

病院内 空氣汚染과 物品의 滅菌에 對한 狀態調査

車 玉 珠

서울대학교 保健大學院

A Study on the Degree of Contamination of Air and Materials in a Hospital

Ok Ju Cha
School of Public Health
Seoul National University

Abstract

The incidence of hospital infection has been seriously increased in the general hospital in recent years. This study was performed on hospital air and materials in a General Hospital in Seoul from June to December in 1980.

The results were as follows:

1. Air sampling was done in multiple strategic areas by exposing standard petridishes for 5 minutes. There was a significant difference of airborne microbe between places. ($F_{.99} = 3.2, p < 0.01$).
2. The mean colony count was 8.6 ± 6.2 colonies / plate / 5 minutes.
3. Gram stains of colony in air sampling were Gram (+) cocci 66.5%, Gram (+) rod 18.4%, Gram (-) cocci 1.3%, Gram (-) rod 8.7% Fungus 4.5%.
4. For the evaluation of sterilization of steam sterilizer and ethylene oxide gas sterilizer, biological monitoring were done by commercial spore strip. Positive culture was obtained in 2 out of 41 tests on 3 steam sterilizers, and in 3 out of 13 tests on ethylene oxide gas sterilizer.
5. Product sampling and culture were done for 2 kinds of disinfectants and 30 sets of various operation package or dressing materials. Positive culture was obtained in one disinfectants.

I. 緒 論

近年에 와서 病院内 感染의 問題는 病院管理, 傳染病管理, 豫防醫學的, 社會經濟的 觀點 및 治療面 등에서 重視되고 있다.¹⁻⁴⁾ 病院에 入院하기 前에는 感染症이 없었으나, 入院한 後에 病院内에 存在하는 原因菌에 의하여 感染된 患者의 數는 最近 더욱 增加하는 것으로 報告되고 있다.¹⁾ 美國의 綜合病院에서는

年間 入院患者의 5%, 約 二百萬名의 患者가 病院内 感染을 經驗한다고 報告되었다.²⁾

또한 病院内 感染때문에 退院을 못하고 入院을 延長해야 하는 時日이 平均 7日로 되어 있고 追加費用은 病院内 感染率을 5%로 잡을 경우 年間 十億 \$로 推算되고 있어 이는 醫療費의 浪費로서 社會經濟的 측면에서 큰 損失을 주고 있는 셈이다.⁴⁾

이와같은 病院内 感染의 增加趨勢에도 불구하고, 病院内 感染에 대한 病院 當局者들의 關心은 比較的

적은 편이라고 할 수 있겠다. 우리 나라에서도 病院内感染에 대한 報告들이 多少 있었으나, 아직은 體系的인 段階에 이르지 못하고 있다.⁵⁻⁹⁾ 限定된 空間内に 많은 患者가 密度높게 受容되고 있는 病院環境内에서 患者들의 虛弱 및 老弱, 疾病으로 인한 衰弱狀態 등으로 患者들은 病原性 微生物에 대한 感受性이 높아져 病院感染의 機會가 높아지게 된다. 또한 長期間에 걸친 入院이나 各種 補助器具의 使用, 感染에 對한 身體的 抵抗力을 減少시키는 藥劑의 使用 등으로 患者는 健康人에 比하여 病院内 感染에 대한 感受性이 높아지게 된다.

이러한 病院内 感染은 여러가지 要因에 의하여 發生한다고 볼 수 있는데 이들의 豫防은 주로 原因菌의 傳播를 막음으로써 가능하다. 즉, 消毒藥의 使用, 完全한 滅菌法 適用, 清潔한 病院環境의 維持, 使用한 物品의 處理方法 改善, 營養室 및 洗滌室의 철저한 衛生狀態管理 등으로 感染機會를 줄일 수 있으며, 醫師, 看護員 등 기타 病院關係자들이 病院内 感染에 對한 關心을 가지고 感染症이 發生한 境遇에 對한 關心을 가지고 感染症이 發生한 境遇에 迅速하고, 適切한 措置를 취함으로써 病院内에서 發生 가능한 感染機會를 줄일 수 있다.¹⁰⁾

