

ジェット式ネブライザーの微生物汚染とその消毒法

足立タツ子・尾家 重治・神 谷 晃

山口大学医学部附属病院薬剤部*

(平成4年5月27日受付・平成4年9月30日受理)

貯水槽付きジェット式ネブライザーの微生物汚染について調査すると共に、その適切な消毒法についても検討を加えた。調査した貯水槽付きジェット式ネブライザーの3機種、計10台中9台に、 $10^3 \sim 10^6$ 個/ml レベルの細菌汚染が見られた。主な汚染菌種は、*Pseudomonas cepacia* や *Flavobacterium meningosepticum* などのブドウ糖非発酵グラム陰性桿菌であった。すなわち、ジェット式ネブライザーは微生物汚染を受け易いことが判明した。また、本装置は構造的にノズル（ジェット）部分の薬液消毒がきわめて困難であり、通常の薬液消毒はほとんど無効であった。一方、温水消毒は短時間の浸漬で有効性を示し、温水（70°C、3分間）がもっとも良い消毒法であることが明らかとなった。

Keywords: ジェット式ネブライザー、微生物汚染、温水、消毒、*Pseudomonas cepacia*

微生物汚染を受けたネブライザーは、微細なエアゾルとともに微生物を噴出する¹⁾。したがって、濃厚な微生物汚染を受けたネブライザーは感染源となり得るが²⁻⁸⁾、本邦ではその微生物汚染対策はとかくおろそかにされているのが現状である。特に、霧吹きの実理を応用したジェット式ネブライザー（Fig. 1）では、ノズル（ジェット）部分の薬液消毒が構造上きわめて困難であるため^{9,10)}、濃厚微生物汚染が懸念される。そこで著者らは、使用中のジェット式ネブライザーの微生物汚染について調査すると共に、そ

の消毒法についても検討を加えた。

I. 材料と方法

1. 使用ネブライザー

山口大学医学部附属病院入院病棟の3診療科において、酸素加湿の目的で使用されていたピューリタンバブルジェット®ネブライザー（米国ピューリタンベネット社）（Fig. 1, 左）4台、ピューリタン®ネブライザー（米国ピューリタンベネット社）（Fig. 1, 中）2台、およびインスピロン®ネブライザー（米国インスピロン社）（Fig. 1, 右）4台の計10台について調査した。

2. 微生物汚染度と検出菌

各ネブライザーの貯水槽水の微生物汚染度とその汚染菌の同定を行った。

微生物の定量は、滅菌生理食塩水を用いる10倍段階希釈法により行った。用いた培地は、細菌用としてはTrypticase soy agar (BBL)、真菌用としてはSabouraud dextrose agar (栄研化学)である。培養の温度および時間は、細菌では30°C・24～72時間、真菌では25°C・48時間～7日間である。ここで細菌の培養温度は、汚染菌として検出される可能性が高いブドウ糖非発酵グラム陰性桿菌の増殖にも好適な30°Cとした。

微生物の同定は、グラム染色、形態学的検査、酸化還元 (OF) テスト、チトクローム・オキシダーゼ試験、およびアピ20NEならびにアピCオキサノグラ



① Puritan bubble-jet® nebulizer
② Puritan® nebulizer
③ Inspiron® nebulizer

Fig. 1. Three kinds of reservoir jet-type nebulizers.

* 山口県宇部市小串 1144

ム (いずれもアスカ純薬) を用いて行った。なお、調査したジェット式ネブライザーの管理法については、担当ナースに聞き取り調査を行った。

3. 微生物汚染ネブライザーの消毒法

以下のようにして調製した微生物汚染ネブライザー (ピューリタンバブルジェット®ネブライザー, ピューリタン®ネブライザー, インスパイロン®ネブライザー) に対する3種類の消毒法の効力について比較検討した。

