原著

電子体温計の殺菌処理

城野久美子* 熊田陽子*
久野光造* 東出栄治*

Disinfection of Digital Clinical Thermometers

*Kumiko Jōno, Yōko Kumada,
Mitsuzo Kuno and Eiji Higashide
Analytical Laboratories,
Takeda Chemical Industries, Ltd.
2-17-85, Jusohonmachi, Yodōgawa-ku, Osaka, 532*

Abstract

We investigated a method to sterilize digital clinical thermometers made of acrylonitrile-butadiene-styrene resin. To evaluate the bactericidal activity of disinfectants, we devised a method using a sterilized polyethylene bag. A clinical thermometer contaminated with bacteria was submerged in solution of disinfectant in a polyethylene bag. After varying period of contact the solution was poured off and replaced with 50 ml of SCDLP-broth (Soybean-casein digest broth with lecithine & polysorbate 80) to check for surviving bacteria; number of the survivors was counted by the spiral system (Spiral System Instruments Inc., U. S. A.).

To sterilize clinical thermometers contaminated with 10^{3-7} cfu of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas cepacia*, and *Achromobacter xerosis*, benzalkonium chloride was more effective than chlorhexidine gluconate at the same concentration. Almost all contaminating bacteria were sterilized in a 0.2% solution of these disinfectants combined with 30% ethanol after 10 m of contact time.

医療用器具の消毒には、物理的方法として紫外線照射、オートクレーブ等の加熱殺菌があり、化学的方法としてはエチレンオキサイドガス、ホルマリンガス、オゾンなどのガス滅菌と塩化ベンザルコニウム、クロルヘキシジングルコネートなど殺菌消毒剤溶液への浸漬がよく用いられている。

また殺菌消毒剤に対し望まれる性質として小

* 武田薬品工業株式会社，試験分析センター
(原稿受付：昭和61年6月23日)

林¹⁾は12項目挙げているが、その中医療用器具の消毒に対する望まれる性質としては、抗菌スペクトルが広いこと、殺菌速度が大であること、有機物の影響が少ないこと、器具の損傷が少ないこと、使用方法が簡便であること、不快臭がないこと、安価であること、排水中へ廃棄できることなどであろう。

我々は、2，3の殺菌消毒剤の効果を合成樹脂製の病院用電子体温計について検討するため、適格に評価し得る方法を考案した。

第1図 殺菌力の測定法

一方、体温計についてはモデル的に微生物を汚染させて殺菌消毒剤溶液に種々の時間浸漬させてその効果を検討した。

本報では、評価方法について述べるとともに塩化ベンザルコニウム、クロルヘキシジグルコネートおよびそれぞれのエタノール混液への浸漬並びに消毒用エタノールによる清拭の消毒効果について述べる。

実験の部

材 料：

体温計；ABS樹脂製病院用電子体温計，（東芝硝子^{（株）}製，ME-202J）

薬 剤；塩化ベンザルコニウム（10%オスバン液，大五栄養化学，BACと略す）

クロルヘキシジグルコネート（20%ヒビテングルコネート液，住友化学，CHGと略す）

上記薬剤に20%または30%濃度にエタノールを加えた溶液。

局方消毒用エタノール

試験菌；

Staphylococcus aureus FDA 209 P

Escherichia coli NIHJ-JC 2

Pseudomonas cepacia ATCC 17774

Achromobacter xerosis MR（国立予防衛生研究所より分与された10%塩化ベンザルコニウム液からの分離菌）

方 法：

細菌の汚染並びに汚染菌数測定方法；健康人および入院患者の腋下に体温計を約10分保持後，放射線滅菌済ポリエチレン袋（15×18 cm）に入れ，この上に滅菌した SCDLP 培地（Soybean-casein digest broth with lecithin & polysorbate 80，大五栄養化学）50 ml を注入して約1分間振盪し，その50 μl について Spiral system（Spiral System Instrument Inc., U. S. A.）を用いて SCDLP 寒天平板上，35°C，42 h 培養して生菌数を測定した。

実験的汚染については，滅菌ポリエチレン袋内に1回の試験に使用する分の体温計をまとめて入れ，各試験菌懸濁液を接種した10倍希釈 SCD 培養液（Soybean-casein digest broth，大五栄養化学）を全検体が浸るだけ加え，約10分

