

국내의 레지오넬라증의 발생과 건축물
냉각탑수의 레지오넬라 오염현황
및 위생적 관리 방안

김 민 자 교수

고려대학교 의과대학 감염내과교실

I. 서 론

1976년 7월 미국 Philadelphia에서 개최된 미국 재향 군인회(American Legion)의 연차총회 참석자들에게 치명적인 호흡기 질환이 발병하여 182명의 환자가 발생하고 29명이 사망하였다. 이 유행의 정확한 감염원은 규명되지 않았으나 환자로부터 원인균이 분리되어 *Legionella pneumophila*로 명명되고 새로운 중요한 호흡기 병원균으로 등장하게 되었다. 이어서 1986년 7월 미국 Michigan주 Pontiac에서 대규모로 발생하였던 독감 형태의 호흡기 질환에서 분리된 균과 동일함이 확인되었고 그 이전에 발생하였던 원인불명의 호흡기 질환의 유행과 산발적으로 발생한 중증의 비정형 폐렴의 원인균이었음이 알려지게 되었다^{1,2)}.

*Legionella*균은 오염된 환경수내에서 외부기온이 높아짐에 따라 증식하며 에어로졸 형태로 냉방기계, 샤워물등을 통하여 노출된 사람들에게 확산되어 호흡기 감염 또는 레지오넬라증(Legionellosis)을 유발하며 세계도처에서 집단발생으로 계속해서 문제가 되고 있다. 더욱이 면역기능저하 환자에게서 발생하는 원내 폐렴의 주요원인으로도 인지되고 있고, 지역적인 차이가 있으나 과거에 원인균을 규명할 수 없는 지역사회 폐렴의 주요 원인균으로 대두되고 있다.

국내에서도 이미 레지오넬라증의 집단발생 사례가 1건 기록되어 있으며 산발적인 환자 발병 사례가 다수 보고되어 있다. 그리고 여름철에 전국의 대형건물의 냉각탑수가 *Legionella*균에 적지않게 오염되어 있을 것으로 판단되므로 레지오넬라증의 발생 가능성이 높은 상황에 있을 것으로 사료된다. 이에 저자는 레지오넬라증에 대한 간략한 설명과 함께 비교적 최근에 조사된 국내 건축물 냉각탑의 레지오넬라 오염현황과 위생적 관리방안에 대해 기술하고자 한다.

II. 레지오넬라증 이란 ?

*Legionella*는(복수형: *Legionellae*) *Legionellaceae*과에 속하는 *Legionella* 속의 세균으로 주로 따뜻한 물이 있는 환경에서 서식한다. 최소 39개의 *Legionella*종과 60개이상의 혈청형이 알려져 있다. 이들 중 인체감염을 일으키는 것은 *L. pneumophila*가 85~90%를 차지하고 *L. pneumophila*의 15가지의 혈청형 중에서도 *L. pneumophila* serogroup 1이 65~70%를 차지한다^{3,4)}. 그밖에 *L. micdadei*, *L. pneumophila* serogroup 3과 6, *L. longbeachae* 등이 그 다음으로 많은 빈도를 차지한다. *L. pneumophila* serogroup 1을 제외한 대부분의 균종과 혈청형들은 독력이 약하여 면역 기능이 매우 저하된 사람에게 기회감염을 일으킨다.

레지오넬라증은 *Legionellae*에 노출되어 생긴 질병을 말하는 것으로 주로 폐렴을 동반하는 전신성 감염 질환인 Legionnaires' disease(일명 향균병)과 폐렴을 동반하지 않고 심한 몸살과 독감같은 증세를 일으키는 Pontiac fever(폰티악 열)가 가장 흔한 임상상이다(Table 1).

Table 1. 레지오넬라증의 역학적 특성

	폰티악 열	레지오넬라페렴	원내 감염
전파경로	공기매개	공기매개	공기매개
이차파급	없음	없음	없음
주 감염원	에어컨티셔너, 온천	물, 냉각탑	물
잠복기	36(5-66시간)	7(2-11)일	물
유행시발병율	>90%	<5%	<0.4%
기저질환	무	~60%	~90%

Table 2. 비말을 통한 레지오넬라 전파의 오염원

물의 형태	전파기구
운반수	샤워기 수도꼭지 중증 호흡치료기기
정 수	냉각탑 및 증발 응축기 와육수 장식분수 분무기

III. 레지오넬라증의 전파경로

*Legionella*는 환경수에 흔히 서식하나 화분흙에서도 발견된다. 물은 *Legionella*균의 주병원 소로 수원에서 *Legionella*균은 낮은 농도로 존재하지만 급격히 증식할 수도 있는데 수중의 아메바가 어떤 환경조건하에서 이 증식과정에 결정적인 역할을 할 것으로 제시되고 있고 급수관 내에서 산재되어 있는 biofilm도 균의 성장을 도모할 수 있는 것으로 알려져있다. *Legionella*균의 주 감염경로는 1~5 μ m정도의 비말 형태로 된 *Legionella*균의 호흡기를 통한 흡인이다. 간혹 오염된 운반수로 창상 치료시 창상에 직접 균이 접종될 수 있으며 사람간의 전파는 아직까지 증거가 없다. 수많은 역학조사에 의해 비말을 통한 *Legionella*균이 전파근원으로 알려져 있다. 냉각탑과 증발 응축기 (evaporation condenser)는 열차단 장치로서 매우 따뜻한 재순환수로 채워진 저수탱크를 가지며 저수 탱크내의 조건은 *Legionella* 증식에 이상적이고 대부분 이균에 오염되어 있다. 이러한 장치들이 만들어 내는 비말은 가깝게는 200m에서 멀게는 1.6~3.2Km까지 전파될 수 있다. 샤워기나 수도꼭지를 통한 오염된 운수 비말도 전파의 근원이다. 병원에서 중증 호흡 치료에 사용되는 제트 분무기와 기타 장치들의 세척

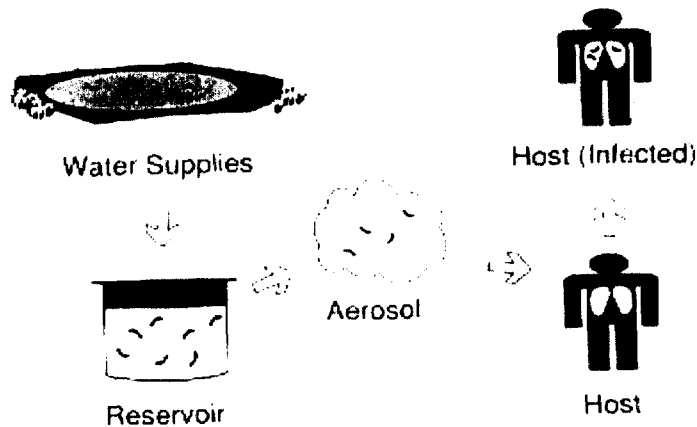


Fig 1. 레지오넬라증의 유발 고리

시에 오염된 운반수나 수도물을 사용 할 경우, 이들을 사용하는 환자가 만성폐질환이 있거나 스테로이드 사용하는 경우가 많기 때문에 레지오넬라증 발생의 위험도가 증가된다. 그외 와류욕, 가습기, 장식용 분수등도 오염된 비말의 근원이다(Table 2).

