

使用中の超音波加湿器の微生物汚染

尾 家 重 治・神 谷 晃

山口大学医学部附属病院薬剤部*

石 本 博 美

石本薬局

弘 長 恭 三

山口県立中央病院薬剤部

神 代 昭

新潟薬科大学薬剤学教室

(平成元年9月14日受付・平成元年10月11日受理)

微生物汚染を受けた超音波加湿器は、過敏性肺臓炎や感染症の原因となることが知られている。

今回、我々は学校、家庭、小売店、および美容院など市中で用いられていた超音波加湿器20台について、振動子水槽水の微生物汚染を調査したところ、13台は $10^4 \sim 10^5$ コ/mlレベル、また残り7台は $10^2 \sim 10^3$ コ/mlレベルの細菌汚染であった。すでに、 $10^4 \sim 10^5$ コ/mlレベルの細菌汚染を受けた超音波加湿器が過敏性肺臓炎の原因となったとの報告があるので、調査した超音波加湿器の過半数は、過敏性肺臓炎の原因となりうるということが推定できた。おもな汚染菌は、*Pseudomonas* 属などのブドウ糖非発酵菌であった。超音波加湿器の細菌汚染のおもな原因として、本装置が構造的に洗浄・消毒が困難であることがあげられる。

Key words : 超音波加湿器, 微生物汚染, ブドウ糖非発酵グラム陰性桿菌, 過敏性肺臓炎, 感染症

一般家庭などで広く用いられている超音波加湿器 (Fig. 1) は、コンパクトで加湿力が強いという特徴がある¹⁾。また、噴出するエアゾルは一見清潔感に溢れている。しかし、著者がさきに報告したように、本加湿器は構造的に洗浄が困難であるため汚れが付きやすい。また、作動後すみやかに振動子水槽水の水温は30℃付近に上昇し、微生物増殖に適する温度となる。さらに、新鮮な水道水を用水とした場合、超音波の作用で水道水中の残留塩素は急激に消失するため、殺菌効果の減弱が著しい。したがって、本加湿器は構造的に微生物汚染を受けやすい²⁾。

実際、超音波加湿器やこれに原理が類似した加湿器の微生物汚染が原因で、過敏性肺臓炎³⁻¹⁵⁾や感染症¹⁶⁻¹⁹⁾が生じたとの報告が多くなされており、超音波加湿器の微生物汚染には注意が払われねばならない。

今回、我々は、学校や家庭などで実際に使用されていた超音波加湿器の微生物汚染の現状を調査したので報告する。

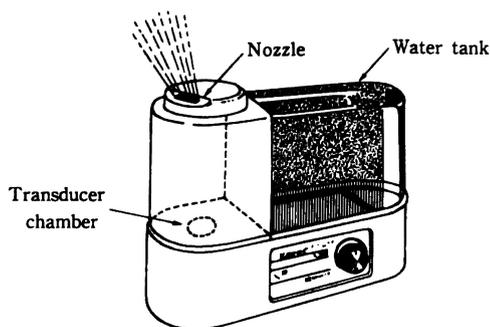


Fig. 1. Ultrasonic humidifier

I. 材料と方法

1. 超音波加湿器の汚染菌の定量と同定

1988年1～4月の間に山口県下で使用されていた超音波加湿器の20台について、その振動子水槽水の微生物の同定および定量を行なった。水タンクの水の入れ換えから、サンプル水採取までの時間は不明であ

る。20台の内訳は、学校が8台、一般家庭が6台、美容院が3台、薬局などの小売店が3台である。

微生物の定量は10倍段階希釈法により行なった。用いた培地は、細菌用としてトリプチケース・ソイ寒天培地 (BBL Co.) を、真菌用としてサプロー寒天培地、(栄研化学) を用いた。培養温度および時間は、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。

また同定は、グラム染色、形態学的検査、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オクサノグラム (いずれもアスカ純薬) を用いて行なった。

2. 超音波加湿器の取り扱い方法

微生物検査を実施した20台の超音波加湿器について、その振動子水槽の洗浄頻度、および水タンクの水

の入れ換え頻度の聞き取り調査を行なった。

II. 結 果

1. 超音波加湿器の汚染菌量とその菌種

Table 1に学校、一般家庭、美容院および小売店で使用中の20台の超音波加湿器の汚染菌量とそのおもな汚染菌種を示した。総菌量 10^8 コ/mlレベルが3台、 10^4 コ/mlレベルが10台、 10^3 コ/mlレベルが4台で、残りの3台は 10^2 コ/mlレベルであった。また、20台中8台からは 10^1 ～ 10^2 コ/mlレベルの真菌も検出された。