病院内 感染의 發生에 對한 歷史는 Colebrook에 의한 Hospital infection rate 3.5%~15%로써 多樣^{11) 12)} 한데 이러한 病院内 感染의 10~20%는 空氣感染에 의한 것이라고 報告되고 있다.¹³⁾ 病院性 微生物에 汚染된 사람은 呼吸, 기침, 재채기, 말 및 活動 등을 통하여 病原性 微生物을 空氣中으로 放出시키며, 特히 汚染된 寢具類는 많은 病原性 微生物을 空氣中으로 放出시키게 된다.^{14, 15)} 따라서 空氣는 細菌 傳達의 媒介體가 되며, 空氣中에 浮遊하고 있는 細菌은 呼吸器官 등에서 菌株化되기도 하며, 落下되어 物品이나 手術部位 등을 汚染시키게 된다.¹⁶⁾ 또한 不完全한 滅菌이 病院内 感染을 誘發한 事實도 報告된 바 있어서¹⁷⁾ 本 研究에서는 病院感染의 要因中에서 空氣의 汚染狀態와 滅菌狀態에 對하여 調査한 結果를 報告하는 바이다.

II. 調査對象 및 方法

1. 調査對象

本 調査는 서울市內 1個 綜合病院을 對象으로 하여 病院内 空氣의 汚染狀態를 調査하기 위하여 1980

年 6月 2日부터 16日까지 2週間に 걸쳐서, 病院内의 여러 場所別로 落下細菌數 및 菌種 調査를 實施하였으며 滅菌狀態調査를 위하여는 滅菌器의 滅菌過程 檢查를 1980年 7月부터 12月까지 1週間隔으로 蒸氣 滅菌器 3대 및 Ethylene oxide gas 滅菌器 1대에 대하여 實施하였고 滅菌된 物品에 대한 滅菌狀態 調査는 滅菌過程을 거친 手術用器具로 메스 2種, 가위 2種, 모스키토 2種, 핀셋 2種, 방포(大, 小), 注射器 및 gauze 등 12種의 滅菌된 物品 및 消毒液으로는 病院에서 많이 쓰이고 있는 0.1% Hygine 및 irrigation saline 을 對象으로 하여 實施하였다.

2. 調査方法

(1) 空氣의 汚染狀態 調査

病院内의 여러 場所別로 11時에서 12時 사이에 Robert koch 法¹⁷⁾에 의하여 直徑 9cm의 1回用 standard plate 에 blood agar, Mac conkey agar 및 Sabouraud's agar 를 使用하여 測定코자 하는 室內의 地上 50cm 上方에 水平으로 두고, 5分間 露出後 37°C에서 48時間 培養후 菌集落數計算을 한 후 Gram 染色의 方法으로 도말검경하고, 生化學的 同定試驗을 하였다.

生化學檢查는 Catalase test, Oxidase test, Oxidative Fermentative test, 糖分解試驗, Hemolysis, Coagulase test 를 試驗하였다. 여기에서 나온 結果로 場所別 汚染狀態의 差異를 分散分析 一元 配置法을 利用하여 檢證하였다.

(2) 滅菌器의 滅菌過程 檢查

각 滅菌器에 대하여 1週間隔으로 滅菌過程 檢查를 生物菌의 方法으로 檢查하였다. Bacillus stearo-thermophilus 및 Bacillus subtilis var. niger 의 spore 가 들어있는 spore strip (Sybon, Castle 회사)을 滅菌할 package 속에 넣어서 蒸氣 滅菌器의 경우 溫度가 가장 낮은 排氣口 부위에 두고 滅菌過程이 끝난 후 package 속의 spore strip 을 꺼내어 Thioglycolate 培地에 72時間 培養하였다. 培養溫度는 37°C이며, 培養時에는 반드시 陽性 培養對照로 滅菌器에 露出안된 spore strip 을 培養하였고, 이때 대부분 24時間內에 陽性培陽이 觀察되었다.¹⁷⁾

(3) 滅菌된 物品의 檢查

滅菌된 物品에 대하여는 表面採取法¹⁸⁾을 利用하여 滅菌된 綿棒에 Thioglycolate 溶液을 적신 후 無菌造作으로 表面採取後 Brain Heart Infusion (BHI) broth 및 Thioglycolate broth 에 담아 37°C 에서

72時間 培養後 觀察하고, 7日째에 最終培養有無를 判定하였다. 消毒液으로는 0.1% Hygine 및 irrigation saline 을 無菌造作으로 1回用 注射器를 使用하여 5ml 씩 취하여 BHI 및 Thioglycolate broth에 넣어 37°C에서 培養하고 7日間 觀察하여 陽性有無를 判定하였다.

Ⅲ. 成績 및 考察

1. 空氣의 汚染狀態調查

(1) 場所別 汚染狀態

病院內的 각 場所에 따른 落下菌集落數는 表 1 과 같다.