레지오넬라증의 발병은 *Legionella*균이 살아있는 환경 병원소, 균이 높은 농도로 증식하게 하는 증폭인자, 균의 병독성, 균의 전파 매개체, 숙주의 적절한 부위에 균의 접종, 숙주의 감수성이 등 여러 가지 요인들의 인과관계의 결과로 생기는 것으로 알려져 있다 (Fig. 1). 이러한 여러 가지 요인들 중에서 숙주의 감수성이 가장 중요한 인자로 장기이식환자와 스테로이드를 치료를 받는 환자들이 가장 감염의 위험이 높다. 미국 CDC 감시체계의 자료에 의하면 말기 신부전 환자는 정상인의 200배 정도로 감염의 위험이 높으며 만성폐질환 환자, 흡연가들도 감염의 위험성이 증가하는 반면 소아의 경우는 매우 드문 것으로 알려지고 있다. *Legionella*균은 통성 세포내 병원균(facultative intracellular pathogen)으로 폐포대식세포나 중성구내에서 살균되지 않고 생존하고 증식하여 궁극적으로 대식 세포를 용해시키고 인접세포로 전파되면서 병을 유발하는 특이한 발병양상을 갖는데, 이 병인기전은 병독성에 의해 결정되는 것으로 제시되고 있다⁵⁾. 그러므로 레지오넬라증의 발생시 독성 균주를 확인하는 것이 일차적인 예방 차원에서 중요하다.

IV. 국내 레지오넬라증의 발생 현황

국내에서 최초로 보고된 레지오넬라증은 1984년 7월 서울소재 K종합병원에서 발생한 폰티악열의 집단 발생 예이다. 당시 보건사회부 역학조사반의 보고에 의하면 7월 19일과 7월 20

일 양일간 중환자실 환경에 2시간이상 폭로되었던 의료요원들 26명중에서 23명이 발병하여 88.5%의 발병율을 보였다. 비록 발생주변 환경으로부터 *Legionella*균을 분리하지는 못하였고 정확한 감염원은 규명할수 없었으나, 중환자실 창밖의 공사중이었던 흙속의 균이 중환자실 창문형 냉방기로 흡입되어 계속된 냉방기 가동으로 온도가 높아진 냉각수 속에서 증식된 뒤 산포된 것으로 추정되었고 환자들의 혈청학적 검사에서 *L. gormanii*에 의한 감염으로 밝혀졌다⁶⁾. Legionnaires' disease의 경우는 1990년에 산발적으로 발생한 원내 폐렴 3예와 원외 폐렴 1예가 보고되었는데 이중 1예에서 *L. pneumophila*가 객담에서 분리되었으며 나머지 예들에서는 혈청학적으로 *L. pneumophila*, *L. longbeachae* 감염으로 추정되었다⁷⁾.

한편, 손⁸⁾ 등은 600여 병상 규모의 3차 병원에서 1995년 5월, 8월, 10월에 발생한 레지오넬라 원내 폐렴 환자들의 발생에 대해 분자생물학적 기법을 이용한 역학조사를 시행하여 보고하였다. 발생 환자는 스테로이드 치료를 받고 있던 전신성 홍반성 낭창 환자 2명과, 급성 백혈병으로 항암치료 중인 환자 1명이었고 2명의 환자에서는 경피적 폐흡인술로 얻은 검체로 *L. pneumophila*이 분리되었고, 한명의 환자는 레지오넬라 간접면역항체검사서 추적 혈청의 항체가 1:128 이상으로 증가되어 진단되었다. 레지오넬라 원내 폐렴이 발생한 병원의 환경 검체의 배양에서 20검체 중 3검체(15%)에서 레지오넬라균이 분리되었으며 병원의 환경수에 *L. pneumophila* serogroup 6를 포함하여 적어도 2종류의 *Legionella*에 오염되어 있었다. 병원에서 발생한 레지오넬라 원내폐렴은 *L. pneumophila* serogroup 6에 의한 것이며, 환자 병실의 오염된 수도꼭지가 감염원으로 추정되었다.

V. 레지오넬라균의 환경수 오염도에 대한 국내 연구

냉각탑수를 중심으로한 환경수의 레지오넬라 오염도에 관한 국내 연구들을 보면, 1985년 이⁹⁾ 등에 의해 시행된 *Legionella* spp.의 감염 및 생태적 분포조사에 관한 연구에 의하면, 서울시내 17개 냉각탑수의 *Legionella*균 분리를 시도한 결과 16곳에서 양성(94%)을 보였으며 68균주중 *L. pneumophila* serogroup 10이 46주(69%)로 가장 많았고, serogroup 2, 4 및 6이 각각 2, 1, 2주였고 *Legionella*-like organisms이 16주로 그 다음으로 많아 선진국에서 보고한 분리분포와 유사한 결과를 보였다. 88 서울 국제 올림픽 개최를 앞두고 1988년에 국립보건원에 의해 시행된 국내의 호텔, 병원등 대형건물의 냉각탑수의 *Legionella*균의 분포에 대한 연구자료에 의하면 냉각탑수 검체 241건중 144건에서 *Legionella*균이 분리되었고 서울, 부산, 대전등 검사가 실시된 주요도시에서 모두 분리되어 전국적으로 오염되어 있음을 나타내었다. 월별 분리율은 조사된 6월부터 9월까지 50%에서 83%까지 계속 증가하였고 균농도가 검체 1L당 10^5 CFU를 넘는 검체의 비율도 마찬가지로 증가하는 추세로 나타났다(Fig. 2).

