

기관지경 오염에 의한 비결핵항산균증의 위발생

연세대학교 의과대학 내과학교실, 임상병리학교실*

곽승민 · 김세규 · 장중현 · 이홍렬
이이형 · 김성규 · 이원영 · 정윤섭*

= Abstract =

Pseudoepidemic of Mycobacteria Other Than Tuberculosis (MOTT) Due to Contaminated Bronchoscope

Seung Min Kwak, M.D., Se Kyu Kim, M.D., Joong Hyun Jang, M.D., Hong Lyeol Lee, M.D.
Yi Hyung Lee, M.D., Sung Kyu Kim, M.D., Won Young Lee, M.D. and Yoon Sup Jeong*

Department of Internal Medicine, Clinical Pathology* College of Medicine Yonsei University, Seoul, Korea

Background: The development of the flexible fiberoptic bronchoscope by Ikeda was an important technologic advance in the diagnosis and management of patients with pulmonary disease. But, cross contamination related to fiberoptic bronchoscope was reported in cases involving tubercle bacilli, MOTT and other agents. Therefore, cleaning and disinfecting of fiberoptic bronchoscope requires careful attention.

Methods: From September 1991 to May 1992, medical records of all patients with positive culture for MOTT in bronchial washing specimens were reviewed. Also to evaluate bactericidal effect of 2% glutaraldehyde, culture was performed after inoculum of MOTT, *Serratia marsescens* and *Pseudomonas aeruginosa* to the disinfectant solution.

Results: In 2% alkaline glutaraldehyde, MOTT was not survived only after 30 minute exposure, but *P. aeruginosa* and *S. marsescens* were rapidly inactivated with no survivors after exposure to 2% glutaraldehyde. Since vigorous mechanical cleansing and more than 30 minute of contact time within washing machine, no more outbreak was observed.

Conclusions: It is also very important that bronchoscopes must be meticulously cleaned after each procedure and more than 30 minute exposure would be required for eradication of MOTT with 2% glutaraldehyde. However even the most strictly applied infection control measures cannot exclude contamination completely and clinicians have to stay alert to this possibility. Prompt detection of pseudoepidemics is possible if abrupt increase in isolation rates, especially if they involve unusual or generally nonpathogenic organisms, are readily recognized.

Key Words: Contamination, Related to bronchoscope, Pseudoepidemic

서 론

1968년 Ikeda¹⁾에 의해 임상에 도입된 굴곡성 기관지경은 각종 폐 질환의 진단과 치료에 광범위 하게 이용되

고 있으며 시술 증례도 증가하고 있으나 외국에서는 결핵균^{2,3)}, 비결핵항산균^{3~9)} 및 여러 세균들^{10~13)}에 의한 기관지경의 교차오염(cross contamination) 예가 다수 보고되고 있으므로 기관지경의 세척과 소독방법에 대해 주의를 기울여야 한다. 기관지경의 오염으로 인해 실제

Table 1. Frequency of MOTT isolates in Bronchial Washing Specimens

	91년 11월	12월	92년 1월	2월	3월	4월	5월	계
기관지경 시행 예	58	53	61	64	52	68	68	424
항산균 배양을 의뢰한 예	50	50	54	59	52	58	68	391
비결핵항산균 배양 양성 예	-	1	26	35	17	-	-	79

Table 2. Final Diagnosis of MOTT Isolates

Disease entity	No. of cases
Lung cancer	34
Tuberculosis	22
Active	7
Inactive	15
Chronic bronchitis with hemoptysis	9
Bronchiectasis with hemoptysis	4
Pneumonia	1
Esophageal cancer	2
Pleural mass	1
Mediastinal mass	1
Other	5

로 다른 사람에게 질환이 이환되기도 하지만 대부분 위 양성인 경우가 많은데, 이 결과 불필요한 검사와 치료를 하게되는 경우가 있다. 불충분하게 소독된 기구^{2,3,5,10,11)}로 인해 기관지경이 오염되어 위양성을 초래할 수 있으며 그 밖에도, 기관지경의 결손부위⁶⁾, 국소마취제용액^{4,13)}, 수도물(tap water)^{8,9)}, 미생물 실험실에서 배양 배지로 사용하는 항균용액등⁷⁾이 위양성의 원인이 될 수 있다.

