

溫水수도꼭지와 溫水에서 *Legionella pneumophila*의 分離同定

朴柱炯·鄭文植

서울大學校 保健大學院 環境保健學科

Isolation and Identification of *Legionella pneumophila* from Hot Water Spouts and Hot Water

Ju Hyeong Park · Moon Shik Zong

School of Public Health, Seoul National University

Abstract

A study was carried out to find distribution of *Legionella* spp. in hot water supplying systems of buildings in Seoul. Water samples were taken from the hot water taps in three research institute buildings during the period from the 2nd to 27th February, 1987. And all of the three buildings were supplied with hot water from the same central hot water tank. GVPC BCYE_a and blood agar were used for the isolation of *Legionella pneumophila* and slide agglutination test (SAT) was performed to identify their strain types.

Main findings were as follows;

1. 44 samples taken from hot tap-water revealed 20% of positive culture and 44 samples taken from hot water spouts revealed 11% of positive culture.
2. The 78% of positive samples taken from hot water was obtained from 25.1°C~45.0°C temperature range.
3. Only, *Legionella pneumophila* serogroup 3 was identified and most of them has been than 2μm in length.
4. The densities of the *Legionella pneumophila* isolated from hot water samples were within the range of 1.0 x 10² to 1.1 x 10³ CFU/l and their densities isolated from hot water spouts were either 1 CFU/plate or 2 CFU/plate.

I. 緒論

Legionella 菌은 湖水나 연못과 같은 自然水

와,¹⁾ 冷却搭水 혹은 冷房裝置 그리고 病院·호텔의 配管水 등의 人爲的인 水中環境內에서 分離되는 그람陰性的의 病原性 細菌이다.^{2~4)}

Legionellosis는 *Legionella*가 原因菌으로

臨床的 또는 疫學的으로 區分되는 Legionnaires' Disease와 Pontiac Fever의 두가지 症候群으로 나누어 진다. Legionnaires' Disease는 肺炎을 同伴하며 發病率이 0.5~5%로 낮으나 潛伏期는 2~10日로 比較的 길며 致命率이 15~19%인 反面, Pontiac Fever는 非肺炎型이고 發病率이 90% 이상이며 潛伏期가 30~40時間으로 致命率이 零인 點이 特徵이다.⁵⁻⁸⁾

Legionellosis가 처음으로 學界에 알려진 것은 1976年의 일이며, 그 以後로 Legionellosis의 集團發病에 關한 報告가 많이 나왔다.⁹⁻¹¹⁾ 우리나라에서의 Legionellosis 發病報告는 1984年에 高麗病院에서 있었던 事件에 關한 것이 全部로서, 이들 患者들은 모두 *Legionella gormanii*의 感染에 의한 Pontiac Fever임이 확인되었다.¹²⁻¹⁴⁾

한편 우리나라의 環境에서 *Legionella* spp.를 成功的으로 分離한 境遇는, 1985年 國立保健院 微生物部가 서울시內 冷却搭水로부터 *Legionella* spp.를 分離하여 그것의 分布와 特性을 밝힌 研究報告^{15,16)}가 全部이며, 1984年 Legionellosis가 발생했던 서울高麗病院의 重患者室內 環境에서 採取된 檢體들로부터는 *Legionella* 菌이 分離되지 않았다.¹²⁾

따라서 先進國에서 Legionellosis가 急激히 增加하고 있고, 서울 고려병원에서의 Legionellosis 發病報告¹²⁻¹⁴⁾ 및 서울의 冷却搭水에서도 菌이 分離^{15,16)}되었다는 事實을 勘案할때 우리나라에서도 많은 사람들이 *Legionella* 菌에 依한 潛在的 感染의 危險에 暴露되어 있다고 생각할 수 있다. 그러므로 疾病豫防을 위해 環境中에 *Legionella* 菌의 分布狀況과 發見되는 菌의 特性에 關한 體系的인 研究가 이루어져야 한다고 생각한다.

本 研究는 이러한 重要性을 勘案하여 서울시內의 隣接한 3棟의 建物에 있는 溫水수도꼭지를 통하여 나온 溫水에 어떤 種類의 *Legionella*

菌이 어느 정도로 存在하는지를 調査하기 위하여 施行되었다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 實驗對象

1987年 2月 2日에서 2月 27日까지 同一한 boiler室에서 溫水가 공급되는 서울시內에 있는 隣接한 3棟의 建物에서 總 44個의 溫水수도꼭지를 對象으로 檢體를 採取하였다.