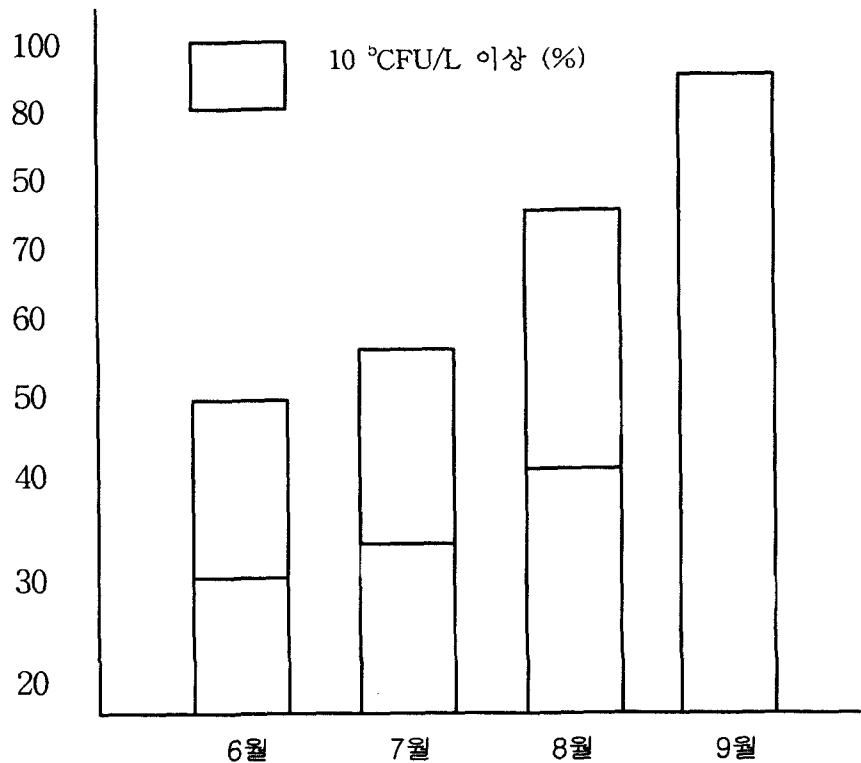


Fig 2. 1988년 6월부터 9월까지 전국의 월별 분리율(%)
(국립보건원자료)

또한 분리된 128균주중 107주(83.8%)가 *L. pneumophila* serogroup 1으로 동정되어 이 혈청형이 우리나라에서도 주요한 환경분리균으로 제시되고 있다.

저자 등은 서울시 보건환경 연구원 공동으로¹⁰⁾ 1997년 6월 한달간 서울시내 25개 각구의 120개 대형건물에서 냉각탑수를 채취하여 레지오넬라균의 오염도와 분리된 레지오넬라균의 분자형별 분석을 시행하였다. 이 연구에서는 서울시 120개 냉각탑수의 배양검사에서 레지오넬라균은 17개 구의 22개(18.3%)시료에서 동정되었으며, *L. pneumophila* serogroup 1이 17주(77.3%), *L. pneumophila* serogroup 6는 4주(18.2%)였고, 나머지 동정 미상의 *Legionella* 1주였다. 일반적으로 배양이 까다로운 레지오넬라균의 특성을 감안하여 최근에 널리 응용되고 있는 유전자 증폭 방법의 하나인 Polymerase Chain Reaction(PCR) 기법을 이용하여 동일한 시료를 대상으로 레지오넬라균 검출을 실시하였는데, Duplex-PCR 검사에서 배양검사상 양성인 22개 시료중 19개의 시료와 배양검사상 음성인 87개 시료를 포함하는 전체 25개 구 지역에 분포하는 106개 시료에서 레지오넬라가 검출되어 기존의 배양법에 비하여 훨씬 높은 88.3%(106/120)의 양성률을 나타내었다. 따라서 배양검사와 Duplex-PCR의 두 검사법의 결과를 종합하였을 때 오염도는 90.8%로서 조사된 120개 냉각탑 수 중 109개의 냉각탑 수가 레지오넬라균에 오염되어 있었다(Table 3).

Table 3. Positivity for *Legionella* species in 120 cooling tower water samples detected by conventional culture and duplex-PCR* methods.

	duplex-PCR (+)	duplex-PCR (-)	subtotal (%)
culture (+)	19	3	22 (18.3)
culture (-)	87	11	98 (81.7)
subtotal	106	14	120 (100)
total no. of positive samples (%)	109/120 (90.8)		

* PCR: polymerase chain reaction

Table 4. Detection rate of duplex-PCR for *Legionella* species-specific amplifications in 106 cooling tower water samples by Southern hybridization.

species-specific amplification	No. of positive samples (%)
	Southern hybridization
<i>L. pneumophila</i> *	53 (50.0)
non- <i>pneumophila</i> <i>Legionella</i> species†	53 (50.0)
total	106 (100)

* : Two amplification products of 118 and 383 bp.

† : Only one amplification product of 118 bp.

한편, *L. pneumophila* 와 non-*L. pneumophila* species의 구별을 하기 위해 시도된 duplex-PCR 및 Southern hybridization 검사 결과에서 118bp와 383bp의 증폭산물이 동시에 관찰되어 *L. pneumophila* species에 의한 오염으로 간주되는 시료는 53개(50.0%)였고, 118bp의 증폭산물만 관찰되어 non-*pneumophila Legionella* species에 의한 오염으로 간주되는 시료도 53개(50.0%)로 나타났다(Table 4).

레지오넬라 분리 균주의 지역적 분포를 보면 노원구, 성동구, 광진구, 도봉구, 강북구, 중랑구, 서대문구, 강서구, 금천구, 영등포구, 관악구, 서초구, 용산구, 종로구, 동대문구에서 레지오넬라균은 각각 1주씩 분리되었고, 마포구에서 5주, 구로구에서 2주가 분리되어 25개 구 중에서 17구에서 분리되었다(Table 5).

마포구의 경우 7개의 시료 중 5개에서 분리되어 높은 분리율(71.4%) 나타내었는데 *L. pneumophila* serogroup 1의 2주와 *L. pneumophila* serogroup 6의 2주, 그리고 동정이 불가능했던 균주 1주였다.