病院內 場所別 落下菌數를 보면 表 1 과 같이 外來診療所가 25.3 菌集으로 가장 높았으며, 病室이 10.0 菌集, 藥局이 9.6 菌集, 營養室이 8.7 菌集, 回復室이 8.4 菌集, 育兒室이 6.4 菌集, 分娩場이 2.0 菌集, 新生兒隔離室 1.5 菌集, 手術室 1.4 菌集의 順序였으며 각 場所別로는 分散 分析한 結果 汚染狀態에 유

의한 差異가 있는 것으로 나타났다. ($F_{.99} = 3.2$, $p < 0.01$)

外來診療所가 25.3 菌集으로 가장 높고 感染統制를 實施하고 있는 手術室이 1.4 菌集, 新生兒隔離室이 1.5 菌集으로 낮게 나타난 것으로 사람의 往來가 비교적 빈번한 곳에서 空氣의 汚染度가 높아, 人的 요소가 空氣汚染에 作用함을 알 수 있었다. ¹⁹⁾室內空氣中の 落下菌數의 許容限度에 대하여는 일정한 規定은 없으나, 日本의 齋藤는 5分間 落下菌數가 50 菌集 以下이면 清淨, 50 ~ 75 菌集이면 要注意度, 75 ~ 100 菌集이면 高度汚染이라고 判定하였는데 ²⁰⁾本 研究調査에서는 平均 8.6 ± 6.2 /plate/5min을 나타내어 清淨의 範圍에 드나 이는 一般室內 空氣에 대한 것이며, 病院의 入院患者는 抵抗力이 떨어져 健康人보다 感染에 露出되기 쉽기 때문에 病院空氣中の 微生物 基準値는 더욱 낮은 선에서 定해져야 될 것이라고 생각한다.

(2) 汚染된 菌種의 分類

위의 場所別 落下菌數 檢査에서 培養된 71個 培地

Table 1. Results of colony counts-per-plate from air sampling according to place.

Place	colony	petridish	Mean \pm S.D
Wards (plural)	100	10	10.0 \pm 8.7
Food service	87	10	8.7 \pm 7.3
OPD floor	253	10	25.3 \pm 15.2
Pharmacy	48	5	9.6 \pm 8.8
New born baby isolated room	12	8	1.5 \pm 1.0
Nursery	45	7	6.4 \pm 4.3
OP room	11	8	1.4 \pm 1.5
Delivery room	16	8	2.0 \pm 1.8
Recovery room	42	5	8.4 \pm 6.8
Sum	614	71	8.6

Table 2. Analysis of variance colony counts-per-plate according to place.

variance	sum of sq.	Degree of free	mean sq.	variation ratio
among	853.3	8	106.7	** 3.2
within	2053.6	62	33.1	
sum	2906.9	70		

$F_{0.99} (8.62) = 2.95$

$p < 0.01$

中 35 個를 選定하여 生化學的 檢査를 實施하여 分利된 菌秩는 다음 表 3 과 같다.

菌種의 分類에 있어서는 總 310 菌株中 staphylococcus epidermidis 가 100 菌株(32.3%), Micrococcus species 가 80 菌株(25.8%), corynebacterium 이 51 菌株(16.5%) 등으로 나타났다.

美國의 Greene 이 1962 年 두 綜合病院을 대상으로 調查하여 報告한 病院空氣에 대한 菌의 分類에 의하면 Gram positive cocci는 42.6%, Gram positive rod는 19.2%, Gram negative rod 14%, fungus 1.2%였는데²¹⁾ 本 調查에서는 Gram positive cocci

66.5%, Gram positive rod는 18.4%, Gram negative rod는 8.7%, fungus 4.5%로 나타나서 비슷한 分布를 보이고 있다.

病院內 感染의 原因菌株에 대하여는 1960 年代까지는 주로 Staphylococcus 가 問題視되었으나, 요즘은 抵抗性이 높은 E. coli, Pseudomonas, Proteus 및 Acinetobacter 등의 Gram negative 腸內細菌이 더 問題視되고 있다.²²⁾ 本 調查에서 抗生劑에 대한 耐性이 높은 Staphylococcus aureus (7 菌株), Acinetobacter Iwoffi (5 菌株), Alcaligenes species(7 菌株) 등²³⁾ 이 檢出된 것은 우리가 關心을 가지고 생