(1) 汚染ネブライザーの作製法

各ネブライザーの貯水槽に, *Pseudomonas cepacia* を数個/ml 含有させた滅菌精製水 400 ml を入れた後, 実際の使用に準じた酸素通気 (流量; 5 l/分) を5分間行った。この後, これらのネブライザーを 30°C の恒温槽内に 24 時間放置した。このような“酸素通気→24 時間放置”の操作を 3 回繰り返すことにより, 貯水槽水が $10^4 \sim 10^5$ 個/ml の *P. cepacia* 汚染を受けた汚染ネブライザーを調製した。なお, この貯水槽水中の汚染菌量を実測し, その値を消毒前の値 (図中では Pre と示す) とした。用いた *P. cepacia* は前項のジェット式ネブライザーの微生物汚染調査の際に分離した株であり, その保存は室温において滅菌精製水中で行っていた。また, 酸素通気を行ったのは, ネブライザー装置内に *P. cepacia* を十分付着させるためであり, 通気時間を 24 時間連続とせず 5 分間としたのは, 経済的理由からである。

(2) 消毒剤による除菌効果

前項により調製した微生物汚染ネブライザーの本体および貯水槽に対して, 次のような3種の消毒法を行

った; (1) 0.5% クロルヘキシジン (ヒピテン®, ICI ファーマ) への 1 時間浸漬, (2) 0.01% (100 ppm) 次亜塩素酸ナトリウム (ミルトン®, P & G) への 1 時間浸漬, (3) 70°C の温水への 3 分間浸漬。ここで, 生理食塩水への 1 時間浸漬を対照とした。これらの操作後, 本体および貯水槽を一定量の滅菌精製水 (200 ml) でリンスした。その後, それぞれの貯水槽に滅菌精製水 400 ml を入れて 5 分間のネブライザー酸素通気を行った後, 貯水槽水の細菌を定量し, これらの結果を消毒直後の値, すなわち 0 日目の測定値とした。また, これらのネブライザーを 30°C の恒温槽内に 24 時間放置し, 再び 5 分間の酸素通気を行った後, 再び細菌検査に供し, これらの結果を消毒後 1 日目の値とした。同様の操作を 4 日間繰り返した。なお本実験は, 3 機種すべてに対してそれぞれの消毒法につき 3 回ずつ繰り返し, それらの生菌数の平均値と標準偏差を算出した。

II. 結 果

1. 微生物汚染度と検出菌

使用中の3種のジェット式ネブライザー, 計 10 台の貯水槽水の汚染菌量と主な汚染菌種を Table 1 に示した。10 台中 9 台が $10^3 \sim 10^6$ 個/ml レベルの汚染菌量であり, 主な汚染菌種は, *P. cepacia*, *P. paucimobilis*, および *Flavobacterium meningosepticum* などのブドウ糖非発酵グラム陰性桿菌であり, 真菌類は検出されなかった。調査したジェット式ネブライザーの管理法は, 3 診療科いずれも同様であり, 数日間連続使用した後にクロルヘキシジンへ浸漬し, その後水道水でリンスして室内放置後またはただちに再使用する

Table 1. Culture results from reservoirs of in-use jet-type nebulizers (n=10)

Sample no.	Microbial counts/ml	Contaminants	Type of nebulizer
1	2.0×10^6	<i>Pseudomonas cepacia</i>	Puritan®
2	2.5×10^5	<i>Pseudomonas cepacia</i>	Puritan®
3	2.0×10^5	<i>Pseudomonas paucimobilis</i>	Puritan bubble-jet®
4	1.1×10^5	<i>Flavobacterium meningosepticum</i>	Puritan bubble-jet®
5	1.2×10^4	<i>Flavobacterium meningosepticum</i> <i>Pseudomonas acidovorans</i> <i>Pseudomonas cepacia</i>	Puritan bubble-jet®
6	5.7×10^3	<i>Pseudomonas paucimobilis</i>	Puritan bubble-jet®
7	5.0×10^3	<i>Pseudomonas paucimobilis</i>	Inspiron®
8	4.4×10^3	<i>Pseudomonas cepacia</i>	Inspiron®
9	2.0×10^3	other GNGB*	Inspiron®
10	<10	—	Inspiron®