間保持した後、菌液を除去して約60分間無菌的に風乾した。

殺菌処理および培養方法；第1図に示したように滅菌ポリエチレン袋（15×18 cm）に種々の濃度の薬剤溶液 50 ml を入れ、菌汚染体温計1本を入れて熱シールした（第1図(1)）。24°Cで所要時間浸漬後、ポリエチレン袋の一端を切り、溶液を除去した後（第1図(2)）、直ちに SCDLP 培地 50 ml を注入（第1図(3)）して、熱シールした（第1図(4)）。そのポリエチレン袋を約1分間よく振盪した後、中央に2本の熱シールを施し、切り離した（第1図(5)）。第1図のA区分をそのまま 35°C, 48 h 培養するとともに、B区分の溶液中の生菌数を Spiral system によって前記と同条件で測定した。対照として菌汚染体温計を局方消毒用アルコールを十分に含ませた脱脂綿で体温計全面を清拭した後、滅菌ポリエチレン袋に投入して、SCDLP 培地 50 ml を加え、同様に生菌数を測定した。

なお実験終了後の体温計は、0.5% BAC の50%エタノール溶液に2時間浸漬し無菌性および薬剤の残留がないことを確かめ、次の実験に

第1表 使用後の体温計の細菌汚染
体温計1本当たりの生菌数 (cfu)

健康人		入院患者	
A	1.2×10^4	G	3.0×10^3
B	3.5×10^4	H	9.7×10^3
C	1.0×10^3	I	<50
D	2.0×10^3	J	1.8×10^4
E	1.1×10^3	K	7.0×10^4
F	8.2×10^3	L	1.5×10^2
		M	1.4×10^5
		N	1.5×10^4
		O	1.5×10^5
		P	2.5×10^4

汚染菌の種類；白色並びに黄色コロニー球菌
Staphylococcus sp., *Micrococcus* sp. 及び
Streptococcus sp. と推定される。

用いた。

結 果：

1. 細菌の汚染状態

健康人（6名）の場合は、体温計1本当たり 10^3 — 10^4 個の細菌が検出され、入院患者（寝たきり老人、10名）では <50 — 10^5 個の汚染でばらつきが大きかった。いずれの場合も検出された細菌の多くは球菌で、*Staphylococcus* 並び

第2表 電子体温計の殺菌(1)

試験菌；*Staphylococcus aureus*

体温計1本当たりの汚染菌数； 10^5 (cfu)

処理後の体温計1本当たりの生菌数 (cfu)

薬 剤	併 用 剤 エタノール	処 理 時 間			
		5 分	10分	30分	60分
塩化ベンザルコニウム					
0.1 %	0	10 ³	<10	<10	<10
0.2 %	0	<10	<10	<10	<10
0.5 %	0	—	—	—	—
0.1 %	30%	—	—	—	—
0.2 %	30%	—	—	—	—
0.5 %	30%	—	—	—	—
クロルヘキシジングルコネート					
0.1 %	0	10 ³⁻⁴	1.2×10 ⁴	10 ²⁻³	10 ²⁻³
0.2 %	0	10 ²⁻³	10 ²⁻³	10 ²⁻³	10 ²⁻³
0.5 %	0	10 ²⁻³	10 ²⁻³	10 ²	10 ²
0.1 %	30%	<10	<10	—	—
0.2 %	30%	<10	<10	—	—
0.5 %	30%	<10	<10	—	—
0	30%	10 ²⁻³			<10
無処理		2.3×10 ⁵			

—；菌検出されず。

(8) 医 器 学 Vol. 56, No. 9 (1986)

第3表 電 子 体 温 計 の 殺 菌 (2)

試験菌; *Escherichia coli*体温計1本当たりの汚染菌数; 10^7 (cuf)

処理後の体温計1本当たりの生菌数 (cfu)

薬 剤	併 用 剤 エタノール	処 理 時 間			
		5 分	10分	30分	60分
塩化ベンザルコニウム					
0.1 %	0	10 ⁸	<10	<10	—
0.2 %	0	<10	<10	<10	—
0.5 %	0	—	—	<10	—
0.1 %	30%	—	—	—	—
0.2 %	30%	—	—	—	—
0.5 %	30%	—	—	—	—
クロルヘキシジングルコネート					
0.1 %	0	2.5×10 ⁵	6.3×10 ³	7.3×10 ³	5.2×10 ³
0.2 %	0	6.9×10 ⁴	5.1×10 ⁴	10 ²⁻³	1.8×10 ³
0.5 %	0	8.3×10 ³	1.0×10 ³	<10	<10
0.1 %	30%	—	—	—	—
0.2 %	30%	—	—	—	—
0.5 %	30%	—	—	—	—
0	30%	<10			—
無処理		1.5×10 ⁷			