Table 3. Types of Microorganism

Organisms identified	colony	Organisms identified	colony
Staphylococcus epidermidis	100	Penicillium	2
Micrococcus species	80	Candida species	2
Corynebacterium	51	Neisseria flava	2
Non-hemolytic staphylococcus	8	Micrococcus tetragenes	1
Staphylococcus aureus	7	Bacillus species	1
Alcaligenes species	7	Acinetobacter anitratus	1
Aspergillus	5	Enterobacter agglomerans	1
α-hemolytic streptococcus	5	Acinetobacterium species	1
Acinetobacter Iwoffi	5	Pseudomonas fluorescens	1
Bacillus subtilis	5	Pseudomonas maltophilia	1
Escherichia coli	3	Klebsiella pneumoniae	1
Pseudomonas aeruginosa	2	Pseudomonas maltophilia	1
β-hemolytic streptococcus	2	Saccharomyces	1
Serratia	2	Mucor	1
Rhizopus	1	Neisseria sicca	1
Streptomyces	1	Hemophilus	1
Trichosporon	1	Serratia marcescens	1
Enterococcus'	3	Others	2
Sum			310

Table 4. Gram stains of colony in air sampling

Classification of Microorganisms	Colony	%	Genes of organisms
Gram (+) cocci	206	66.5	Staphylococcus & Microorganisms
Gram (+) rod	57	18.4	Corynebacterium sp.
Gram (-) cocci	4	1.3	Neisseria flava
Gram (-) rod	27	8.7	Alcaligenes sp.
Fungus	14	4.5	Aspergillus sp. Candida sp.
Others	2	0.6	
Sum	3310	100.	

각해야 할 문제이다.

2. 滅菌器의 滅菌過程 檢査

滅菌器의 滅菌過程에 對한 狀態 檢査成績은 表 5 와 같다.

Table 5. Results of monitoring of sterilization process

Sterilizer	No. of tests	Positive culture	
	1	15	2
autoclave	2	13	0
	3	13	0
E.O gas	13		3

生物學의 方法을 利用한 滅菌器의 滅菌過程 狀態는 蒸氣 滅菌器 3대의 總 檢査 回數 41 回中 2回(4.9%)에서 spore-strip의 陽性培養이 觀察되었으며, EO (ethylene oxide) gas 滅菌器는 13 回中 3回(23%)에서 陽性培養이 觀察되어 問題點이 대두되었다. 그러므로 이들에 對한 定期的인 檢査의 必要性이 있음을 나타내고 있다.

Ethylene oxide gas 滅菌法은 熱에 弱한 plastic 製品등의 滅菌에 利用되는 方法인데, 이 때에는 gas의 濃度(45 ~ 1500 mg/l) 溫度(21 ~ 60 °C), 濕度(35 ~ 60% 相對濕度) 및 滅菌時間(4 ~ 12 hr)등을 잘 調節해 주어야 하며 이중 한가지가 변하면 다른 세 條件도 變化 調整해 주어야 한다.^{24) 25)}

3. 滅菌된 物品 檢査

滅菌된 物品 및 消毒液의 滅菌狀態는 表 6 과 같다.

Table 6. Results of sterility degree of instruments and disinfectants

	No. of tests	Positive culture
Instruments	30	0
Disinfectants	5	1

일단 滅菌器를 통하여 處理된 物品의 滅菌狀態 檢査 結果 陽性培養은 한 件도 없었으며 消毒液의 細菌培養 結果, 5 回中 1回에서 *Corynebacterium* species의 汚染이 있었으며, 이들에 對한 定期的인 檢査의 必要性이 있음을 나타내고 있다. 消毒液에는 *Pseudomonas aeruginosa* 등이 resistant 한 경우가 있다.¹⁷⁾

IV. 總括 및 結論

本 調査에서는 病院內 空氣汚染狀態와 滅菌狀態를 調査하기 위하여 1980年 6月부터 12月까지 서울시內 1個 綜合病院을 對象으로 하여 落下菌培養檢査 및 滅菌器의 滅菌過程檢査와 滅菌된 物品檢査를 實施하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 場所別 空氣의 汚染狀態는 각 場所別로 유의한 差異가 있는 것으로 나타났으며($F_{.99} = 3.2, p < 0.01$), 外來診療所가 25.3 菌集으로 가장 높았으며, 手術室이 1.4 菌集으로 가장 낮은 汚染度를 나타내었다.

2. 落下菌數 調査에서는 平均 8.6 ± 6.2 /plate/5 min.의 結果를 나타내어 齋藤²⁰⁾이 提案한 室內空氣의 許容值를 基準으로 할때 淸淨의 범위에 들어 아주 良好한 狀態이었다.

3. 菌種의 Gram stain 분류에서 Gram(+) cocci 66.5%, Gram(+) rod 18.4%, Gram(-) cocci 1.3%, Gram(-) rod 8.7%, fungus 4.5%의 비율을 나타내어 Greene²¹⁾이 檢査한 것과 비슷한 分布를 보였다.