おもな検出菌種は、*Pseudomonas vesicularis*, *Pseudomonas paucimobilis*などの*Pseudomonas*属や、その他のブドウ糖非発酵菌であった。ブドウ糖非発酵菌の多くは、菌種までの同定が不能であった。

2. 超音波加湿器の取り扱い方法

Table 1. Culture results of 20 types of in-use ultrasonic humidifiers

Sample no.	Source	Microbial counts/ml	Contaminants
1	home	1.1×10^5	<i>Pseudomonas vesicularis</i>
		6.5×10^2	fungi
2	home	1.0×10^5	<i>Pseudomonas paucimobilis</i>
3	store	1.0×10^5	GNGB*
4	home	8.8×10^4	CDC gr. IV C-2
5	school	7.5×10^4	GNGB
		1.0×10^2	fungi
6	beauty parlor	5.5×10^4	<i>Pseudomonas paucimobilis</i>
7	school	4.1×10^4	GNGB
8	school	2.5×10^4	<i>Pseudomonas vesicularis</i>
		2.1×10^1	fungi
9	home	2.4×10^4	<i>Pseudomonas vesicularis</i>
10	beauty parlor	2.2×10^4	<i>Pseudomonas vesicularis</i>
		1.0×10^1	fungi
11	school	2.0×10^4	GNGB
		3.5×10^1	<i>Cryptococcus uniguttulatus</i>
12	store	2.0×10^4	GNGB
13	school	1.1×10^4	GNGB
		9.5×10^1	<i>Rhodotorula minuta</i>
14	school	5.0×10^3	<i>Pseudomonas paucimobilis</i>
		4.5×10^1	fungi
15	school	5.0×10^3	CDC gr. IV C-2
16	home	5.0×10^3	<i>Pseudomonas acidovorans</i>
17	home	1.2×10^3	GNGB
18	school	7.5×10^2	<i>Moraxella</i> spp.
19	beauty parlor	2.5×10^2	GNGB
		1.3×10^2	<i>Candida parapsilosis</i>
20	store	1.5×10^2	GNGB

* GNGB : glucose nonfermentative gram-negative bacilli

Table 2. Frequency of transducer chamber washing and tank water exchange in ultrasonic humidifiers (20 machines)

	Frequency	No. of machines
Transducer chamber washing	none	16
	every three months to one year	2
	every 7 days	2
Tank water exchange	every day	14
	every 2 to 7 days	6

水タンク水の入れ換えは、20台中14台が毎日行なっており、残りの6台は2～7日ごとに行なっていた。しかし、振動子水槽の洗浄頻度の調査では、まったく洗浄せずが16台、3か月～1年に1回が2台で、7日間に1回が2台であった (Table 2)。

なお、調査した計20台は、製造メーカー数が9社で、19機種に及んでいた。

III. 考 察

一般家庭や事務所などにおいて、微生物汚染を受けた超音波加湿器の使用による過敏性肺臓炎発症の報告^{3-7,12,13)}は多いが、報告されなかったり、見逃されているケースも含めると、本加湿器による過敏性肺臓炎の症例はかなりの数になると推定される。しかし、本加湿器の微生物汚染について調査したものは、著者が病院内で行なったものや²⁾、過敏性肺臓炎発症症例で用いられていた2台の加湿器について行なったもの^{3,12)}以外には、著者が調べた範囲では見当らない。そこで、市中で使用中の超音波加湿器の汚染度について調査したところ、20台中13台は $10^4 \sim 10^5$ コ/mlの細菌汚染を受けていることが明らかとなった。この菌量は、過敏性肺臓炎発症症例で報告されている汚染菌量^{3,12)}と同レベルである。すなわち、調査した20台の超音波加湿器の半数以上は、過敏性肺臓炎を発症し得る菌量で汚染を受けていたことになる。なお、調査した20台中3台では、 10^2 コ/mlレベルと比較的低菌量の汚染であった。これは、振動子水槽水の検査を、たまたま水タンク水の入れ換え直後に行なったためかもしれない。