2. 實驗材料

가. 培地

*Legionella*의 確認을 위해서 BCYE α , G-VPC, 그리고 blood agar가 使用되었다. BCYE α 培地는 buffered-char coal yeast extract agar base에 0.1% α -ketoglutarate가 補充된 것이며,¹⁷⁾ 選擇性を 높인 GVPC 培地는 BCYE α 培地에 3mg glycine, 79.2 μ g/ml of polymixin B Sulfate, Vancomycin 5 μ g/ml 그리고, anti-fungal agent로 cyclohexamide 80 μ g/ml가 補充된 것이다.^{15,18)} 또한 blood agar는 羊피가 補充된 nutrient agar이다.

나. 抗血清

Legionella 菌의 同定을 위한 血清學的 實驗을 위해서, 國立保健院에서 製造된¹⁶⁾ *L. pneumophila* serogroup 1~6, *L. micdadei*, *L. bozemanii*, *L. dumoffii*, *L. gormanii*, *L. longbeachae* serogroup 1,2에 집토끼(家兎)의 抗血清을 使用하였다.

3. 實驗方法

가. 檢體採取

檢體는 Robert等¹⁹⁾과 Charles等²⁰⁾의 方法과 Orrison等²¹⁾과 Tobin等⁴⁾의 方法에 따라 두 種類로 採取되었다.

前者의 境遇는, 滅菌된 線棒으로 溫水수도

꼭지의 内部를 세게 문질러 이를 滅菌된 試驗管에 넣은 것으로 이 線棒을 직접 接種物로 使用하였다.

다른 하나는 溫水수도꼭지를 틀어 찬물을 뺀 뒤에, 나오는 溫水의 溫度를 측정한 후, 溫水 1l를 받아 이를 직경 140mm의 membrane filter (porosity $0.45\mu\text{m}$)가 附着된 stain-less steel filter holder를 통해 $0.41\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 陰壓으로 濾過시킨 뒤 이 membrane을 滅菌된 가위로 작게 썰어 10ml 濾過液이 든 試驗管에 넣었다.

나. *Legionella* spp.의 分離

앞에서 接種物로 준비된 線棒을 사용하여 GVPC培地에 직접 streaking하여 菌을 接種하였으며, 준비된 water sample은 Vortex mixer로 震盪한 후 membrane을 가라앉히고

震盪液 0.1ml를 micropipette으로 取하여 GVPC培地에 接種하였다. 이培地들을 37°C , 90% 상대습도에서 72時間 培養한 후 나타난 각각의 菌락들을 BCYE α 培地와 blood agar에 同時에 接種하여 培養하였다. 37°C , 90% 상대습도에서 24時間 培養한 후 BCYE α 培地에서는 成長하나 blood agar에서는 成長하지 않는 菌락은 形態確認을 爲해 그람染色을 實施한 뒤 光學顯微鏡으로 觀察하였다.

다. *Legionella* spp.의 同定

선택배지를 통해서 分離되고 顯微鏡으로 觀察해서 *Legionella*로 疑心되는 菌의 同定을 爲하여 血清學的 實驗이 實施되었으며 그方法으로서 Thacker²²가 직접형광항체법(direct fluorescent antibody test)을 代身할 수 있다고 보고한 slide agglutination test(SAT)