4. spore strip을 利用한 滅菌器의 滅菌狀態 調査에서는 蒸氣 滅菌器는 14 回中 2回(4.9%)에서 陽性培養이 관찰되었으며, EO (ethylene oxide) gas 滅菌器에서는 13 回中 3回(23%)에서 陽性培養이 觀察되었다.

5. 滅菌된 物品의 檢査에서는 일단 滅菌器를 통해서 處理된 物品의 滅菌狀態 檢査結果 陽成培養은 한 件도 없었으며 消毒液의 細菌 培養結果는 5 回中 1回(20%)에서 陽性培養이 觀察되었다.

結論의으로 病院內 感染을 줄이기 위하여는 淸淨한 病院內 空氣의 維持가 필요하며, 滅菌器 및 滅菌된 物品에 對한 定期的인 檢査와 管理가 實施되어야 할 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

1. Stamm WE. Nosocomial infection : Etiologic changes, therapeutic challenges, Hospital-practice, 16:75, 1981.
2. Stamm WE. Elements of an active, effective infection control program, Hospitals(JAHA) 50 (23):60, 1976.

3. Polakavetz SM. Dunne ME and Cook JS : The hidden cost in Health care, Hospitals (JAHA) 52:101. 1978.
4. Munster AW : Combating-hospital infection: New concepts for the '70s. Hospitals (JAHA) 9:85, 1975.
5. 李元暢: 病院 空氣 感染에 對한 研究, 公衆保健雜誌, 1:38, 1964.
6. 朴京民: 病院 感染에 對한 研究 (제 1 보) 病院 環境 및 器材에 있어서 포도상 구균의 동태, 의학 다이제스트, 3:57, 1961.
7. 원치규: 병원감염에 관한 연구 (제 2 보) - 의료 종사원 및 입원환자에 있어서의 포도상 구균의 동태. 서울의대잡지. 3:65, 1961.
8. 전중휘: 포도구균 감염증, 종합의학. 6:97, 1961.
9. 전중휘: 병원 포도 구균 감염증, 군진의학. 8. 1. 1961.
10. Stamm WE. Bennett JV : Nosocomial infections, in communicable and infectious disease. 8th ed. Top FH Sr. Wehrle PF (Eds). CV Mosby Co, St. Louis. 1976. Chap. 48 pp.467-486.
11. McNamara, JJ, et. al : A Study of the Bacterial Patterns of Hospital Infections, Annals of Internal Medicine; Vol. 66 No. 3 p. 480-488, March. 1967.
12. 김진복: 병원 감염증의 문제점, postgraduate Medical Digest, Vol. 5, No. 4. p. 133-141, 1977.
13. 양학도: 병원 감염에 대한 문제, 중앙의학. Vol. 22, No. 4, p. 377-381. 1972.
14. Burrows, W. : Textbook of Microbiology, 20th Ed. W.B. Saunders Company Inc. Philadelphia, London, Toronto, p.263-265, 1973.
15. Witon, C.J. : Microbiology with application to Nursing, McGraw-Hill book company Inc., New York, p.200-207, 1956.
16. Schwan, A. et. al : Airborne contamination and postoperative infection after total hip replacement, acta. orthop. Vol. 48. p.86-94, 1977.
17. Norris, JR. : Methods in Microbiology, Vol. 1. Academic Press, London & New York, p.427-450, 1969.
18. Hall LB and Hartnett MJ : Measurement of the bacterial contamination on surface in hospitals.
19. Riemensrider DK : Quality Controlling the environment, Hospitals. (JAHA) 48:103, 1972.
20. 齊藤功 落下菌數に 關する 研究 Tokyo-To Lab. for Medical Science. Annual Report 1. p.60-61. 1949-1950.
21. Greene. V.W. et. al : Microbiological Contaminations of Hospital Air. Applied Microbiology. Vol. 10. No. 6. p.561-566. November. 1962.
22. Eichhoff. J.C., et. al : Surveillance of Nosocomial Infections in community hospitals, J. of Infectious Diseases, Vol. 120. No. 3. p.305-316. September. 1969.
23. Smylie. H.G. et. al : Ward design in relation to postoperative wound infections. part 1. British MJ. Vol. 1. No. 67. 1971.
24. Benarde MA and Heghc : Ethylene Oxide Sterilization Hospitals. JAHA. 44:62, 1970.
25. Porter KW : Eo: Despite call for FDA action research goes on: Hospitals JAHA. 47:117, 1973.