本調査でのおもな汚染菌は、*Pseudomonas* spp. などのブドウ糖非発酵菌であった。内外の報告によると、加湿器による過敏性肺臓炎の原因として、*Flavobacterium* spp.³⁾、*Bacillus* spp.¹⁰⁾、真菌類^{5,6,11,13)}およびグラム陰性桿菌が産生するエンドトキシン^{9,12)}などがあげられている。しかし、因果関係は必ずしも明らか

にされていない。実際には1種の微生物というより、むしろ空气中に噴出される各種微生物とエンドトキシンの総合的作用により過敏性肺臓炎が生じる⁹⁾と考える方が妥当であろう。本調査では、エンドトキシンの定量を行なわなかったが、調べた振動子水槽水の多くは数種のブドウ糖非発酵菌で汚染され、また濁りも認められたことから、かなりの量のエンドトキシンの存在も推定される。

さきに著者らは、市販されている超音波加湿器は作動後速やかに微生物増殖に好適の条件となり、1日1回の水タンク水の入れ換えや1週間に1回の振動子水槽の洗浄では、汚染除去には不十分であることを報告した²⁾。今回の聞き取り調査では、水タンクの水の入れ換えは頻繁に行なわれていたものの、振動子水槽の洗浄はほとんどの例で行なわれていなかった。これは振動子水槽の洗浄が、その構造上困難であることに起因すると思われる。しかし、汚染防止には1日2回の振動子水槽の洗浄が必要であることも認められている。したがって、現在市販されている超音波加湿器では、他に何らかの対策を講じない限り、現実問題として汚染の防止は困難であると結論される。すなわち、超音波加湿器の振動子水槽を容易に洗浄が行なえる構造にするなど、微生物汚染防止の面で改良が必要であり、それらの改良が行なわれるまで、その使用を差し控えるのが望ましいと考えられる。

一般家庭や学校などでの加湿は、現時点ではエアゾルを噴出しない (すなわち微生物を噴出しない) 加湿器の使用がよいと考えられる。これらの加湿器には、フィルター気化式とヒーター加熱式の2種類がある。フィルター気化式加湿器は、濡れタオルの前に扇風機を置くといった原理のもので、加湿しすぎないという利点がある。しかし、やや場所を取る。一方、ヒーター加熱式加湿器は、やかんの水を沸騰させるような原理のもので、安価で小型であるが、倒した場合に火傷

を負う危険性がある (とくに小児)²⁰⁾。

なお、微生物汚染を受けた超音波加湿器による感染例は、すべて病院内での免疫機能低下患者で報告されている¹⁶⁻¹⁹⁾。したがって、病院内での超音波加湿器の使用は、一般市民の使用以上に制限されるべきものであり²¹⁾、米国ではすでに、疾病予防センターが「病室内での超音波加湿器の使用禁止」を勧告している²²⁾。しかし、気管支切開患者などでは、強力な加湿が必要な場合も多く、この場合、フィルター気化式やヒーター加熱式の加湿器は、十分な加湿が得られないなどの理由で不適である。このような患者に対しては、洗浄可能なタイプの超音波ネブライザー (ネスコムU-32型) の使用が有用と考えられる。

文 献

- 1) 平賀洋明, 三上理一郎, 加地正郎, 溝口 勲, 工藤翔二, 佐竹辰夫: 集中暖房に伴う低湿度環境に対する超音波加湿器応用に関する臨床疫学的研究。日胸疾会誌 19: 631 ~ 640, 1981
- 2) 尾家重治, 弘長恭三, 神代 昭: 超音波加湿器の微生物汚染。防菌防黴 16: 405 ~ 410, 1988
- 3) 松本博之, 中野 均, 藤兼俊明, 赤石直之, 佐々木信博, 清水哲雄, 小野寺荘吉: 家庭用加湿器による過敏性肺臓炎の1例。日胸疾会誌 25: 1015 ~ 1020, 1987
- 4) 大関一郎, 鈴木宏子, 本田克二, 横山 剛, 河合健, 高田 肇, 天野 洋: 加湿器肺の1例。アレルギーの臨床 No. 22: 38 ~ 41, 1983
- 5) 石原享介, 中井 準, 坂本広子, 李 英徹, 岩崎博信, 梅田文一, 恒田時雄, 瀬尾憲正: 重篤な症状を来たしたいわゆる加湿器肺の1例。日胸疾会誌 20: 688 ~ 693, 1982
- 6) 大田 健, 秋山一男, 宮本昭正, 堀内淑彦: 加湿器の水と沈降反応陽性を呈した空調病の1例。ibid 18: 532 ~ 538, 1980
- 7) 滝沢敬夫, 永井厚志, 栗原 毅: 加湿器熱。日本医事新報 No. 2904: 9 ~ 14, 1979
- 8) HODGSON M J, MOREY P R, SIMON J S, WATERS T D, FINK J N: An outbreak of recurrent acute and chronic hypersensitivity pneumonitis in office workers. Am J Epidemiol 125: 631 ~ 638, 1987
- 9) RYLANDER R, HAGLIND P: Airborne endotoxins and humidifier disease. Clin Allergy 14: 109 ~