Table 5. Regional distribution of *Legionella*-positive cooling tower samples from 120 buildings in Seoul city by culture and duplex-PCR

Area(Gu)	No. of samples	No. of PCR positivity		culture (no. of isolate)
		LP*	NLP†	
Kangnam	7	3	4	-
Songp'a	6	3	3	-
Kangdong	6	1	5	-
Nowon	4	1	3	LP1‡(1)
Songdong	4	2	1	LP1(1)
Kwangjin	4	2	2	LP1(1)
Tobong	4	1	3	LP1(1)
Kangbuk	4	1	3	LP6§(1)
Songbuk	4	4	0	-
Chungnang	2	1	1	LP1(1)
Sodaemun	2	1	0	LP1(1)
Unp'yong	5	0	4	-
Map'o	7	0	6	LP1(2), LP6(2), UK¶(1)
Kangso	4	1	3	LP1(1)
Kumch'on	4	1	3	LP1(1)
Kuro	5	2	2	LP1(2)
Yongdungp'o	7	0	7	LP6(1)
Kwanak	4	0	4	LP1(1)
Tongjak	4	1	3	-
Soch'o	6	2	4	LP1(1)
Yongsan	4	1	0	LP1(1)
Chongno	7	0	5	LP1(1)
Chung	7	2	2	-
Tongdaemun	7	1	5	LP6(1)
Yangch'on	2	1	1	-
total	120	27	79	22

LP* : *L. pneumophila* , NLP†: non-*pneumophila Legionella* spp.

LP1‡ : *L. pneumophila* serogroup 1,

LP6§ : *L. pneumophila* serogroup 6,

UK¶: unknown *Legionella* strain.

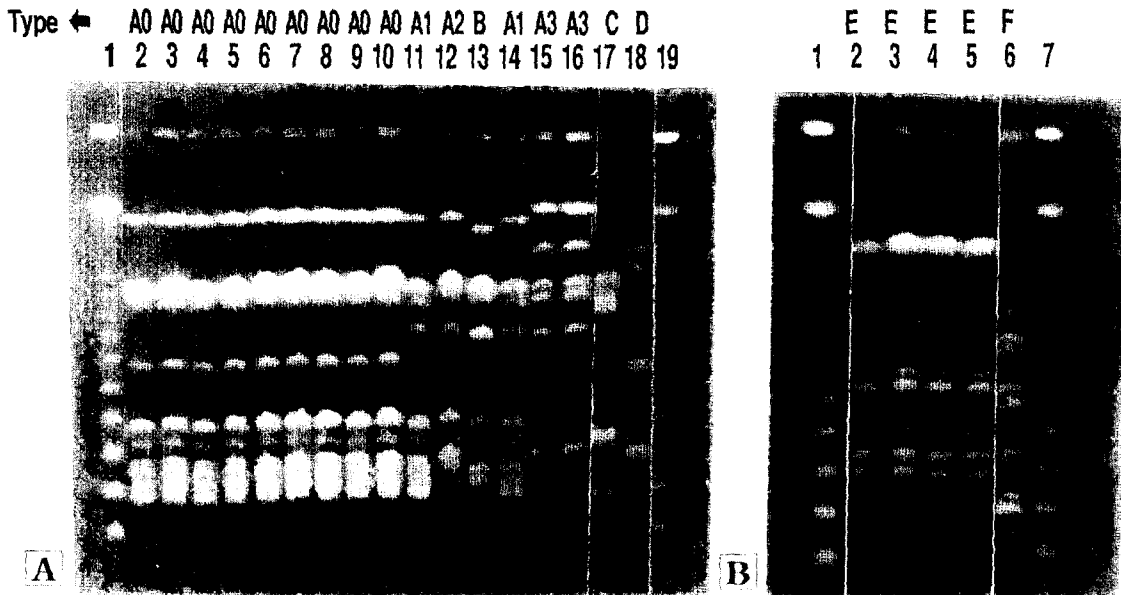


Fig. 3. Analysis of PFGE patterns of 22 isolates from cooling towers in 17 areas. A : PFGE subtypes of *L. pneumophila* SG 1 isolates(Lane 2~18). Lanes 1 and 19, size markers. B : PFGE patterns of non-*L. pneumophila* SG 1 isolates. Lanes: 2~5, *L. pneumophila* SG 6 isolates ; 6, an unknown isolate ; 1 and 7, size markers.

한편, 감염의 유행적 발생시에 원인 세균들의 유전적인 연관성을 밝히고 감염원과 감염경로를 찾아내는 역학적 접근 방법에서 DNA나 유전자 형질의 분석법의 하나로 널리 이용되는 PFGE(Pulsed-Field Gel Electrophoresis) 기법을 적용하여 분리균주의 분자형별(molecular type)을 결정하고 지역적 분포와 연관성 유무를 동시에 조사하였을 때 22개 분리 균주의 PFGE 분자형별은 A0, A1, A2, A3, B, C, D, E, F형의 9가지 양상으로 구분되었다(Fig. 3).

그중 가장 많이 분리된 *L. pneumophila* serogroup 1의 17주의 절편 양상은 A0형 9주, A1형 2주, A2형 1주, A3형 2주, B형 1주, C형 1주, D형 1주 등 7개의 아형으로 구분되었고, *L. pneumophila* serogroup 6의 4주는 모두 E형으로 동일한 절편 양상을 보였으며, 동정이 불가능했던 1주는 F형으로 완전히 다른 절편양상을 보였다. 지역별 레지오넬라 분리균주의 분자형별 분포는 Table 6.에 나와 있는 바와 같이 지역적 분포는 다양하였고, 인접지역 사이의 특이한 연관성은 관찰되지 않았다.

이와 같이 레지오넬라균에 대한 환경감시조사에서 서울시 25개 구에 위치하고 있는 대형건물의 냉각탑수는 여름철 시작전인 6월 달에 이미 90%에 달하는 오염도를 나타내므로써 국내의 환경수에 레지오넬라균이 널리 분포하고 있음을 시사하고 있다. 비록 국내에서 아직까지

Table 6. Molecular types and regional distribution of 22 *Legionella* isolates from cooling tower water samples in Seoul city, Korea.

isolate no.	area of isolation (location in map)	serogroup	molecular type
			PFGE
1	Nowon (a)	<i>L. pneumophila</i> SG* 1	A0
2	Songdong (b)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A0
3	Kwangjin (c)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A3
4	Tobong (d)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A0
5	Kangbuk (e)	<i>L. pneumophila</i> SG 6	E
6	Chungnang (f)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A0
7	Sodaemun (g)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A3
8	Map'o (h)	<i>L. pneumophila</i> SG 6	E
9	Map'o (h)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A0
10	Map'o (h)	<i>L. pneumophila</i> SG 6	E
11	Map'o (h)	unknown	F
12	Map'o (h)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	C
13	Kangso (i)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A0
14	Kumch'on (j)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A1
15	Kuro (k)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A2
16	Kuro (k)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A0
17	Yongdungp'o (l)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	D
18	Kwanak (m)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	B
19	Soch'o (n)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A1
20	Yongsan (o)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A0
21	Chongno (p)	<i>L. pneumophila</i> SG 1	A0
22	Tongdaemun (q)	<i>L. pneumophila</i> SG 6	E
total	17	22	

*SG : serogroup

레지오넬라의 유행적 발생이 심각히 문제시되고 있지는 않으나 외부 기온이 올라가는 여름철이나 레지오넬라균이 증식할 수 있는 적정조건이 주어진다면, 언제든지 유행적이거나 혹은 산발적인 레지오넬라증의 발생이 기대가 된다고 할 수 있다. 따라서 특히 여름철 동안 주요 환경수를 대상으로 레지오넬라균의 오염도에 관한 정기적인 감시조사가 필요하며, 이에 따른 철저한 환경소독이 필요할 것으로 사료된다.