이에 저자들은 본원에서 시행한 환자의 기관지경 세척액 검사상 비결핵항산균이 양성으로 보고되었으나 임상 증상이 일치하지 않아서 기관지경의 오염으로 인한 위양성으로 생각된 예들을 분석하고 기관지경의 적절한 소독 방법을 제시하기 위해 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 소독 방법

기관지경검사는 Olympus사 제품(XT 20, PC 20등)으로 경구적으로 삽입하여 시행하였다. 기관지경 검사를 시행한 후 기관지 세척액은 소독된 유리관(또는 플라

스틱 튜브)에 모아 항산균 검사, 세포진 검사, 세균학적 동정등을 위해 임상병리검사실로 보내어 검사를 의뢰하였으며, 기관지경 사용 후 외부는 소독된 거-즈로 닦고 흡입관(suction channel)은 솔질후, 수도물로 씻어내었다. 베타딘 용액으로 기관지경의 내관(inner channel)을 통과 시킨 다음 세척제(detergent soap solution)를 섞은 물로 세척한 후 saline 으로 씻어내고 75% alcohol로 소독한 후 세척기(Olympus EW-20)내에서 세척제를 섞은 물로 세척하고 2% glutaraldehyde (Wydex)에 10분 정도 담가 두었다가 거-즈로 외부의 물기를 닦아낸 다음 걸어두었다.

2. 발생(Outbreak)

1991년 11월 부터 1992년 5월 까지 기관지경 검사를 시행한 환자는 424에 이었으며 이중 항산균 도말 및 배양검사를 의뢰한 환자는 391에 이었다. 이 기간 중 기관지 세척액의 배양 검사에서 비결핵항산균이 검출된 예는 79에 이었으며(Table 1) 기관지내시경 내관에서도 비결핵항산균이 배양되었다.

기관지 세척액에서 비결핵항산균 양성인 환자의 최종 진단은 Table 2와 같다.

결 과

위발생을 인지한 후, 종래보다 철저한 기계적 세척을 실시하였고, 본원에서 화학살균제로 사용하고 있는 2% glutaraldehyde의 살균작용을 평가하기 위하여 비결핵항산균, *S. marcescens*, *P. aeruginosa*를 대상으로 실험을 하였다. 1 cc의 살균제용액에 McFarland turbidity 0.5로 균수를 맞추어 이 중 0.1 cc를 접종(inoculum)시키고 접촉 직후, 10분 후, 30분 후에 각각 0.01 cc를 취하여 배양하였다. 비결핵항산균은 2% glutaraldehyde 1:1 용액으로 30분간 접촉한 후에야 균

Table 3. Result of Disinfectant Solution Test

Organism	Disinfectant Solution	Growth after (min.)*		
		0	10	30
MOTT	1 : 1	over 100	30	—
	1 : 4	over 100	over 100	over 100
	1 : 8	over 100	over 100	over 100
S. marcescens	1 : 1	—	—	—
	1 : 4	—	—	—
	1 : 8	—	—	—
P. aeruginosa	1 : 1	—	—	—
	1 : 4	—	—	—
	1 : 8	—	—	—

* Number of colony forming units, — No growth after 4 day incubation.

Table 4. Summary of Recommended Minimum Procedures for Cleaning and Disinfection of Flexible Bronchoscopes Where Ethylene Oxide Sterilization is Not Feasible

Summary of minimum procedures
Immediate mechanical cleaning
Wiping of outside
Brushing of all channels
Autoclaving of removable, heat-stable parts (eg, suction valves)
Cleaning with fresh detergent solution
Rinsing
(High quality tap water at minimum)
Thorough drying
Storage in sterile environment
Optional : rinsing with 70 percent alcohol immediately before use

이 자라지 않았고 희석용액에서는 30분후에도 균이 배양 되었으며 그 밖의 세균들은 접촉 바로 후에 자라지 않았다(Table 3). 이러한 결과를 얻은 후, 세척기내에서 2% alkaline glutaraldehyde에 30분 이상 담근(soaking) 이후에는 기관지 세척액에서 비결핵항산균이 배양 된 예가 없었다(Table 1).