- 112, 1984
- 10) PARROTT W F: Another causal factor in the production of humidifier fever. J Soc Occup Med 30: 63 ~ 68, 1980
- 11) SOLLEY G O, HYATT R E: Hypersensitivity pneumonitis induced by *Penicillium* species. J Allergy Clin Immunol 65: 65 ~ 70, 1980
- 12) RYLANDER R, HAGLIND P, LUNDBOLM M, MATTSBY I, SIENQVIST K: Humidifier fever and endotoxin exposure. Clin Allergy 8: 511 ~ 516, 1978
- 13) BURKE G W, CARRINGTON C B, STRAUSS R, FINK J N, GAENSER A: Allergic alveolitis caused by home humidifiers. JAMA 238: 2705 ~ 2708, 1977
- 14) EDWARDS J H, GRIFFITHS A J, MULLINS J: Protozoa as sources of antigen in 'humidifier fever.' Nature 264: 438 ~ 439, 1976
- 15) CAMPBELL I A, COCKCROFT A E, EDWARDS J H, JONES M: Humidifier fever in an operating theatre. Br Med J ii: 1036, 1979
- 16) GERVICH D H, GROUT C S: An outbreak of nosocomial *Acinetobacter* infections from humidifiers. Am J Infect Control 13: 210 ~ 215, 1985
- 17) KAAJ A, SIMOONS-SMIT A M, MACLAREN D M: Another source of aerosol causing nosocomial Legionnaires' disease. J Infect 11: 145 ~ 148, 1985
- 18) SMITH P W, MASSANARI R M: Room humidifiers as the source of *Acinetobacter* infections. JAMA 237: 795 ~ 797, 1977
- 19) GRIEBLE H G, COLTON F R, BIRD T J, TOIGO A, GRIFFITH L G: Fine-particle humidifiers. Source of *Pseudomonas aeruginosa* infections in a respiratory disease unit. N Engl J Med 282: 531 ~ 535, 1970
- 20) CHATBURN R L, LOUGH M D, KLINGER J D: An in-hospital evaluation of the sonic mist ultrasonic room humidifier. Respir Care 29: 893 ~ 899, 1984
- 21) CROWLEY T P: Let's eliminate those room humidifiers. Mich Med 82: 739, 1983
- 22) SIMMONS B P, WONG E S: Guideline for prevention of nosocomial pneumonia. Infect Control 3: 327 ~ 333, 1982

MICROBIAL CONTAMINATION OF IN-USE ULTRASONIC ROOM HUMIDIFIERS

SHIGEHARU OIE and AKIRA KAMIYA

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

HIROMI ISHIMOTO

Ishimoto Pharmacy

KYOZO HIRONAGA

Department of Pharmacy, Yamaguchi Prefectural Central Hospital

AKIRA KOSHIRO

Department of Pharmaceutics, Niigata College of Pharmacy

Hypersensitivity pneumonitis or infection have been associated with the use of microbially contaminated ultrasonic humidifiers.

In this study, we measured the contamination density of ultrasonic humidifiers used in such places as schools, homes, stores and beauty parlors.

The water in the transducer chambers of the machines was tested. Of 20 types of machine, 13 contained $10^4 \sim 10^5$ viable bacterial cells/ml and the remainder $10^2 \sim 10^3$ cells/ml.

Ultrasonic humidifiers contaminated at a concentration of $10^4 \sim 10^5$ cells/ml have been reported to induce hypersensitivity pneumonitis, indicating that over half of the in-use machines tested could be a source of this disorder. The primary contaminants were glucose nonfermentative gram-negative bacilli such as *Pseudomonas* spp. The heavy contamination of ultrasonic humidifiers was mainly attributed to the difficulty in keeping these machines clean.