VI. 냉각탑의 레지오넬라균 오염의 예방대책

냉각탑과 관련된 레지오넬라 감염의 위험을 줄이는 가장 중요한 요소는 냉각탑에 있는 레지오넬라 균수를 줄이는 것과 균이 사람에게 전염되는 것을 방지하는 것이다. 냉각탑을 깨끗이 청소하는 것만은 레지오넬라균 농도에 거의 영향이 없지만 조류(algae), 곰팡이, 원충동물(protozoa), 오물, biofilm등이 축적되면 많은 양의 생물독 제제(biocide)가 필요해지고 생물독 제제과 균의 접촉이 방해되므로 효과적인 물처리(water treatment)는 중요하다. 그러므로 냉수 저장소에 더러운 찌꺼기나 조류등이 보이면 깨끗이 청소를 해주어야 한다. 필요한 청소 횟수는 냉각탑마다 다르지만 경제적으로 가능하다면 일년에 2~4회정도 냉각탑 전체의 물을 빼주고 철저한 내부 표면 청소를 하는 것이 이상적이다. 냉각탑을 오랜기간 사용하지 않은 경우는 사용 시작전에 반드시 청소를 해야하며 냉각탑을 구입할 경우도 쉽게 청소할 수 있는 구조인지를 확인하는 것이 좋다. 생물독 제제를 이용한 물처리는 단지 더러운 찌꺼기나 조류를 제거하기 위한 것이고 세균을 제거하지는 못하므로 아무리 좋은 방법으로 물처리를 하여도 냉각탑에서 레지오넬라균을 완전히 없앨 수는 없다. 물처리한 냉각탑의 일반적인 청결 정도를 알기위해 dip slide test로 총세균수(total bacterial count, TBC)를 검사하기도 하지만 총세균수가 레지오넬라균 수를 비례하여 나타내지는 못한다.

VII. 레지오넬라에 오염된 냉각탑수의 소독

고염소(hyperchlorination)에 의한 소독은 효과가 짧아 소독후 한달에서 수일내에 레지오넬라균이 주로 급수 시스템의 뜨거운 부위나 접근하기 힘든 따뜻한 부위에서 다시 증가하게 되어 주기적인 소독보다는 주기적인 물처리가 냉각탑 관리에 더 효과적이다. 그래서 주기적인 소독은 신중히 시행하기도 하지만 레지오넬라균 수가 매우 높은(100~1,000 cfu/ml) 경우나 집단발생이 일어난 경우에는 즉시 소독을 해야한다. 1994년 미국 Center for Disease Control and Prevention에서 권장한 냉각탑의 적절한 소독법은 다음과 같다¹¹⁾.

1. 냉각탑의 팬(fans)을 닫고 급수 밸브를 열어놓고 순환 펌프를 가동시킨다. 냉각탑 30미터 내에 있는 외부 공기 흡입 통풍구는 닫아둔다.
2. 초기 유리 잔류 염소(free residual chlorine, FRC)가 최소 50ppm이 되도록 빠르게 분해되는 염소 함유 소독제를 물저장소에 부어넣는다.
3. 소독제를 부은 15분내로 산포제(dispersant)를 냉각탑수 1,000 gallons마다 4.5~11.2kg을 첨가하여 24시간동안 FRC가 최소 10ppm이 유지되도록 한다.
4. 물을 배수하여 급수 시스템을 다시 채우고 b와 c단계를 최소 한번이상 반복하여 모든

- 보이는 물때를 제거한다.
5. 솔과 물호스를 이용하여 모든 물과 접촉하는 부위(basin, sump, fill, spray nozzles, fittings)를 철저하게 씻는다.
 6. 10ppm 염소를 한시간동안 순환시키고 모든 침전물이 없어질 때까지 급수시스템을 씻어낸다.
 7. 깨끗한 물로 다시 채우고 냉각탑을 다시 가동한다.

냉각탑은 소독후 적절한 유지가 중요하다. 냉각탑은 일주일마다 주기적으로 정밀검사(inspection)를 하는 것이 권장된다. 새는 곳, 부식, 막힌 곳, 오염된 곳이 있는지 검사하고 팬, 모터, 펌프가 적절히 작동하는지 확인하고 기록한다. 일년에 2~4회정도 깨끗이 청소하는 것이 권장되고 전체급수시스템을 씻어내어(flushing) 깨끗이 하는 것도 일년에 2~4회정도 한다. Dip slide test는 한달에 한번정도 하는 것이 권장된다. 레지오넬라균의 성장을 막기위한 노력도 필요하다. 냉수저장소(cold water basin)과 다른 물이 접촉하는 부위를 햇빛과 차단하여 조류(algae)의 성장을 막아야한다. 레지오넬라균은 biofilm에서 잘 성장하며 biofilm이 느슨해지면 레지오넬라증의 집단 발생과 관련있으므로 생성을 줄이기 위해 열교환기에서 파이프의 길이를 가능한 짧게하고 부속물(fittings)의 수를 최소화한다. 부속의 배기구와 식물 그리고 미생물의 원천이 될 수있는 것들은 가능한 냉각탑과 떨어져 있어야 한다. 급수관의 수온이 레지오넬라의 농도와 관련이 있는 것으로 알려져 있다^{13,14}. 수온이 16℃이하에서는 균 성장이 억제되나 23℃에서는 급격히 성장하게된다. 그래서 냉각탑 시스템에서 가장 수온이 낮은 물저장소보다는 열교환기 같이 수온이 높은 부위에서 균의 수가 더 많다.

