

〈原著〉

食塩水電気分解産物を利用した流水式手洗い消毒

余 明順¹・秋山 美章²・下川 樹也²・本田 武司¹

Flow Water Hand Washing with Electrolytic Product of Sodium Chloride

Myonsun YOH¹, Yoshiaki AKIYAMA², Tathuya SHIMOKAWA², Takeshi HONDA¹

¹Research Institute for Microbial Diseases, Osaka University, Osaka;

²Technical Research Planning, Osaka

要 旨

食塩水の電気分解により得られる電気分解産物（電解水）の殺菌効果について検討した。残留塩素濃度3.6 ppmで1分間、接触させると methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) をはじめ各種細菌を死滅させた。しかし有機物が共存するとその効果は著しく低下した。試作した装置は、用時、電気分解により次亜塩素酸を作ることができ、これを水道水に必要な濃度に希釈して給水栓から供給できるので、流水式手洗い消毒システムとしての利用を考え、短時間接触での効果を調べた結果、5 ppm, 5秒間ですべての菌を死滅させることがわかり、流水式手洗い消毒に有効であると思われた。

Key words : MRSA, 次亜塩素酸, 消毒

はじめに

近年、特に大きな問題となっている methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) や緑膿菌による院内感染は、臨床上きわめて重要な問題である。このような院内感染を防ぐためには、病院環境の清浄化、医療器具の滅菌・消毒を完全に行うことの重要性はいうまでもないが、特に大切な要因として医療従事者の日常的な手指消毒があげられる。ICU や手術場を除く日常の手指消毒には一般的にベースン法（作り置き法）が用いられているが、塩化ベンザルコニウムやグルコン酸クロルヘキシジンは MRSA に対する殺菌力に問題があり¹⁾、強い殺菌力を持つポビドンヨードは有機物混入による効力低下が大きく²⁾、

MRSA 感染防止という観点から、いずれも好ましい手洗い用消毒剤とはいえない。

今回我々が試作検討した消毒殺菌水調製装置は、食塩水を中性付近で電気分解することにより、次亜塩素酸ナトリウムよりはるかに殺菌効果の高い次亜塩素酸を含む殺菌水を調製することができるので、この殺菌水について MRSA をはじめ各種細菌に対する殺菌効果の検討を行った。

材料と方法

(1) 供試菌

被検菌として *Yersinia enterocolitica* RIMD 2501001 ATCC 9610, *Bacillus subtilis* RIMD 0225015 ATCC 6633, *Staphylococcus aureus* 209P RIMD 3109007, *Pseudomonas aeruginosa* RIMD 1603002 ATCC 23268, *Aeromonas hydrophila*

¹大阪大学微生物病研究所, ²(株)テー・アール・ピー

RIMD 0111009 H70, *Vibrio cholerae* 01 RIMD 2203246 AQ 1034, *Escherichia coli* (ETEC) RIMD 0509760 AQ 90-709, *Salmonella* spp. RIMD 1994103 P86-1, *Enterobacter cloacae* RIMD 0503001 NCTC10005, *Acinetobacter calcoaceticus* RIMD 0102003 ATCC 23055, *Serratia marcescens* RIMD 1996002 ATCC 274の保存株11種と *S. aureus* (MRSA) RIMD 3109029 P1565, *S. aureus* (MRSA) RIMD 3109028 P1561, *S. aureus* (MRSA) RIMD 3109027 P1558, *S. aureus* (MRSA) RIMD 3109026 P1529, *S. aureus* (MSSA) RIMD 3109030 P590, *S. aureus* (MSSA) RIMD 3109031 P597, *S. aureus* (MSSA) RIMD 3109032 P640, *S. aureus* (MSSA) RIMD 3109033 P641の患者分離株 8 株, 合計11菌種, 19株を用いた。

(2) 培養方法および消毒殺菌実験

各菌株を Tryptic soy broth (TSB, Difco) で一夜培養し, Phosphate buffered saline (PBS) で希釈して反応液中で10⁶ CFU/ml になるように調整した。

電気分解装置よりでてきた殺菌水を, 反応液中の残留塩素濃度が所定の濃度になるように脱イオン水で希釈した。

残留塩素濃度は比色測定 DPD (diethyl phenylene diamine) 法で測定した。

菌と殺菌水の反応(接触)は20°Cで各時間行い, 反応液を一白金耳, 感受性ブイヨン培地(栄研)に移し, 37°C, 48時間静置培養後, 菌の増殖の有無で判定した。

成 績

残留塩素濃度0.8, 1.3, 2.2, 3.6 ppm で1, 5分接触させた結果を表1に示した。菌株により感受性に差がみられるが, 3.6 ppm, 1分の接触で用いた菌株すべてを死滅させることができた。