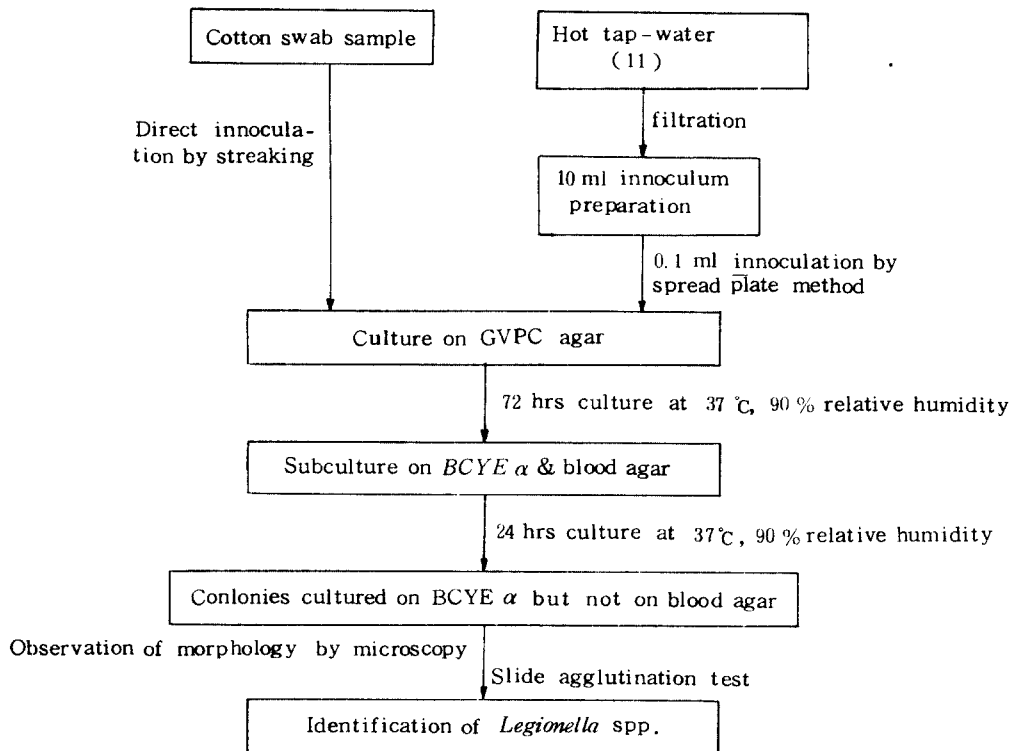


Fig 1. Flow Sheet of Experimental Procedure.

가 사용되었다. 먼저 slide glass 위에 1% formaline 이添加된 phosphate buffered saline 1 방울을 滴下시킨 뒤, 여기에 blood agar 에서는 자라지 않았으나 BCYE α 培地 에서는 자라난 各各의 균락을 따서 진하게 浮遊시켜 이것을 抗原으로 사용하였다. 여기에 準備된 抗血清 한 방울과 섞어서 그 凝集反應의 程度를 觀察하였으며, 凝集하는 程度에 따라 아주 강하게 凝集하는 경우로부터 4+, 3+, 2+, 1+ 順으로 區分하여, 國立保健院에서 實施한 標準균주와 그것의 抗血清과의 交叉反應을 觀察한 slide agglutination test 結果를¹⁶⁾ 土臺로 strain 과 血清型을 決定하였다.

上述한 實驗方法을 flow sheet 로 나타내 보면 Fig. 1 과 같다.

III. 實驗結果 및 考察

1. 檢體採取方法和 陽性率

水道꼭지 內部를 線棒으로 긁어 採取한 境遇와 溫水를 採取한 境遇 各各의 菌分離 陽性率은 Table 1 과 같다.

Table 1 에서 보는 바와 같이 溫水로부터 *Legionella* 菌을 分離한 境遇가 20%, 溫水수도꼭지 內部에서 線棒採取하였을 때가 11% 陽性率을 보여 溫水の 境遇가 더 높은 陽性率을 나타냈다. 이러한 實驗結果는 水道꼭지, 溫

水벨브, shower pipe 등이 *Legionella* 菌의 一般的인 汚染源이 될 수 있다고한 Robert 等¹⁸⁾ 의 보고에서 보다는 낮은 수치임을 알 수 있다. 이러한 研究結果는, 온수탱크에서 70°C 以上の 높은 온도로 가열되어진 후 溫水수도꼭지를 통해서 나오는 溫水の 溫度가 너무 높기 때문²³⁾ 이라고 생각할 수 있으며 또한, 60°C 이상의 뜨거운 물속에서 *Legionella* 는 쉽게 죽어버린다고 報告한 Yu VL 等²⁴⁾ 의 研究結果에 의해서도 뒷받침된다고 하겠다.

2. *Legionella* spp. 의 同定

blood agar 와 BCYE α 그리고 GVPC 培地를 이용하여 分離되고 顯微鏡 觀察을 통해서 *Legionella* 로 疑心되는 모든 균락을 標準 균주의 抗血清과 凝集反應시켰을 때, 總 39개의 균락이 *Legionella* spp. 標準균주의 抗血清中 *Legionella pneumophila* Serogroup 3 인 ACTT 33155 의 抗血清과 그리고, *Legionella pneumophila* serogroup 6 인 ATCC 33215 의 抗血清에 交叉응집反應을 보였으며, 나머지 균주의 抗血清과는 응집하지 않았다. 또한 交叉反應에 있어서도 *Legionella pneumophila* serogroup 6 보다는 serogroup 3 의 抗血清에 더 강하게 凝集하였으므로 分離된 *Legionella* 菌은 모두 serogroup 3 인이 確認되었다.

