다.

2. 115균주의 균종별 분포는 *L. pneumophila* 99주(86.1%), *L. micdadei* 9주(7.8%), 미분류 균주 7주(6.1%)이었으며, *L. pneumophila* 99주의 혈청군 분포는 group 1 82주(82.8%), group 4 2주(2.0%), group 5 6주(6.06%), group 6 9주(9.1%)이었다.
3. 냉각탑수에서 분리된 레지오넬라균의 균수 분포는 1,001~10,000CFU/l 39건(33.9%)으로 가장 많았으며, 1,000 CFU/l 이하 34건(29.6%), 10,001~100,000 CFU/l 27건(23.5%), 100,001~1,000,000 CFU/l 13건(11.3%)이었다.
4. 대책이 필요한 100,001CFU/l 이상인 다중이용시설은 총 15곳(2.0%)이었으며, 주의와 관리를 요하는 관찰범위인 1,001~100,000CFU/l 은 19곳(2.5%) 그리고 희망범위인 1,000CFU/l 이하는 721곳(95.5%)이었다.

참 고 문 헌

1. Joklik, W.K., Willett, H.P., Amos, D. B., and Wilfert, C.M.: Zinsser Microbiology, 20th ed., Prentice-Hall International Inc. (1992).
2. Baron, S.: Medical microbiology, 3rd ed., New York, Churchill Livingstone, (1991).
3. Murray, P.R., Baron, E.J., Pfaller,

M.A., Tenover, F.C., and Tenover, R.H.: Manual of clinical microbiology, 6th ed., Washington, D.C., ASM Press, (1995).

4. 김민자: 레지오넬라증, 감염 26:401-407, (1994).
5. 김정순, 이성우, 심한섭, 오대규, 조민기, 오희복, 우계홍, 정운섭: 1984년 7월 K병원 중환자실을 중심으로 집단발생한 비페렴성 Legionellosis (Pontiac Fever)에 관한 역학적 연구, 한국역학회지, 7:44-58, (1985).
6. 박경석, 오희복, 성원근, 박미연, 황규찬, 김도경: 국내에서 분리된 Legionella균의 생물학적 특성에 관한 연구, 국립보건원보 25:319-329, (1988).
7. 厚生省 生活衛生局 企劃課: Legionellosis 防止指針, 財團法人Building 管理教育Center, (1993).
8. 박석기, 김무상, 함희진, 김은정, 황광호: 병원미생물시험법III. 선우통상, (1997).
9. 국립보건원: 개정 감염병실험실진단지침, (1996).
10. Denka Seiken Co.: Bacteriology product information, Denka Seiken, Co. Ltd. (1998).
11. 김권범, 김우주, 김민자, 박승철, 유세화, 심희선, 함희진, 박석기: 서울시내 대형건물 냉각탑수의 레지오넬라균의 오염도 조사와 분자형별 분석에 관한 연구, 감염, 30:207-217, (1998).
12. 박석기, 황광호, 황영옥, 오영희, 김무상: 서울시내 다중이용시설 냉각탑수의 레지오넬라균 분포 및 혈청학적 특징(1994-1998), 서울시보건환경연구원보 34:10-16 (1998).