* Glucose nonfermentative gram-negative bacilli

方法を行っていた。ここで、クロルヘキシジンの濃度および浸漬時間、ならびに室内放置の時間は不明であった。また、使用開始時の貯水槽への給水には、3診療科とも滅菌精製水（光製薬）を用いていた。

2. 消毒剤による除菌効果

汚染ネブライザーを各種消毒法で消毒した結果をFigs. 2~4に示した。ピューリタンバブルジェット®ネブライザー（Fig. 2）では、0.5%クロルヘキシジンへの1時間浸漬は対照と同様のパターンとなり、消毒効果を示さなかった。また0.01%次亜塩素酸ナトリウムへの1時間浸漬は消毒直後に *P. cepacia* を急速に減少させたものの、経時的にその増殖を許し、消毒効果が不十分であった。一方、70°C・3分間の温水消毒後は4日後でも、十分な消毒効果を示した。

またピューリタン®ネブライザーでの結果（Fig. 3）は、ピューリタンバブルジェット®ネブライザーでの結果（Fig. 2）とほぼ同様であった。

一方インスパイロン®ネブライザー（Fig. 4）では、0.5%クロルヘキシジンへの1時間浸漬は消毒効果を示さなかったものの、0.01%次亜塩素酸ナトリウムへの1時間浸漬および70°Cの温水への3分間の浸漬は十分な消毒効果を示した。

III. 考 察

病院で汎用されている貯水槽付きジェット式ネブライザーの微生物汚染状況について調査したところ、そ

の多くは $10^3 \sim 10^6$ 個/ml の汚染を受けていることが判明した（Table 1）。その汚染菌種は *P. cepacia* や *Flavobacterium meningosepticum* などの環境常在菌であり、比較的病原性の弱い菌種である。しかし、本例のような高濃度汚染であれば免疫機能低下患者など

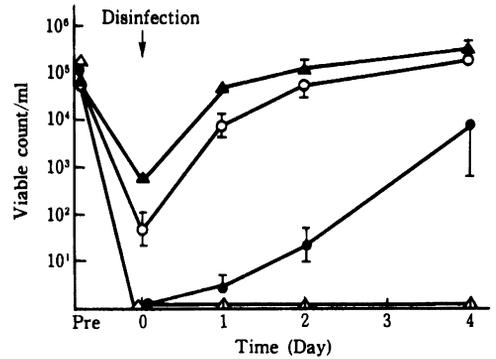


Fig. 3. Survival of *Pseudomonas cepacia* in reservoir water of Puritan® nebulizer after immersion of the artificially contaminated machine in 0.5% chlorhexidine for 1 h (○), 0.01% hypochlorite for 1 h (●), hot water at 70°C for 3 min (△), and physiological saline for 1 h as a control (▲). Data represent the mean \pm S.D. of 3 experiments. Pre: before disinfection

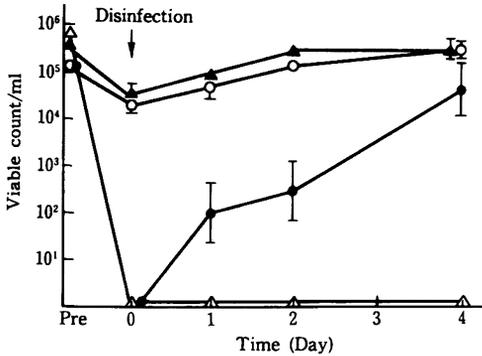


Fig. 2. Survival of *Pseudomonas cepacia* in reservoir water of Puritan bubble-jet® nebulizer after immersion of the artificially contaminated machine in 0.5% chlorhexidine for 1 h (○), 0.01% hypochlorite for 1 h (●), hot water at 70°C for 3 min (△), and physiological saline for 1 h as a control (▲). Data represent the mean \pm S.D. of 3 experiments. Pre: before disinfection