ATCC 33155 와 ATCC 33215 의 抗血清과

Table 1. Isolation of *L. pneumophila* from Samples Taken from Hot Water Spouts and Hot Tap - Water

Sample type	<i>Legionella pneumophila</i> isolates			Total number of colonies
	Number of samples	Number of positive culture	% of positive culture	
Spout	44	5	11	6
Hot tap - water	44	9	20	33
Total	88	14	16	39

凝集反應을 일으킨 총 39개 균락들의 凝集反應程度를 Table 2에 나타내었다.

分離된 菌이 모두 Serogroup 3 이었다는 걸과는, 患者發生이 있었던 병원건물과 없었던 병원건물의 溫水配管系에서 *Legionella* 菌을 분리하였으며 分離된 菌은 *Legionella pneumophila* serogroup 1, 5, 6 이었다고 보고한 Robert 等^{18, 25)}과 Lester 等²⁶⁾의 연구결과나 1984年 김 等^{13, 14)}이 高麗病院의 Legionellosis 患者에게서 分離한 菌은 Serogroup 1에 속하는 *Legionella gormanii*였고 또한, 1985年 國立保健院¹⁵⁾이 냉각탑수에서 分離한 菌도 대개가 *Legionella pneumophila* Serogroup 1 이었다는 보고와는 다른 것임을 알 수 있다. 그러나 Serogroup 과 病原性 혹은 毒性과의 關聯性은 아직 확실하게 밝혀지지 않았다.

3. 菌의 濃度

Table 1에 나타나 있는 실험방법에 따른 各 各 44개의 總 檢體中 陽性을 보인 9개와 5개의 plate 上에 形成된 菌락 數를 根據로 하여 測定된 菌의 濃度는 Table 3과 Table 4에 나타나 있다. Table 3, 4에서 보는 바와 같이 溫水로부터 菌을 分離한 境遇 $1.0 \times 10^2 \sim 1.1 \times 10^3$ CFU/l 의 濃度를 보여 주었고, 線棒採取의 境遇 plate 당 1~2개의 菌락이 形成되었다.

한편 Robert 等¹⁹⁾은 水道꼭지內部를 線棒으로 긁어 檢體를 採取하였을 때 plate 당 300개 이상의 菌락을 관찰하였는데, 이는 본 實驗結果보다 훨씬 높은 濃度임을 알 수 있다.

本 研究의 경우 水道꼭지內部에서 이처럼 적은 수의 菌만이 棲息하고 있다는 것은 그를 통해서 나오는 온수의 온도가 60°C 이상의 뜨거운 물이라는 사실을 비롯해서 수도꼭지 내부가 菌의 棲息處로서 適合한 環境을 갖추고 있지 못하기 때문이라고 보며, 이에 대한 실제적인 규명이 溫水수도배관계內에서 *Legionella* 菌의 生存에 影響을 미치는 요인인 온도, pH, 他菌

Table 2. Result of Slide Agglutination Test between Colonies isolated and Antisera of Standard Strains

Number of colonies	Antisera of standard strains	
	ATCC 33155 (Serogroup 3)	ATCC 33215 (Serogroup 6)
34	3 +	1 +
5	2 +	1 +

Table 3. Isolation of *L. pneumophila* from Hot Tap-Water

Sample No.	Number of colonies per litter
1	1.1×10^3
2	7×10^2
3	4×10^2
4	4×10^2
5	2×10^2
6	2×10^2
7	2×10^2
8	1×10^2
9	1×10^2

Table 4. Isolation of *L. pneumophila* from Spouts

Sample No.	Number of colonies per plate
1	2
2	1
3	1
4	1
5	1

의 存在, 산소, 금속²⁵⁾ 등에 대한 광범위한 研究를 통해서 이루어져야 할 것이라고 본다.

한편 Gray 等²⁶⁾은 *Legionella pneumophila* 로 汚染된 溫水수도꼭지나 shower head 를 통해서 불이 나올 때 생긴 aerosol 에 *Legionella pneumophila* 가 包含되어 있다고 보

고하였으며 Richard 等²⁷⁾은 guinea pig를 *Legionella pneumophila*를 포함한 aerosol에 暴露시켰을 때, aerosol 속에 있는 菌數에 있어서 median infectious dose는 129개 이하고 LD 50는 1.4×10^5 개라고 報告하였다.