—; 菌検出されず。

に *Micrococcus* sp. と推定された (第1表)。

2. *Staphylococcus aureus* 汚染体温計の殺菌効果

体温計1本当たり 10^5 cfu の細菌を汚染させてそれぞれの薬剤の殺菌効果を調べた (第2表)。BAC 0.1 % 溶液で5分間処理では生菌数は1/100に減少したが、10分間処理および0.2%, 5分間処理では $1/10^4$ 以下まで殺菌された。また0.5 % 溶液では5分間処理によりほぼ完全に殺菌されることが認められた。30%エタノール溶液にBACを添加した場合、0.1%BACでも5分間処理によりほぼ完全に殺菌された。

一方、CHGでは、0.5%溶液60分間処理でも $1/10^3$ まで汚染菌が殺菌されたのみであった。30%エタノール溶液にCHGを添加した場合、いずれの濃度でも30分間処理によりほぼ完全に殺菌されることが認められた。

3. *Escherichia coli* 汚染体温計の殺菌効果

体温計1本当たり 10^7 cfu の菌を汚染させた場合、生菌数はBAC 0.1% 溶液5分処理では $1/10^4$ となり60分処理ではほぼ完全に殺菌された。また0.2%溶液5分処理では $1/10^6$ となり、

0.5%溶液5分処理で生菌を全く検出しなくなった。一方、CHGでは0.1%, 0.2%溶液ともに60分処理でも生菌数は $1/10^3$ — $1/10^4$ に減少したにすぎず、0.5 %, 30分処理でほぼ殺菌された。

また、両者とも30%エタノール液では各濃度とも5分処理で完全に殺菌された (第3表)。

次に1本当たり 10^6 cfu を汚染させた場合BACでは0.1—0.5%いずれも60分で、20%エタノール併用ではBAC 0.1—0.2%ともに10分処理で、BAC 0.5%では5分処理で生菌が検出されなくなった。CHGでも0.1—0.5%ともに60分処理でほぼ完全に殺菌され、20%エタノール溶液にしても同様の効果を得るためには60分処理を要した。消毒用エタノール綿による清拭では生菌が検出された (第4表)。

4. *Pseudomonas cepacia* 汚染体温計の殺菌効果

1本当たり 10^7 cfu を汚染させた場合、BAC 0.1—0.5 %, 60分処理で $1/10^5$ となった。30%エタノール溶液では0.1% BACでは30分、0.2—0.5% BACでは10分処理でほぼ完全に殺

第4表 電子体温計の殺菌(3)

試験菌; *Escherichia coli*体温計1本当りの汚染菌数; 10^6 (cfu)

処理後の体温計1本当たりの生菌数 (cfu)

薬 剤	併 用 剤 エタノール	処 理 時 間			
		5 分	10分	30分	60分
塩化ベンザルコニウム					
0.1 %	0	<10	<10	<10	—
0.2 %	0	<10	<10	<10	—
0.5 %	0	<10	<10	—	—
0.1 %	20%	<10	—	—	—
0.2 %	20%	<10	—	—	—
0.5 %	20%	—	—	—	—
クロルヘキシジングルコネート					
0.1 %	0	<10	<10	<10	—
0.2 %	0	<10	<10	<10	—
0.5 %	0	<10	<10	<10	—
0.1 %	20%	<10	<10	<10	—
0.2 %	20%	<10	<10	<10	—
0.5 %	20%	<10	<10	<10	—
消毒用エタノール清拭		<10			
無処理		8.4×10 ⁵			

—; 菌検出されず.

第5表 電子体温計の殺菌(4)

試験菌; *Pseudomonas cepacia*体温計1本当りの汚染菌数; 10^7 (cfu)

処理後の体温計1本当たりの生菌数 (cfu)

薬 剤	併 用 剤 エタノール	処 理 時 間			
		5 分	10分	30分	60分
塩化ベンザルコニウム					
0.1 %	0	2.3×10^5	10^3	10^3	10^2
0.2 %	0	10^2	10^3	10^3	10^2
0.5 %	0	10^2	10^3	10^3	10^2
0.1 %	30%	<10	<10	—	—
0.2 %	30%	<10	—	—	—
0.5 %	30%	<10	—	—	—
クロルヘキシジングルコネート					
0.1 %	0	5.4×10^4	3.9×10^5	1.9×10^4	2.8×10^4
0.2 %	0	1.1×10^4	2.0×10^4	3.4×10^5	10^3
0.5 %	0	10^{4-5}	2.2×10^4	1.4×10^5	1.8×10^5
0.1 %	30%	<10	<10	<10	<10
0.2 %	30%	<10	<10	<10	<10
0.5 %	30%	<10	<10	<10	<10
0	30%	10^2			10^2
無処理		3.5×10^7			

—; 菌検出されず.