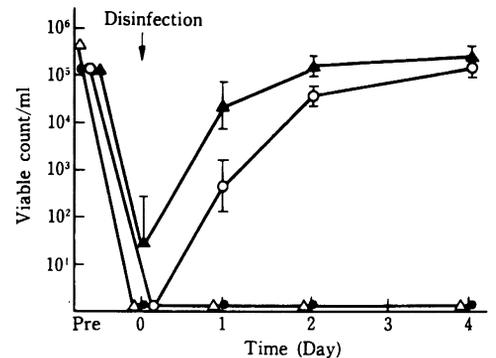


Fig. 4. Survival of *Pseudomonas cepacia* in reservoir water of Inspiron® nebulizer after immersion of the artificially contaminated machine in 0.5% chlorhexidine for 1 h (○), 0.01% hypochlorite for 1 h (●), hot water at 70°C for 3 min (△), and physiological saline for 1 h as a control (▲). Data represent the mean \pm S.D. of 3 experiments. Pre: before disinfection

では感染の危険があると考えられる^{11,12)}。本ネブライザーは、術後患者や意識低下患者に繁用されていることを考慮すると、その微生物汚染防止には十分注意を払う必要があろう。

汚染ネブライザーの消毒法の検討では、70°Cの温水への3分間浸漬が良好な結果を示した(Figs. 2~4)。温水は残留性に関する心配がまったくなく、かつ安価である¹³⁾。しかも、70°C程度の給湯設備のある病院は多い。したがって、構造的にノズル部分の薬液消毒が行い難いジェット式ネブライザーの消毒には、70°C・3分間や80°C・1分間¹⁴⁾などの温水消毒が有用と考えられる。

なお、0.01%次亜塩素酸ナトリウムへの1時間浸漬は、ピューリタンバブルジェット®ネブライザーやピューリタン®ネブライザーの消毒には無効であった(Figs. 2, 3)が、インスパイロン®ネブライザーの消毒には有効であった(Fig. 4)。この相違は、ノズル部分への薬液の浸透性に機種間で差があることに起因していると考えられる。すなわち、ピューリタンバブルジェット®ネブライザーやピューリタン®ネブライザーではノズル部分へ薬液が浸透し難いが、比較的ノズル部分の径が大きくて単純な構造のインスパイロン®ネブライザーでは、ノズル部分への薬液浸透が比較的容易であったためと思われる。したがって、0.01%次亜塩素酸ナトリウムへの1時間浸漬は、インスパイロン®ネブライザーや、ノズル部分がないため構造的に消毒し易い超音波ネブライザーの消毒などには有効といえよう。

一方、0.5%クロルヘキシジンへの1時間浸漬は、比較的薬液浸透性の良いインスパイロン®ネブライザーを含む3種のジェット式ネブライザーの消毒には無効であった(Figs. 2~4)。P. cepaciaなどのブドウ糖非発酵菌の一部は、クロルヘキシジンに耐性であることがすでに知られている¹⁵⁻¹⁸⁾ので、ネブライザーの消毒には不向きであると思われる。

以上、貯水槽付きジェット式ネブライザーは細菌汚染を受けやすいこと、またその汚染防止には温水消毒が有効なことが判明した。すなわち、貯水槽付きジェット式ネブライザーには、2~4日間毎の定期的な温水消毒(70°C・3分間など)が推奨される。

文 献

- 1) Vesley D, Anderson J, Halbert M M, Wyman L: Bacterial output from three respiratory therapy humidifying devices. *Respir Care* 24: 228~234, 1979
- 2) Botman M J, Krieger R A: Contamination of

small-volume medication nebulizers and its association with oropharyngeal colonization. *J Hosp Infect* 10: 204~208, 1987