따라서 Table 2, 3의 菌濃度에 대한 結果를 근거로하여 볼 때 本 實驗이 實施된 建物の 溫水수도꼭지에서 생긴 aerosol에는 Richard 等²⁷⁾이 報告한 ID나 LD50 값 보다는 훨씬 적은 濃度の 菌이 포함되어 있으리라고 생각된다.

4. 溫度와 菌分離

溫水수도꼭지를 통해서 나온 溫水의 溫度에 따른 菌分離 結果가 Table 5에 나타나 있다.

Table 5에서 보는 바와 같이 溫水수도꼭지를 통해서 排出되는 溫水의 溫度範圍는 11.8°C - 71.0°C였고, 陽性을 보인 檢體는 모두 27°C - 57°C의 온도범위에 있었고, 이 중 78%가 25.1°C - 45.0°C의 範圍에서 陽性을 나타냈다. 이러한 實驗結果는 溫水의 溫度가 25°C - 42°C로 유지될 境遇 그 속에서 *Legionella pneumophila*가 물속에 높은 濃度로 포함되어 있음을 발견하게 된다고 한 보고들^{25, 28, 29)}과도 일치한다.

Table 1, 3, 4, 5를 종합하여 觀察해 볼 때,

溫水수도꼭지 자체에서는 적은 수의 菌만이 낮은 陽性率로 분리되어 그 곳을 菌의 增殖場所로 보기에는 適合하지 않음에도 불구하고 溫水수도꼭지를 통해서 나오는 溫水속에서는 상대적으로 높은 陽性率로 菌이 分離되었고 plate 상에 나타난 菌락의 數도 더 많았다는 사실을 감안한다면, 온수수도꼭지 이외의 菌의 增殖處를 가정해 볼 수 있을 것이다. 이러한 增殖處로서 溫水를 공급해 주는 물탱크^{19, 30)}와 사용하지 않는 노후된 배관을 의심해 볼 수 있다. 그러나 本 實驗이 實施된 建物の 온수 탱크의 경우 정상시 70°C - 80°C의 高溫이 유지되는 steam boiler였으므로 이러한 높은 溫度조건 下에서는 菌의 增殖이 불가능하다고 본다. 실제로 溫水탱크의 물을 採取하여 實驗할 경우 이를 證明할 수 있으나 本 實驗이 實施된 建物の 溫水탱크는 cock가 없는, 密封된 상태였으므로 탱크로부터 물을 採取할 수 없어 이 가정을 證明할 수 없었다. 그러나 이러한 假定은 溫水탱크의 溫度가 25°C - 45°C로 유지될 경우 *Legionella pneumophila*는 매우 빠른 속도로 增殖이 가능하다고 보고한 Janet 等³⁰⁾ Robert¹⁹⁾ Joseph 等²⁹⁾의 연구 結果나, Yu VL 等²⁴⁾이 실시한 in vitro 實驗에서 *Legionella*는 60°C 이상의 溫度에서는 쉽게 죽어버린다고 報告한 연구결과와 그리고, 정상시에는 45°C의 溫

Table 5. Distribution of *L. pneumophila* isolated from Hot Water by Temperature

Temperature (°C)	<i>Legionella pneumophila</i> isolates		
	Number of samples	Number of positive culture	% of positive culture
12.8 - 25.0	7	0	0
25.1 - 35.0	12	3	25
35.1 - 45.0	8	4	50
45.1 - 55.0	6	1	17
55.1 - 65.0	4	1	25
65.1 - 71.0	7	0	0
Total	44	9	20

도로 유지되던 병원건물의 溫水탱크의 溫度를 72時間동안 60°C—77°C로 높여 가열하고 30분 동안 뜨거운 물을 수도꼭지를 통해 배출시켰을 때 온수탱크와 온수물 그리고 溫水수도꼭지에서 分離되는 *Legionella*의 數가 크게 減小되었다고 報告한 Michele 等²³⁾의 연구결과에 의해서 뒷받침 된다.

그러나 사용하지 않는 노후된 배관의 境遇, 그 배관 内部에서는 물이 정체될 수 있기 때문에 상대적으로 溫水의 溫度가 낮을 수 있을 뿐만 아니라 *Legionella*의 増殖을 촉진시키는 침전물이³⁰⁾ 쌓일 수 있어 그것들의 농도가 높을 수 있다는 점을 勘案한다면, 溫水탱크보다는 사용하지 않는 노후된 배관을 菌의 増殖處로 假定하는 것이 더 타당하다고 생각된다.