(10) 医器学 Vol. 56, No. 9 (1986)

第6表 電子体温計の殺菌(5)

試験菌; *Pseudomonas cepacia*体温計1本当りの汚染菌数; 10^3 (cfu)

処理後の体温計1本当たりの生菌数 (cfu)

薬 剤	併 用 剤 エタノール	処 理 時 間			
		5 分	10分	30分	60分
塩化ベンザルコニウム					
0.1 %	0	<10	<10	<10	—
0.2 %	0	<10	<10	<10	—
0.5 %	0	—	—	—	—
0.1 %	30%	<10	—	—	—
0.2 %	30%	—	—	—	—
0.5 %	30%	—	—	—	—
クロルヘキシジングルコネート					
0.1 %	0	<10	<10	<10	<10
0.2 %	0	<10	<10	<10	<10
0.5 %	0	<10	—	—	—
0.1 %	30%	<10	—	—	—
0.2 %	30%	—	—	—	—
0.5 %	30%	—	—	—	—
清毒用エタノール清拭		<10			
無処理		1.0×10 ³			

—; 菌検出されず。

第7表 電子体温計の殺菌(6)

試験菌; *Achromobacter xerosis*体温計1本当りの汚染菌数; 10^6 (cfu)

処理後の体温計1本当たりの生菌数 (cfu)

薬 剤	使 用 剤	処 理 時 間			
	エタノール	5 分	10分	30分	60分
塩化ベンザルコニウム					
0.1 %	0	1.7×10^5	2.6×10^5	3.4×10^4	10^4
0.2 %	0	1.4×10^4	4.4×10^4	10^3	10^2
0.5 %	0	10^3	4.3×10^3	10^3	10^2
0.1 %	30%	<10	<10	<10	<10
0.2 %	30%	<10	<10	—	—
0.5 %	30%	<10	—	—	—
クロルヘキシジングルコネート					
0.1 %	0	1.9×10^6	2.1×10^6	9.6×10^5	1.1×10^6
0.2 %	0	2.3×10^6	2.8×10^6	3.0×10^5	9.1×10^4
0.5 %	0	5.3×10^5	4.1×10^4	10^3	4.5×10^4
0.1 %	30%	10^3	<10	<10	<10
0.2 %	30%	<10	<10	<10	<10
0.5 %	30%	<10	<10	<10	—
0	30%	10^2			10^2
無処理		1.5×10^6			

—; 菌検出されず。

菌されることが認められた。CHG の場合60分処理でも $1/10^2$ — $1/10^4$ の汚染菌数となり、30%エタノール溶液では CHG 0.1—0.5%ともに5—60分処理で $1/10^6$ に減少したが完全に殺菌できなかった(第5表)。

少数(体温計1本当り 10^3 cfu) 汚染の場合、BAC では0.1—0.2%溶液で60分処理、0.5%で5分処理することによりほぼ完全に殺菌された。CHG の場合、0.2%溶液で60分処理でも完全に殺菌できなかったが、0.5%では10分処理で殺菌されると考えられる。

一方、30%エタノール溶液では BAC, CHG ともに0.1%では10分処理、0.2, 0.5%溶液では5分間処理でほぼ完全に殺菌されたが、消毒用エタノール清拭では汚染菌が残留した(第6表)。

5. *Achromobacter xerosis* 汚染体温計の殺菌効果

薬剤に抵抗性の強い *A. xerosis* を体温計1本当り 10^6 cfu 汚染させてそれぞれの薬剤の殺菌効果を検討した(第7表)。BAC の場合、汚染菌数は0.1%溶液では60分間処理で $1/100$ 、0.2%溶液では30分処理で $1/10^3$ 、0.5%溶液では5—10分処理で $1/10^3$ に減少した。30%エタノール溶液を併用した場合、0.1% BAC では60分で $1/10^5$ 以下に殺菌され、0.2% BAC では30分、0.5%では10分間処理でほぼ完全に殺菌された。CHG では0.1%溶液60分間処理ではほとんど殺菌効果は認められず、0.2%溶液、60分間処理で $1/10$ 、0.5%、30分間処理で $1/100$ まで減少した。