- 3) Schaffner W, Reisig G, Verrall R A: Outbreak of *Pseudomonas cepacia* infection due to contaminated anaesthetics. *Lancet* i: 1050~1051, 1973
- 4) Rhoades E R, Ringrose R, Mohr J A, Brooks L, Mckown B A, Felton F: Contamination of ultrasonic nebulization equipment with gram negative bacteria. *Arch Intern Med* 127: 228~232, 1971
- 5) Sanders C V, Luby J P, Johanson W G, Barnett J A, Sanford J P: *Serratia marcescens* infections from inhalation therapy medications: Nosocomial outbreak. *Ann Intern Med* 73: 15~21, 1970
- 6) Pierce A K, Sanford J P, Thomas G D, Leonard J S: Long-term evaluation of decontamination of inhalation-therapy equipment and the occurrence of necrotizing pneumonia. *New Engl J Med* 282: 528~530, 1970
- 7) Ringrose R E, Mckown B, Felton F G, Barglay B O, Mughmore H G, Rhoades E R: A hospital outbreak of *Serratia marcescens* associated with ultrasonic nebulizers. *Ann Intern Med* 69: 719~729, 1968
- 8) Mertz J J, Scharer L, McClement J H: A hospital outbreak of *Klebsiella pneumonia* from inhalation therapy with contaminated aerosol solutions. *Am Rev Respir Dis* 95: 454~460, 1967
- 9) Sanford J P: Role of nebulization equipment. In *Hospital Infections*, 2nd ed. (Bennett J V, Brachman P S, ed.), pp. 393~395, Little Brown and Company, Boston, 1986
- 10) Reinartz J A, Pierce A K, Mays B B, Sanford J P: The potential role of inhalation therapy equipment in nosocomial pulmonary infection. *J Clin Invest* 44: 831~839, 1965
- 11) Ishidate T, Iitake K, Yoshida S, Sakai T: *Pseudomonas cepacia* infection in children. *Int J Pediatr Nephrol* 3: 99~102, 1982
- 12) 猪狩 淳, 小酒井望, 小栗豊子: *Flavobacterium meningosepticum* の臨床細菌学的検討. *Jap J Antibiotics* 33: 240~248, 1977
- 13) Maurer I M: The best method of disinfection. In *Hospital Hygiene*, 3rd ed, pp. 19~33, Edward Arnold, London, 1985
- 14) Fallon R J, et. al.: Disinfection processes hot water/steam disinfection. In *Sterilization and Disinfection of Heat-labile Equipment Working Party Report No. 2*, pp. 44~47, Central sterilising club, London, 1986
- 15) 尾家重治, 神代 昭: クロルヘキシジンと低濃度エタノールとの併用による消毒効果. *薬学雑誌* 104: 780~785, 1984
- 16) Kahan A, Philippon A, Paul G, Weber S, Richard C, Hazebroucq G, Degeorges M:

- Nosocomial infection by chlorhexidine solution contaminated with *Pseudomonas pickettii* (Biovar VA-1). J Infect 7: 256~263, 1983
- 17) Anyiwo C E, Coker A O, Daniel S O: *Pseudomonas aeruginosa* in postoperative wounds from chlorhexidine solutions. J Hosp Infect 3: 189~191, 1982
- 18) Speller D C E, Stephens M E, Viant A C: Hospital infection by *Pseudomonas cepacia*. Lancet i: 798, 1971

Microbial contamination of jet mode nebulizer and its disinfection

Tatsuko Adachi, Shigeharu Oie and Akira Kamiya

Department of Pharmacy, Yamaguchi University Hospital, 1144 Kogushi, Ube 755, Japan

Microbial contamination of three kinds of in-use jet type nebulizers with reservoir and disinfection methods for these nebulizers were investigated. Nine of 10 nebulizers tested were contaminated by 10^3 – 10^6 viable counts/ml of organisms. The primary contaminants were glucose nonfermentative gram-negative bacilli such as *Pseudomonas cepacia* and *Flavobacterium meningosepticum*. Therefore, it is clear that the jet mode nebulizer is easily contaminated by microbes. The nozzle portions (jets) of these types of equipment have been structurally difficult to disinfect with chemical disinfectants. In this study, chemical disinfectants were essentially ineffective. On the other hand, hot water was very effective within a short time period. Consequently, it is obvious that hot water (70°C, for 3 min) is the most useful disinfection method for jet mode nebulizers.