VIII. 병원내에서의 레지오넬라증의 감시및 조절 대책

1. 의료진의 교육과 감염 감시(Infection surveillance)

레지오넬라증의 감시 및 예방을 위해서는 먼저 의료인이 환자가 레지오넬라증이 아닌지의 심할 수 있는 인식과 레지오넬라증의 진단법, 환자 관리, 감염관리법 등에 관한 교육이 선행되어야 한다. 레지오넬라 감염의 감시를 위해 보편적으로 사용되는 물에서 *legionella*균 배양 검사를 하는 것은 권장되고 있지 않고 병원 외부의 환경에 대한 대대적인 감시책도 권장되고 있지 않다. 집단 발생이 일어난 경우 호텔같은 특수장소에서 오염원을 제거하는 것이 요구되나 사실상 문제있는 장소마다 전향적으로 검사를 실시하는 것은 불가능하다. 중증감염은 감염의 위험이 가장 높은 사람들이 집중되어 있는 의료 기관에서 유행한다. 특히 면역기능이 저하되어 있는 장기이식 환자나 AIDS 환자, 스테로이드 치료환자등과 65세의 환자, 당뇨, 심

부전, 만성폐쇄성 폐질환같은 만성질환을 가지고 있는 환자는 레지오넬라 감염의 위험성이 높으므로 레지오넬라 감염의 발생 유무를 감시하는 것은 필수적이며, 지침증례(Index case)의 발생을 기록할 수 있는 프로토콜이 확립되어야 한다. 예를 들면, 하부 기관지 검체는 일상적으로 *Legionella*균을 배양하거나, 폐렴으로 사망한 환자의 부검 조직을 배양 검사를 하는 것등이다.

2. Legionella spp.의 전파 방지

2.1 일차예방(레지오넬라 감염이 발생되지 않은 경우)

Nebulization devices나 다른 호흡기에 사용되는 기구(마스크, 인공호흡기, 기관삽관 기구 등) 사용시는 반드시 소독수를 사용해야 하고 수돗물이나 소독되지 않은 다른 물을 사용하지 않는 것이 좋다. 가습기는 매일 소독하고 소독된 물을 사용해야 하고 그렇지 못할 경우는 가습기를 사용하지 않는 것이 좋다. 새로운 건물에 냉각탑을 세울때는 냉각탑에서 분무되는 물이 건물의 환기구로 들어오지 않도록 떨어지게 세워야 한다.

한편, 병원환경의 감시는 물에서 *Legionella*를 배양하는 것으로 전향적인 배양검사시에 온수탱크의 침전물을 배양하는 것이 중요하다. 환경가검물은 원심분리나 여과한 후 산처리를 하여 선택배지와 비선택배지에 각각 접종하고 glycine을 첨가한 BCYE 배지를 사용하는 것이 좋다. 현재 병원의 감시 및 조절대책에 대한 일치된 의견은 없으나 원내 레지오넬라증이 문제로 명시된 의료기관은 환경수의 처치에 대한 프로그램이 수행되고 유지되어야 하며 또한 처치에 대한 감시와 대표적인 환경수를 주기적으로 배양해야 한다.

2.2 이차예방(레지오넬라 감염이 발생된 경우)

국내에서는 아직까지 레지오넬라 감염이 발생한 경우 이차 예방을 어떻게 해야하는 지적절한 권장 사항이 정해진 것이 없다. 미국의 경우에는 검사실에서 원내 감염된 Legionnaires' disease를 확진한 경우가 한건이라도 있는 경우와 감염이 의심되는 증례가 6개월 간격 이내로 두건이상 발생한 경우에 state health department나 CDC 등에 보고하게 되어있다. 그리고 발생한 환자가 장기이식 환자같이 심한 면역억제 환자이거나 심한 면역억제 환자들이 있는 병원에서 일어난 경우 *Legionella spp.*의 출처에 대한 역학적, 환경적 조사가 이루어지게 된다. 만일 심한 면역억제 환자가 없는 병원인 경우는 미생물학적, 혈청학적 자료와 사망환자 자료를 후향적인 검토를 하여 역학조사를 하게되고 또 다른 환자의 발생이 있는 지 철저한 감시(surveillance)를 하게된다. 지속적인 병원내 전염이 없는 경우는 최소 2달간 철저한 전향적인 감시를 하게된다. 만일 지속적인 전염이 있는 경우는 aerosolized water가 될 수있는 환

Table 7. Possible samples and sampling sites for Legionella spp. in hospital.

Water samples
Potable Water System
Incoming water main
Water softener
Holding tanks/cisterns
Water heater tanks (inflow and outflow sites)
Potable water outlets(faucets or taps, showers)especially outlets located in or near case-patients' rooms
Cooling Tower/Evaporative Condenser
Make-up water (water added to system to replace water lost by evaporation, drift, and leakage)
Basin (area under tower for collection of cooled water)
Sump (section of basin from which cooled water returns to heat source)
Heat source (e.g., chillers)
Other Sources
Humidifiers (Nebulizers)
Bubblers for oxygen
Water used for respiratory therapy equipment
Decorative fountains
Irrigation equipment
Fire sprinkles system(if recently used)
Whirlpools/spas
Swabs
Potable Water System
Faucets (proximal to aerators)
Faucet aerators
Shower heads
Cooling Towers
Internal components (eg, splash bars and other fill surfaces)
Areas with visible biofilm accumulation

경수를 모아 *Legionella spp.*의 원천인지를 결정하는 환경 조사를 시행한다. 환경수를 모을 때는 가능하면 1L 정도를 소독된 비틀어 막는 막개로된 병에 sodium thiosulfate(0.5cc of 0.1N solution of sample water)를 넣어 담게 된다. Sodium thiosulfate는 잔류 halogen biocide를 불활성화시키는 역할을 한다. 수도꼭지, 통풍기, 샤워기 내부에서 도말 배양 검사

도 한다. 도말된 검체는 50cc 원심분리관 같은 소독된 비틀어 막는 막개로 된 관에 도말검사 한 곳에서 모은 물을 5~10cc 넣어 잠기게 한다. 이렇게 모은 검체는 실온에서 가능한 빨리 *Legionella spp.* 배양이 능숙한 검사실에서 배양해야하고 semi-selective culture media로 *Legionella spp.* 존재를 검사해야 한다. Direct fluorescent antibody technique에 의해 *Legionella spp.* antigen을 검사하는 것은 환경 검체에서는 부적절하고 PCR(polymerase chain reaction)을 사용하는 방법도 아직 민감도와 예민도에 대한 확립이 부족하여 *Legionella spp.* 존재를 검사하기에는 부적절하다. 병원에서 배양검사를 해야할 곳은 Table 7. 과 같다. 일단 *Legionella spp.*가 분리되면 subtyping을 하고 균을 보관한다. 역학과 환경 조사에서 감염이 확인된 환경수에 대해서는 신속하게 정화(decontamination)를 한다. 만일 균 이 확인되지 않으면 최소한 2달간 지속적인 감시를 하고 환자가 다시 발생할 가능성이 있는 지를 판단하여 감염이 발생한 지역에 대해 정화를 바로 할 것인지 좀 더 늦출 것인지를 정하게 된다. 정화를 한후에는 *Legionella spp.*가 얼마나 감소되거나 제거되었는지 효과 판정을 위해 2주 간격으로 3개월간 배양검사를 시행한다. 3개월간 배양 검사에서 균이 배양되지 않으면 한달간격으로 다시 3개월간 배양검사를 시행한다. 만일 한번이상 균이 배양되면 현재 시행하는 정화 방법을 재평가하고 정화를 다시 시행한다.