5. 菌의 길이와 毒性

光學顯微鏡을 사용해서 1,000배의 倍率로 觀察하여(Fig. 2) 測定된 *Legionella pneumophila*의 길이는 대부분이 1~2 μm 인 짧은 桿菌이었다. 그러나 1985年 國立保健院¹⁶⁾은 冷却塔水에서 分離한 *Legionella* 菌의 길이가 대부분이 20 μm 이상인 絲狀形이었다고 보고하였다.

한편 Bornstein 等³¹⁾이나 Joseph 等²³⁾은 *Legionella* 菌이 guinea pig의 脾臟이나 em-



Fig 2. Morphology of *L. pneumophila* Stained with Carbol Fuchin ($\times 1000$).

brionated yolk sac에서 배양될 경우에는 0.3~2.0 μm 정도의 짧은 桿菌으로 자라지만 固形培地에 繼代培養하면 2~10 μm 의 絲狀形의 菌이 되어 毒性을 잃어버린다고 보고하였는데, 이러한 研究結果를 감안한다면 本 실험에서 분리한 菌이 1~2 μm 으로 길이가 짧은 桿菌이었다는 사실은, 감염시 絲狀菌보다 상대적으로 더 큰 毒性을 나타낼 수도 있다고 추정할 수 있을 것이다.

IV. 要約 및 結論

1987年 2月 2日부터 2月 27日까지 서울시內에 있는 隣接한 3棟의 建物들의 溫水配管系에서 *Legionelle* spp.를 分離하였으며 溫水와 溫水수도꼭지에서의 그들의 分布를 조사하였다. 特殊培地를 利用하여 菌을 分離하고 血清學的 檢査를 實施하여 얻은 結果는 다음과 같다.

1. 分離된 菌은 Serogroup 3인 *Legionella pneumophila* strain 뿐이었으며 菌의 濃度は 매우 낮았다.

2. 分離된 *Legionella pneumophila* strain은 대개가 1~2 μm 로 길이가 짧은 桿菌이었다.

3. 檢體採取 方法別 陽性率은, 溫水수도꼭지 内部를 線棒으로 긁어서 採取했을 때가 11%인 반면, 溫水수도꼭지를 통해서 나오는 溫水を 직접 받아서 菌을 分離했을 때가 20%의 陽性率로 더 높게 나타났다.

4. 溫水의 溫度와 菌分離와의 관계에 있어서, 陽性을 보인 檢體는 모두 27°C—57°C의 溫度 범위에 있었고 이들의 78%가 25°C—45°C의 온도범위에서 陽性을 나타냈다.

以上の 結果를 土臺로 다음과 같은 結論을 내렸다. 溫水수도꼭지에서는 작은 수의 菌이 分離되었으며 檢體의 陽性率도 낮았으나 溫水 자체에서는 溫度條件이 適合할 境遇 높은 陽性率로 菌이 分離되었으므로 만약, 溫水의 溫度

가 菌이 増殖하기에 適合한 25℃—45℃ 정도로 유지될 수 있는 경우라면, 菌의 길이가 짧아 상대적으로 毒性이 크다고 가정할 수 있는 桿狀의 *Legionella pneumophila*가 높은 濃度로 分離될 수 있을 것이다.