30%エタノール溶液に CHG を加えた場合、0.1%および0.2%ともに60分間処理で $1/10^5$ 以下まで殺菌され、0.5% CHG では60分間処理によりほぼ完全に殺菌された。

6. 微生物汚染体温計の薬剤による殺菌

第2表から第7表を総合すると汚染菌が多い程殺菌効果は弱くなり、体温計毎の効果にやや変動が認められたが、どの試験菌の場合もBACの殺菌効果(殺菌力、殺菌速度)はCHGのそれに比し優位であることが認められた。またそれぞれの薬剤を30%アルコールと併用した場合、著しく殺菌力が上昇することが認められた。

即ち BAC, CHG とも単独で用いる場合は、0.5%溶液で60分間の浸漬が必要と思われる。しかし、30%エタノールとともに用いる場合 BAC 0.2%, 10分間以上の浸漬でほぼ十分な殺菌効果が認められた。

一方、CHG では30%エタノールとともに用いた場合でも BAC と同様な効果を示すためには CHG 0.5%, 60分間の浸漬が必要と考えられる。

第2図にそれぞれの薬剤の殺菌力を生菌数の減少効果で比較した結果を示した。即ち、薬剤単独(S)と30%エタノール併用(C)でBAC, CHG ともに0.2%溶液で、浸漬(接触)時間を30分間とした場合、単独使用(S)ではBACはCHGに比べて、*A. xerosis* 以外の試験菌の生菌数が著しく少なくなり、30%エタノールを併用(C)した場合は、両薬剤ともにさらに生菌数が減少していることが認められた。

第2図 30分処理後の生残菌数

考 察

従来、体温計の微生物汚染およびその殺菌消毒効果について検討された報告は見当らない。我々はできるだけ正確かつ簡便に殺菌効果を評価する目的で、滅菌処理したポリエチレン袋を用いて実験的な菌汚染、薬剤による殺菌処理をする方法を考案した。本法では処理後、体温計をそのままの状態に培養液を加えて培養するの

(12) 医器学 Vol. 56, No. 9 (1986)

で、処理後の二次汚染のおそれがないこと、並びに袋は使い捨てであるため試料の処理および実験後の処理が容易であった。本法での結論でも殺菌消毒効果は CHG に比し BAC が良好であり、*in vitro*²⁾ の結果とほぼ同様の傾向が認められた。また殺菌消毒剤の効果は温度によって影響を受けるが、低温時 (5°C) 消毒用アルコールについて BAC は CHG など数種の殺菌消毒剤に比し殺菌時間が早いことが認められている³⁾。以上のことから器具消毒には BAC とアルコールの併用が有利であり、殺菌消毒薬の体温計への吸着防止のためにもアルコール併用が望ましいと考えられた⁴⁾。

なお、体温計の材質に影響のないエタノール濃度の 30% 単独処理では、いずれの汚染菌も 5 分間の短時間処理で $1/10^3$ 以下まで殺菌されたが、*E. coli* 以外は 60 分処理まで延長しても 5 分処理以上に減少することはなく、単独では汚染菌が生き残る危険性があった。

対照として実施した消毒用エタノール綿による清拭で汚染菌を殺菌することができたが、完

全に凹凸面を拭き取るように注意する必要がある、日常業務として多数の体温計を清拭して消毒するのは繁雑であり長時間を要するとともに手指からの菌の再汚染が考えられる。

本研究に際し貴重な菌株を分与いただきました国立予防衛生研究所 中野愛子博士、終始ご指導とご鞭撻を賜りました当社試験分析センター 坂下降所長に深謝いたします。

文 献

- 1) 小林寛伊：消毒薬の種類と使い方②——病院における使い方——，日本薬剤師会雑誌，36 (5)：497-503，1984
- 2) 城野久美子，上村都美子，久野光造，東出栄治：塩化ベンザルコニウム及びグルコン酸クロルヘキシジンの殺菌力と殺菌速度，薬学雑誌，105 (8)：751-759，1985
- 3) 藤本 進：滅菌・消毒法と実施上の注意点，月刊薬事，20 (7)：1195-1203，1978
- 4) 高田二郎，山本孫兵衛：塩化ベンザルコニウムの α -セルロース系材料への吸着，日本薬学会第 105 年会講演要旨集，3W 3，30，1985