3. 레지오넬라 오염원의 소독 방법

레지오넬라균의 오염수들에 대한 다양한 소독 양식들에 대한 수많은 평가들이 외국에서 수행 되고 있다^{14,15,18)}. 소독은 필요에 따라 간헐적으로 또는 지속적으로 시행할 수도 있다. 여러 가지 소독 방법 중 엄격히 말하면 heat and flush 만 필요에 따라 한번씩 사용한다. 염소 소독은 필요에 따라 할수도 있고 지속적으로 할수도 있다. 자외선소독, 오존처리, 구리-은 이온화 시스템은 일반적으로 영구적이며 지속적인 소독법이다. 자외선 소독과 같은 국소적 소독법은 물배분 시스템의 특정부위를 소독하여 소독부위를 지나는 물만을 소독하는 방식으로 전체적인 레지오넬라균 성장을 제한하는 데는 비효과적이다. 염소소독이나 구리-은 이온화 방법같은 전체적인 소독법은 급수관의 말단부위까지 효과적으로 소독하지만 biofilm이나 물 때, 침전물이 있는 곳의 소독은 비효과적인 단점이 있다. 여기서는 각각의 소독법에 대해 간략히 알아보겠다.

3.1 heat and flush(heat shock)

배분 시스템의 소독에 가장 널리 이용되고 있다. 수일간 탱크의 물을 70~80℃를 유지한 후 모든 급수관으로 5~30분간 고온수를 흘러나가게 하여 씻게한다. 씻게하는 시간은 급수관 말단부위의 물에 온도에 따라 살균력의 차이가 있으므로(Fig. 4) 수온이 60℃인 경우는 최소한

30분은 씻어내야 한다. 고온 살균의 단점은 말단 분배시스템의 분출을 유지하기가 어려우며 온수 탱크의 온도가 낮아지면 재발하는 경향이 있고 환자 및 의료진의 화상의 위험도 있다.

3.2 염소 소독(chlorination)

물배분 시스템의 고염소 처리 소독법은 chlorinator를 들어오는 물 공급에 장치하여 잔존하는 염소농도가 2~6ppm이 되도록 조절하는 것이다. 그러나 높은 온도에서 염소성분은 분해되며, *Legionella*균이 상대적으로 염소에 내성이 있어 균성장의 억제만 할 수 있고 살균을 할 수 없어 안정된 항균효과의 염소농도를 유지하기가 어렵고 연관공 시스템의 부식, 발암성 부산물의 생성 등의 단점이 있다. 그래서 1994년 출판된 *Principles and Practice of Infectious Disease*에서는 고염소처리 소독이 더 이상 추천되지 않는 방법이 라고 말하고 있다¹⁷⁾.

3.3 자외선조사(Ultraviolet radiation)

건물내로 들어오는 급수관에 자외선 살균기를 설치하여 소독하는 방법으로 이미 오염이 되어 있는 시스템에는 효과가 없다. 자외선 살균기만으로 급수 시스템 전체의 소독에는 효과가 없어 다른 소독장치에 보조적으로 사용된다. 설치가 쉽고 레지오넬라 균을 쉽게 살균할 수 있으며 다른 부작용이 적어 작은 독립된 시스템의 소독에 효과적인 장점이 있으나 물때(scale)가 있거나 수온이 65℃이상에서는 효과가 적다.

3.4 오존처리(Ozonation)

오존이 물에 용해되어 1~2mg/L를 유지해야 한다. 오존은 효과적으로 레지오넬라 균의 살균력이 높은 장점이 있으나 온수에서는 쉽게 분해되고 높은 농도의 오존은 파이프를 손상시킨다.

3.5 구리-은 이온화법(Copper-silver ionization)

구리-은 함유 전극을 온수 급수관에 설치하여 전극에 전류를 흐르게 하면 양전화된 구리, 은 이온이 방출되어 미생물의 음이온 위치에 결합하여 균을 죽이게 한다. 유지 및 설치가 쉽고 레지오넬라균에 대해 매우 높은 살균력을 갖지만 재순환하는 물(온수)에서만 효과적인 단점이 있다.