고 안

굴곡성 기관지경은 광범위한 가시범위와 유용한 기술 적인 적용을 가지고 있으나 기계자체가 복잡하고 세밀하

여 모르는 사이에 쉽게 손상을 받을 수 있으므로 주의 깊 게 다루어야 기계의 수명을 연장할 수 있다^{14,15}. 굴곡성 기관지경 시술후의 합병증으로는 출혈과 감염이 가장 문 제가 되며¹⁶ 이중 감염은 6%에서 일시적인 폐침윤을 보 이고, 16%에서 발열이 발생한다¹⁷. 연속적인 기관지경 시술이 불가피한 경우 적절한 소독이 이루어지지 않으면 환자가 가지고 있던 균이 사멸되지 않고 기관지경 및 그 부속 기구를 오염시킬 수 있으리라는 우려가 있을 수 있 다.

실제로 기관지경의 오염과 관련되어 *Serratia marcescens*¹⁸, *Pseudomonas aeruginosa*¹⁰⁻¹², *Proteus species*등¹⁹이 교차오염 되었다는 보고가 있다. 이 중에는 이로 인해 질환이 타인에게 이환된 경우가 있는 데 흡 입밸브 소독이 철저하지 못해 *P. aeruginosa*에 의해 오 염된 6명의 환자 중에서 1명은 실제로 폐감염으로 발전 되었다는 보고¹¹가 있고, 또 1~2분간 70% alcohol로 불충분하게 기구를 소독하여 *S. marcescense*에 의해 오 염된 기관지경으로 시술후에 다른 환자가 괴사성 폐염을 일으켰다는 보고¹⁸도 있었다. 그러나 역시 오염된 흡입 밸브로 인해 기관지 세척액에서 *P. aeruginosa*가 배양 된 82예¹² 및 *Proteus species* 균이 동정된 6예¹³에서는 임상증상을 나타내지 않았다는 또 다른 보고도 있다.

기관지경에 의해 실제로 결핵이 전파될 수 있지만 기 관지경에 관련되어 발생한(outbreak) 항산균 양성의 결 과는 Weinstein 과 Stamm¹⁹이 정의 한 위발생 (pseudoeidemics), 즉 "clusters of false infection" 인 경우가 대부분이다. 위양성의 원인으로는 불충분하

게 소독된 기구^{2,3,5,10,11}), 기관지경의 결손부위⁶), 국소마취제용액^{4,13}), 수도물(tapwater)^{8,9}), 미생물 실험실에서 배양배지로 사용하는 항균용액등⁷)이 있다. 손상된 흡입관(suction channel)⁶)과 병리실과 기관지경실에 공급되는 물이⁹) *M. chelonae*에 의해 오염되어 위양성을 일으켰다는 보고가 있다. 병원의 급수시설에서 공급하는 수도물로 기계소독을 한 후에 *M. chelonae*가 오염된 적도 있다⁸). 객담 배출을 유도하기 위해 사용되는 분무약(aerosol)²⁰)과 기관지경 검사시 국소 마취제에 첨가된 오염된 염색약⁴)에 의해서도 기관지 세척액에서 *M. gordonae*가 위양성을 나타내었다는 보고도 있다. 미생물 실험실도 오염원이 될 수 있는데 상품화되어 사용되고 있는 항균용액이 *M. gordonae*에 오염되어 46예에서 위양성을 일으켰다는 보고도 있다⁷). 또한 최근에는 기관지경 세척기 자체가 비결핵항산균에 의해 오염되었다는 보고도 있다^{21,22}).

비결핵항산균은 건강한 동물과 분변에 정상균총으로 존재하기도하며 수도물(tap water)에서도 배양되기도 하며 균주에 따라서는 폐 등에 기회감염을 일으킬 수 있다. 기관지 세척물에서 비결핵항산균이 배양되었을 때 문제가 되는 것은 비결핵항산균은 건강한 사람에서도 오염(contamination) 및 집락화(colonization)되어 있는 경우가 적지 않기 때문에 균이 검출된 경우에도 질병과의 관련이 명확하지 않다는 점이다. 이러한 위양성은 임상 의사에게 상당한 혼란을 줄 수 있고 원인을 찾으려고 시간과 경제적인 손실을 주며 실제로 항결핵제를 투여하는 경우도 있다^{7,9,21}). 따라서 기관지경의 오염을 막기 위하여 오염원의 배제 뿐만 아니라 기관지경 및 그 부속기구의 적절한 소독이 이루어져야 한다.