參 考 文 獻

1. Politi B.D., D.W. Fraser, G.F. Mallison, J.V. Mohatt, G.K. Morris, C.M. Patton, J.C. Feely, R.D. Telle, and J.V. Bennett, A major focus of Legionnaires' Disease in Bloomington, Indiana, Ann. Intern. Med. 90:587-591, 1979.
2. Morris G.K., C.M. Patton, J.C. Feeley, S.E. Johnson, G.Gorman, W.T. Martin, B.D. Politi, and D.C. Mackel, Isolation of the Legionnaires' Disease bacterium from environmental samples, Ann. Intern. Med. 90:664-666, 1979.
3. Cordes L.G., A.M. Wisenthal, G.W. Gorman, J.P. Phair, H.M. Sommers, A. Brown, V.L. Yu, M.H. Magnussen, R.D. Meyer, J.S. Wolf, K.N. Shands, and D.W. Fraser, Isolation of *Legionella pneumophila* from shower heads, Ann. Intern. Med. 94:195-197, 1981.
4. Tobin J.O.H., R.A. Swann, and C.L.R. Bartlett, Isolation of *Legionella pneumophila* from water systems: Methods and preliminary results, Brit. Med. J., 282:515-517, 1981.
5. Nonpneumonic, short incubation-period Legionellosis (Pontiac Fever) in man who cleaned a steam turbine condenser, Science 205:690-691, 1984.
6. Loreen A.H., George W.G., Teresa Mc., Sandu T., Bonnie B., Allen W.H., J. Jones, Arthur L.R., Peter A.B., Patrick W.T., C.Wayne M., Hazel W., Don J.B., Arnold G.S., Claire V., A new *Legionella* species, *Legionella feeleii*, *L. nova*, cause Pontiac Fever in an automobile plant, Ann. Intern. Med. 100:333-338, 1984.
7. Albert C., England III, David W.F., Brian D.P., Theodore F.T., Gregory S., Claire V.B., Sporadic Legionellosis in the United States: the first thousand cases, Ann. Intern. Med. 94:164-170, 1981.
8. James S.M., Theodore F.T., William J.M., Roy C.B., Jerri K., Frank J.H., Ian B., Dale F., James C.F., George F.M., David W.F., Thomas J.H., Nosocomial Legionnaires' Disease in Columbus, Ohio, Ann. Intern. Med. 90:565-569, 1979.
9. Lester G.C., The *Legionella* Newly discovered agents of bacterial pneumonia, Horison's principles of Internal Med. Update II. Mc Graw Hill Book Co., 1982.
10. Thomas H.G., Michael B.G., Bernard B., Geogre M., Wallace W.H., and Ira K., Pontiac Fever, an epidemic of unknown etiology in a health department: I. Clinical and epidemiological aspects, Ann. J. Epidem. 107:147-160, 1978.
11. Claire V.B., Stella A.J. Goinge, Stephen B.T., Richard L.B., Harry N.B., David W.F., and the field investigation team, The vermont epidemics of Legionnaires' Disease, Ann. Intern. Med. 90 573-577, 1979.
12. 조민기, 백승복, 오희복, 송철, 장익진 : 서울에서 발생한 Legionellosis의 혈청학적 진단, 국립보건원보 21 : 221-232, 1984.

13. 김정순 : K병원 중환자실 근무자 및 출입자에서 집단 발생한 질병(Pontiac Fever)에 관한 역학조사, 대한병원협회, 병원의 감염관리 1984년 8월 29일.
14. 김정순, 이성우, 심한범, 오대규, 조만기, 오희복, 우제홍, 정운섭 : 1984년 7월 K병원 중환자실을 중심으로 집단 발생한 肺炎性 Legionellosis(Pontiac Fever)에 관한 역학적 연구, 한국역학회지 Vol. 7, No. 1 : 44~58, 1985.
15. 이용우, 성원근, 오현주, 이명숙, 박미연, 오희복, 박경석, 송철 : 서울 시내 냉각탑수내 *Legionella* spp. 분포에 관한 연구, 국립보건원보 22 : 93-103, 1985.
16. 성원근, 이용우, 오현주, 이명숙, 박미현, 오희복, 박경석 : 냉각탑수에서 분리한 *Legionella* spp.의 세균학적 특성에 관한 연구, 국립보건원보 22 : 105-114, 1985.
17. Edelstein P.H., Improved semiselective medium for isolation of *Legionella pneumophila* contaminated clinical and environmental specimens, J. Clin. Microbiol. 14:298-303, 1981.
18. Robert M.W., and B.Y. Robert, Glycine containing selective medium for isolation of *Legionellaceae* from environmental Specimens, Appl. Environ. Microbiol. 42:768-772, 1981.
19. Robert M.W., Robert B.Y., Lorraine M., Edward J.W., and John N.D., Hot water systems as sources of *Legionella pneumophila* in hospital and nonhospital plumbing fixtures, Appl. Environ. Microbiol. 43:1104-110, 1982.
20. Charles M.H., R. Michael M., Rodney Z., Stephen S., Mary J.R. Gilchrist, Nancy H., William J.H., J. Sywassink, William J., Laverne W., and Walter J.H., Legionnaires' Disease associated with a hospital water system: A cluster of 24 nosocomial cases, Ann. Intern. Med. 99:172-178, 1983.
21. Orrison L.H., W.B. Cherry, and D. Milan, Isolation of *Legionella pneumophila* from cooling tower water by filtration, Appl. Environ. Microbiol. 41:1202-1205, 1981.
22. Thacker W.L., Comparison of Slide agglutination test and direct Immunofluorescence assay for identification of *Legionella*, J. Clin. Microbiol. 18:1113-1118, 1983.
23. Joseph E.M., and Charles C.S., Virulent to avirulent conversion of Legionnaires' Disease bacterium (*Legionella pneumophila*)-Its effect on isolation techniques, J. Infect. Dis. 139:707-711, 1979.
24. Yu VL, Best M., Staut J., Brown A., Goetz A., Effectiveness of intermittent short-term elevation of the hospital water supply in controlling nosocomial Legionnaires' Disease, Presented at the 82nd meeting of the American Society for Microbiology Atlanta, Abstract L. 19. March 7-12, 1982.
25. Robert M.W., Randy W., Ann M. Mc., and Robert B.Y., Effect of temperature, PH, and oxygen level on the multiplication of naturally occurring *Legionella pneumophila* in portable water, Appl. Environ. Microbiol. 49:1197-1205, 1985.
26. Gary E.B., Joseph F.P., Michael F.P., and Babara H., Aerosols containing *Legionella pneumophila* generated by shower head and hot water faucets, Appl. Environ. Microbiol. 50:1128-1131, 1985.