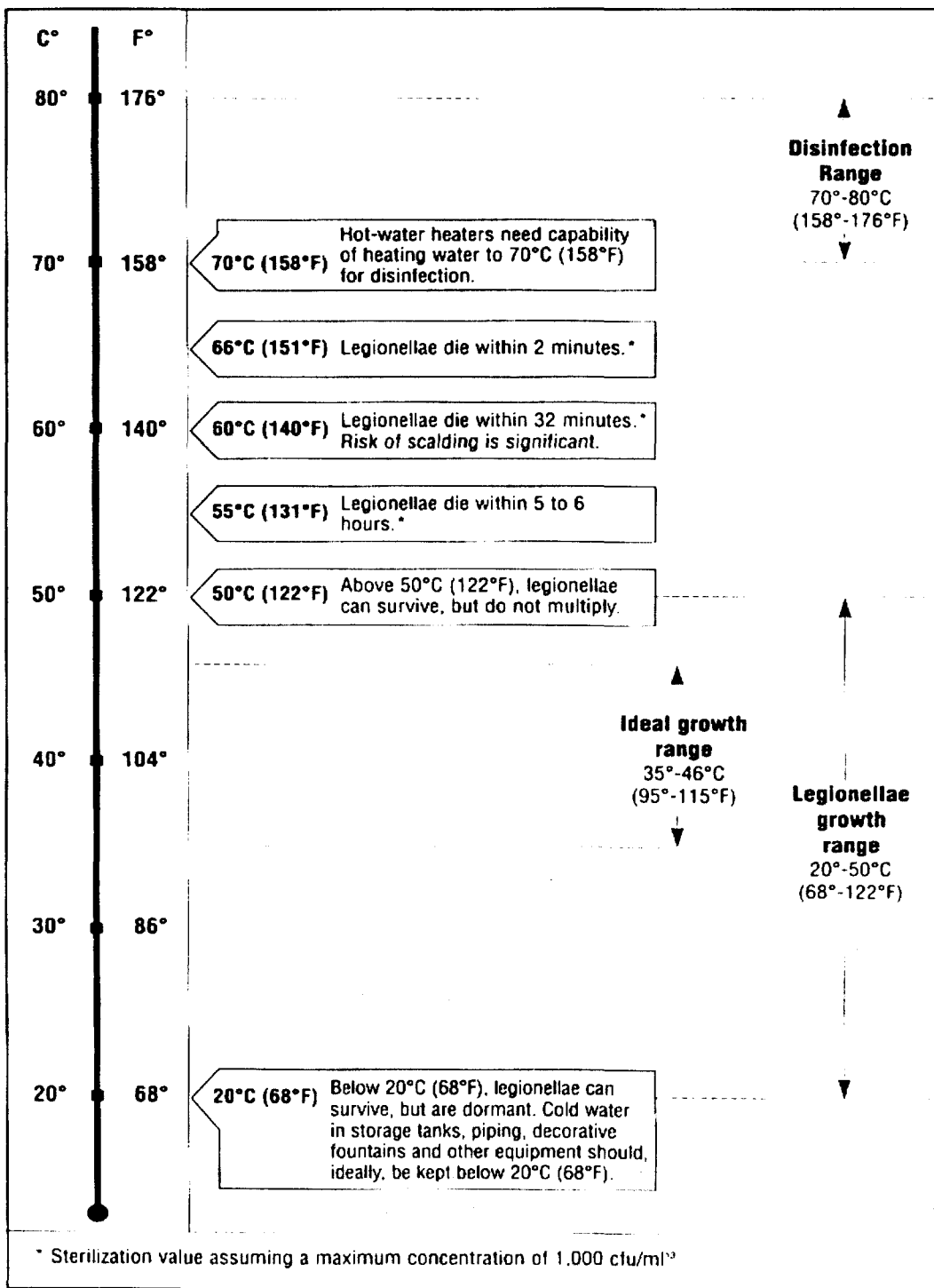


Fig 4. Diagram showing how several Legionella species respond to water temperatures in a laboratory setting.

IX. 결 론

여름철에 *Legionella*균이 적절한 성장 조건이 형성되면 냉각탑수등에서 상당한 농도로 증식하게 되어 병원이나 호텔등 해당 건물내 및 인근 주민들에게 유행적 또는 산발적으로 질병을 야기시킬 수 있으므로 중요한 보건학적 문제로 사료된다. 따라서 레지오넬라증의 발생과 예방에 대한 인식이 강조되어야 하며 이에 대한 대책이 마련되고 유지되어야 할 것이다. 또한 레지오넬라증은 발생시 보건당국에 신고해야되는 질환이며 신고체제를 통하여 관계당국은 환경 서식균주의 분리 및 특성에 대한 정보를 제공하고 발생 주변의 환경감시에 대한 대책을 마련해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Winn WC Jr : Legionnaires' disease ; Historical perspective, Clin Microbiol Rev, 1,60~81, 1988.
2. Fraser DW, Tsai TR, Orenstein W, Parkin WE, Beecham HJ, Sharrar RG, Harris J, Mallison GF, Martin SM, McDade JE, Shepard CC and Brachman PS : Legionnaires' disease: description of an epidemic of pneumonia. N Engl J Med, 297, 1189~1197, 1977.
3. Barbaree, J. M. : Controlling *Legionella* in Cooling Towers, *ASHRAE Journal*, June 1991, 38~42, 1991.
4. Brundrett, G. W. : *Legionella and Building Services*. Oxford, England ; Butterworth Heinemann Ltd., 1992.
5. Dowling JN, SAHA AK and Glew RH : *Virulence factors of the Family Legionellaceae*. *Microbiol Rev*, 56, 32~60, 199 2.
6. 김정순 등 : 1984년 7월 K병원 중환자실을 중심으로 집단 발생한 비폐렴성 Legionellosis (Pontiac fever)에 관한 연구, 한국역학회지, 7, 44~58, 1985.
7. 최강원, 김성민, 김양수, 배현주 : Legionnaires' disease 1예. 감염 22, 93~96, 1990.
8. 손장욱 등 : A molecular Epidemiology Study on a Cluster of Legionella Pneumonia Occurred in a Tertiary-Care Hospital, 감염 30, 3, 218~226, 1998.
9. 이용우 등 : Legionella spp.의 감염 및 생태적 분포조사에 관한 연구, 국립보건원보 22, 93~103, 1985.
10. 김권범, 김민자 등 : A Surveillance Study of Cooling Tower Water of Large Buildings in Seoul City for *Legionella* Species with Molecular Analysis, 감염, 30, 3, 207~217, 1998.

11. Tablan, O. C., L. J. Anderson, N. H. Arden, R. F. Breiman, J. C. Butler, M. M. McNeil : and the Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for prevention of nosocomial. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, 1994.
12. Broadbent, C. R. : *Legionella* in Cooling Towers ; Practical Research, Design, Treatment, and Control Guidelines, Presented at the 4th International Symposium on Legionella, 1992. In : Barbaree, J. M., R. F. Breiman, and A. P. DuFour, eds. Legionella: Current Status and Emerging Perspectives. Washington, D. C., American Society for Microbiology, 1993.
13. Bentham, R. H., C. R. Broadbent, and L. N. Marwood : The Influence of the Sessile Population in the *Legionella* Colonization of Cooling Towers, Presented at the 4th International Symposium on *Legionella*, 1992. In: Barbaree, J. M., R. F. Breiman, and A. P. DuFour, eds. *Legionella: Current Status and Emerging Perspectives*. Washington, D. C.: American Society for Microbiology. 1993.
14. Bernstein MS and Locksley RM: *Legionella* infections. In ; Isselbacher KJ, Braunwald E, Wilson JD, Martin JB, Fauci AS, Kasper DL(ed) ; Harrison's Principles of Internal Medicine. 13th Ed. p654-658, New York, McGraw-Hill Inc., 1994.
15. Victor LY : *Legionella pneumophila*(Legionnaires' disease). In ; Mandell GL, Douglas Jr RG, Bennett JE(ed): Principles and practice of infectious diseases, Churchill Livingstone. New York. p1764~1744, 1990.
16. Eldestein PH : Legionnaires' disease. Clin Inf Dis 16, 741~749, 1993.
17. Mandell, G. L., J. E. Bennet, and R. Dolin, eds. Mandell : Douglas and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases. vol. 2, 2094. 4th ed. New York: Churchill Livingstone, Inc.