기관지경 및 그 부속기구의 소독방법에 대해서도 일치된 견해가 없는데 Kato등²³)은 Benzalkonium chloride에 의해 여러 세균(bacteria)이 신속하게 사멸되는 실험적 결과를 근거로 Benzalkonium chloride로 소독하고 sterile water로 씻어내는 방법이 기관지경 소독으로 충분하다고 하였고, Suratt등²⁴)은 시간을 절약하기 위하여, Hexachlorophene, Povidone-iodine, Ethanol, Water로 이어지는 일련의 과정을 5분간 시행함으로써 균이 사멸된다고 주장하였으나, 최근의 연구에 따르면 Betadine 이나 Hexachlorophene 으로는 *M. tbc*를 사멸시킬 수 없다고 한다²). Davis 등은 *M. tbc*와 *M. gordonae*에 대한 aqueous glutaraldehyde와 iodo-

phor (prepodyne)의 소독 능력(disinfecting properties)을 평가하였을 때 우선 기관지경과 부속기구를 철저히 기계적 세척을 한 후에 aqueous glutaraldehyde 또는 iodophor (prepodyne)로 15분간 소독한 후 sterile water로 세척하는 단순한 3단계 소독으로도 항산균에 의해 기관지경이 오염되는 것을 방지할 수 있다고 하였으나²⁵) Nelson 등은 원래 피부와 점막의 항균제로 개발된 iodophor 용액으로는 *M. tbc*를 사멸시키지 못하므로 기관지경 소독제로는 사용하지 말아야 하며 glutaraldehyde 또는 ethylene oxide를 사용해야 한다고 하였다²). ethylene oxide가 가장 효과적이기는 하지만 시간이 많이 걸리고 충분한 환기를 하여야 잔존량을 제거할 수 있으므로 실제 임상에서는 사용하기가 어려우며 ethylene oxide를 사용할 수 없을 때, 여러문헌을 종합하여 기관지경의 소독에 추천되는 방법을 요약하여 Table 4에 도시하였다^{3,25-28}).

화학살균제로는 2% alkaline aqueous glutaraldehyde 용액을 기계적 세척 후에 사용할 수 있으며 그 유용성에 대하여 여러 보고가 있다^{2,5,14,25,27,28}). glutaraldehyde 용액을 삽입 튜브 및 내관과 어느 정도나 접촉시켜야 균이 사멸되는지에 대해서도 논란이 있으나 일반적으로 10분에서 60분정도가 추천되고 있다^{14,27,28}). 그러나 Scheidt 등¹⁰)에 의하면 *S. marsescens*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*가 객담에서 배양된 화상환자의 기관지경 시술 후에 기관지경의 내관에서 *Serratia*와 *Pseudomonas*가 자랐고 glutaraldehyde 용액에 45분간 더 담근(soaking) 후에야 비로서 균이 사멸되었다고 하였다. 이와 같이 독성이 강한 균에 의해 다량으로 오염된 경우에는 특히 접촉시간을 연장하는 등 소독에 주의를 하여야 한다.

저자들의 방법이 비록 실험실내의 결과이긴 하지만 비결핵항산균은 2% glutaraldehyde 1:1 용액으로 30분간 접촉한 후에야 균이 자라지 않았고 희석용액에서는 30분 후에도 균이 배양되었으며 그 밖의 세균들은 접촉 바로 후에 자라지 않았다. 따라서 2% glutaraldehyde 용액으로 소독시 비결핵항산균의 소멸을 기대하려면 적어도 30분 이상 접촉이 필요할 것으로 생각되며 희석용액을 사용해서는 안될 것으로 사료된다.

기관지경 사용후 기계적 세척을 철저히 하는 것이 또한 중요한데 감염균(infectious organism)이 있는 잔존 입자로 인해 화학살균제가 잘 침투하지 못할 가능성이

있기 때문이다²⁾.

저자들의 경우에도 화학살균제에 오랜시간 접촉함과 아울러 보다 철저한 기계적 세척이 위양성이 없어진 원인이 되었을 가능성이 많다.