27. Richard F.B., Harold W.Y., Richard G.A., and Gary L.K., Dose response of Guinea pigs experimentally infected with aerosol of *Legionella pneumophila*, J. Infect. Dis. 141:186-192, 1980.
28. Robert B.Y., M. Wadowsky Robert, Multiplication of *Legionella pneumophila*, in unsterilized tap water, Appl. Environ. Microbiol. 43:1330-1334, 1982.
29. Joseph F.P., Linda R.W., Babara H., Relationship between colonization of hospital buildings with *Legionella pneumophila* and hot water temperatures, Appl. Environ. Microbiol. 46:769-770, 1983.
30. Janet E.S., L.Yu Victor, and G. Best Michele, Ecology of *Legionella pneumophila* with water distribution Systems, Appl. Environ. Microbiol. 49:221-228, 1985.
31. Bornstein N., M. Nowicki, and J. Fleurette, Loss of virulence of *Legionella pneumophila* serogroup 1 with conversion of cells to long filamentous rods, pp. 70-71, C.Thornsberry, A. Balows, J. C. Feeley, and W. Jakubowski (ed), "Legionella," Proceedings of the 2nd international symposium.
32. Jackson E.B., T.T. Corcker, and J.E. Smadel, Studies on two rickettsia-like agents probably isolated from guinea pigs, Bac. Proc. p. 119, 1952.
33. Joseph E.M., J.B. Don, and Marilyn B.F., Legionnaires' Disease bacterium isolated in 1947, Ann. Intern. Med. 90:699-703, 1979.
34. Arnow P.M., T. Chou, D. Weil, E.N. Shapire and C. Kretzschmar, Nosocomial Legionnaires' Disease caused by aerosolized tap water from respiratory devices, J. Infect. Dis. 146:469-467, 1982.
35. Dondero T.J., R.C. Rendtorff, G.F. Mallison, R.B. Weeks, J.S. Levy, E.W. Wong, and W. Schaffner, An outbreak of Legionnaires' Disease associated with a contaminated air conditioning cooling tower, N. Engl. J. Med. 302: 365-370, 1980.
36. Thaker S.B., J.V. Bennett, T.F. Tsai, D.W. Fraser, J.E. Mc Dade C.C. Sheperd, K.H. Williams Jr., W.H. Stuart, H.B. Dull, and T.C. Eickhoff, An outbreak in 1965 of severe respiratory illness caused by the Legionnaires' Disease bacterium, J. Infect. Dis. 138:512-519, 1978.
37. Zuravleff J.J., V.L. Yu, J.W. Shonnard, J.D. Rihs, and Best, *Legionella pneumophila* contamination of a hospital humidifier: Demonstration of aerosol transmission and subsequent Subclinical infection in exposed guinea pigs, Am. Rev. Respir. Dis. 128:657-661, 1983.
38. Edelstein P.H., and S.M. Finegold, Use of a semiselective medium to culture *Legionella pneumophila* from contaminated lung Specimens, J. Clin. Microbiol. 10:141-143, 1979.
39. Lester G.C., Andrew M.W., George W.G., John P.P., Herbert M.S., Arnold B., Victory L.Y., Margaret H.M., Richard D.M., James, S.W., Kethryn N.S., David W.F., Isolation of *Legionella pneumophila* from hospital shower heads, Ann Intern. Med. 94:195-197, 1981.
40. 김정순 : Legionellosis 의 역학, 감염, 제 16 권, 제 2 호, 1984.