기관지경시의 작업에 지장을 줄 수 있고 더 많은 기구가 필요하게 될지도 모르는 이러한 장시간의 소독시간에도 불구하고 *M. gordonae*, *M. chelonae* 및 *M. avium* 과 같은 비결핵항산균은 사멸되지 않고 여전히 존재할 수 있다^{3,29)}. Carson 등²⁹⁾에 의하면 2% alkaline glutaraldehyde에 노출시 비결핵항산균의 strain에 따라서 60분후에야 사멸되는 경우도 있다고 하였다. Wheeler 등³⁾에 의하면 *M. fortuitum* 으로 심하게 오염되어 있는 흡입 밸브는 소독제만으로는 소독이 될 수 없으므로 이부분은 증기멸균소독 (autoclave) 하여야 한다.

위에서 기술한 방법으로 적절하게 소독을 한후에도 비결핵항산균에 의한 오염이 발생할 수 있는데^{2,29)} 기관지경 시술 직전에 70% alcohol로 내관을 추가적으로 세척하면 오염방지에 도움을 받을 수 있다²⁸⁾. 그러나 감염조절 방법을 엄격하게 적용하더라도 오염을 완전히 배제할 수 없으므로 임상 의사들은 오염의 가능성을 항상 염두에 두어야 하며 일반적으로 비병원균으로 알려진 균들이 비정상적으로 갑자기 높은율로 검출되면 위발생을 생각하여야 할 것으로 사료된다.

요 약

연구배경 : Ikeda에 의해 임상에 도입된 굴곡성 기관지경은 각종 폐 질환의 진단과 치료에 광범위하게 이용되고 있으며 시술 중에도 증가하고 있으나 외국에서는 결핵균, 비결핵항산균 및 여러 세균들에 의한 기관지경의 교차오염에 다수 보고되고 있으므로 기관지경의 세척과 소독방법에 대해 주의를 기울여야 한다.

방법 : 1991년 11월 부터 1992년 5월 까지 기관지내시경을 시행한 예중에서 기관지세척액에서 비결핵항산균이 배양된 예들을 분석하고 본원에서 화학살균제로 사용하고 있는 2% alkaline glutaraldehyde의 살균작용을 평가하기 위하여 실험실내에서 2% alkaline glutaraldehyde와 비결핵항산균 및 세균을 접촉시킨후 균의 사멸 여부를 알아 보았다.

결과 : 2% glutaraldehyde 소독제 용액에 비결핵항

산균은 2% glutaraldehyde 1:1 용액으로 30분간 접촉한 후 균이 자라지 않았으며 그 밖의 세균들은 접촉 바로 후에 자라지 않았다. 위발생 인지후 철저한 기계적 세척과 함께 세척기내에서 30분이상 2% glutaraldehyde에 담가둔 이후로는 위양성이 발생하지 않았다.

결론 : 기관지경 사용후 기계적 세척을 철저히 하는 것이 중요하며 2% glutaraldehyde 용액으로 소독시 비결핵항산균의 소멸을 기대하려면 적어도 30분 이상 접촉이 필요할 것으로 생각된다. 또한 감염조절 방법을 엄격하게 적용한다 하더라도 오염을 완전히 배제할 수 없으므로, 일반적으로 비병원균으로 알려진 균들이 비정상적으로 갑자기 높은율로 검출되면 위발생을 생각하여야 한다.

REFERENCES

- 1) Ikeda S, Yanai N, Ishikawa S: Flexible bronchofiberscope. Keio J Med 17:16, 1968
- 2) Nelson KE, Larson PA, Schraufnagel DE, Jackson J: Transmission of tuberculosis by flexible fiber-bronchoscopes Am Rev Resp Dis 127:97, 1983
- 3) Wheeler PW, Lancaster D, Kaiser AB: Bronchopulmonary cross-colonization and infection related to mycobacterial contamination of suction valves of bronchoscopes. J Infect Dis 159:954, 1989
- 4) Steere AC, Corrales J, Von Graevenitz A: A cluster of Mycobacterium gordonae isolates from bronchoscopy specimens Am Rev Respir Dis 120:214, 1979
- 5) Dawson DJ, Armstrong JG, Blacklock ZM: Mycobacterial cross-contamination of bronchoscopy specimens Am Rev Respir Dis 126:1095, 1982
- 6) Pappas SA, Schaaff DM, DiCostanzo MB, King FW, Sharp JT: Contamination of flexible fiberoptic bronchoscopes. Am Rev Respir Dis 127:391, 1983
- 7) Tokars JI, McNeil MM, Tablan OC, Chapin-Robertson K, Patterson JE, Edberg SC, Jarris WR J Clin Microbiol 28:2765, 1990
- 8) Nye K, Chadha DK, Hodgkin P, Bradley C, Hancox J, Wise R: Mycobacterium chelonae isolation from broncho-alveolar lavage fluid and its practical implications. J Hos Infect 16:257, 1990
- 9) Stine TM, Harris AA, Levin S, Rivera N, Kaplan RL: A pseudoepidemic due to atypical mycobacteria in a hospital water supply: JAMA 258:809, 1987

- 10) Scheidt A: Persistent contamination of the flexible fiberbronchoscope following disinfection in aqueous gluteraldehyde *Chest* **78**:352, 1980
- 11) Hussain SA: Fiberoptic bronchoscope-related outbreak of infection with *Pseudomonas*, *Chest* **74**:483, 1978
- 12) Suratt PM, Gruber B, Wellons HA, Wenzel RP: Absence of clinical pneumonia following bronchoscopy with contaminated and clean bronchofiberscopes *Chest* **71**:52, 1977
- 13) Weinstein HJ, Bone RC, Ruth WE: Contamination of a fiberoptic bronchoscope with a proteus species, *Am Rev Respir Dis* **116**:541, 1977
- 14) Elford B: Care and cleansing of the fiberoptic bronchoscope *Chest* **73** (Suppl 761), 1978
- 15) Sackner MA: Bronchofiberscopy, *Am Rev Respir Dis* **111**:62, 1975
- 16) Suratt PM, Smiddy, JF, Gruber B: Deaths and complications associated with fiberoptic bronchoscopy, *Chest* **69**:747, 1976
- 17) Pereira W, Kovnat DM, Khan MA, Iacovino JR, Spivack ML, Snider GL: Fever and pneumonia after flexible fiberoptic bronchoscopy *Am Rev Respir Dis* **112**:59, 1975
- 18) Webb SF, Vall-spinosa A: Outbreak of *Serratia marcescens* associated with the flexible fiberbronchoscope. *Chest* **68**:703, 1975
- 19) Weinstein RA, Stamm WE: Pseudoepidemics in hospital. *Lancet* **2**:862, 1977
- 20) Gangadharam PRJ, Lockhart JA, Awe RJ, Jenkins DE: Mycobacterial contamination trough tap water. *Am Rev Respir Dis* **113**:894, 1976
- 21) Gubler JGH, Salfinger M, von Graevenitz A: Pseudoepidemic of nontuberculous mycobacteria due to a contaminated bronchoscope cleaning machine; Report of an outbreak and review of the literature *Chest* **101**:1245-1249, 1992
- 22) Fraser VJ, Jones M, Murray PR, Medoff G, Zhang Y, Wallace RJ: Contamination of flexible fiberoptic bronchoscopes with *Mycobacterium chelonae* linked to an automated bronchoscope disinfection machine. *Am Rev Respir Dis* **145**:853, 1992
- 23) Kato H, Matsushima S: Experimentl study for rapid sterilization of the flexible fiberoptic bronchoscope *Chst* **66**:723, 1974
- 24) Suratt PM, Gwaltney JM, Sande MA: A rapid method of disinfecting the bronchoscope: *Am Rev Respir Dis* **114**:1198, 1976
- 25) Davis D, Bonekat HW, Andrews D, Shigeoka JW: Disinfection of the flexible fibreoptic bronchoscope against *Mycobacterium tuberculosis* and *M. gordonae* *Thorax* **39**:785, 1984
- 26) APHA Policy statements 8217: Cleaning, sterilization and disinfection of rigid and flexible endoscopes and their accessories *Am J Public Health* **73**: 337, 1983
- 27) Leers WD: Disinfecting endoscopes; How not to transmit *Mycobacterium tuberculosis* by bronchoscopy *Can Med Assoc J* **123**:275, 1980
- 28) Woodcock A, Campbell I, Collins JVC, Hanson P, Harvey J, Carris P: Bronchoscopy and infection control. *Lancet* **1**:270, 1989
- 29) Carson LA, Petersen NJ, Favero MS, Aguero SM: Growth characteristics of atypical mycobacteria in water and their comparative resistance to disinfectants *Appl Environ Microbiol* **36**:839, 1978