低濃度で高い殺菌効果がみられたが, 一般に塩素系消毒剤は有機物の混入によって著しく効果が低下することが知られているので, 有機物共存下での殺菌効果について調べた(表2)。被検菌として *S. aureus* (209P) と *P. aeruginosa* を用いたが, 1% skim milk, 1% dry yeast, 1% yeast extract などが共存すると100 ppm, 1分の接触でも死滅せず, 有機物の混入で殺菌効力が1/30以下

表1 次亜塩素酸水の低濃度での殺菌効果

Strain	残留塩素濃度(ppm)							
	0.8		1.3		2.2		3.6	
Incubation time (min)	1	5	1	5	1	5	1	5
<i>Y. enterocolitica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. subtilis</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (209P)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. aeruginosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. hydrophila</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>V. cholerae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i> (ETEC)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salmonella</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MRSA)	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>S. aureus</i> (MRSA)	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MRSA)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MRSA)	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MSSA)	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>S. aureus</i> (MSSA)	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MSSA)	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MSSA)	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>E. cloacae</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>A. calcoaceticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. marcescens</i>	+	+	-	-	-	-	-	-

に低下することがわかった。

我々が試作した装置では食塩水を電気分解して用時, 次亜塩素酸を作っているのだから, これを水道水に必要な濃度に希釈して, 給水栓から供給する流水式手洗い消毒システムとしての利用に適していると考え, 短時間の接触での殺菌効果について調べた。表3に示したように5 ppm, 5秒間の接触ですべての被検菌が死滅した。この結果からも, 殺菌水の殺菌効果には, 接触時間よりも初期濃度の方が大きく影響することがわかり, 有効塩素濃度が時間とともに, また有機物の混入によって一層低下するペースン法での使用より流水式の使用が適していると思われた。

表 2 有機物の殺菌効果への影響

Strain	<i>S. aureus</i> (209P)						<i>P. aeruginosa</i>							
	0.5		42.5		100		0.5		42.5		100			
有機物添加前の残塩濃度 (ppm)	1	5	1	5	30	1	5	1	5	1	5	30	1	5
Incubation time (min)														
有機物														
1% Calf serum	+	+	+	+	n	-	-	+	+	-	-	n	-	-
0.2% Calf serum	n	n	-	-	-	-	-	n	n	-	-	-	n	-
1% Skim milk	+	+	+	+	n	+	+	+	+	+	+	n	+	-
0.2% Skim milk	n	n	-	-	-	-	-	n	n	-	-	-	n	-
1% Dry yeast	+	+	+	+	n	+	+	+	+	+	+	n	+	+
0.2% Dry yeast	n	n	+	+	-	-	-	n	n	-	-	-	n	-
1% Yeast extract	+	+	+	+	n	+	+	+	+	+	+	n	-	-
0.2% Yeast extract	n	n	+	+	-	-	-	n	n	+	-	-	n	-

n : not done.

表 3 次亜鉛素酸水の短時間での殺菌効果

Incubation time (sec)	塩素濃度 (ppm)					
	5			10		
	5	15	30	5	15	30
Strain						
<i>Y. enterocolitica</i>	-	-	-	-	-	-
<i>B. subtilis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (209P)	-	-	-	-	-	-
<i>P. aeruginosa</i>	-	-	-	-	-	-
<i>A. hydrophila</i>	-	-	-	-	-	-
<i>V. cholerae</i>	-	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i> (ETEC)	-	-	-	-	-	-
<i>Salmonella</i>	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MRSA)	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MRSA)	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MRSA)	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MRSA)	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MSSA)	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MSSA)	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MSSA)	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> (MSSA)	-	-	-	-	-	-
<i>E. cloacae</i>	-	-	-	-	-	-
<i>A. calcoaceticus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>S. marcescens</i>	-	-	-	-	-	-

考 察

消毒剤次亜塩素酸ナトリウムはアルカリ側で使用されるため、通常器具や手指の消毒に100~500 ppm という高濃度が用いられる。我々が試作した殺菌水調製装置は、中性から弱酸性付近で食塩水を電気分解するため、最も殺菌力の強い遊離塩素、次亜塩素酸 (HOCl)³⁾ がほとんどを占める殺菌水が得られる。また、電気分解直後に使用するため、電気分解時に陽極で発生すると思われる発生機の酸素の殺菌作用も有効に働いている可能性が推測される。この殺菌水は低濃度で有効であるが、消毒剤一般の問題である有機物混入による効力低下が、本剤においても認められ、汚れが蓄積しやすいペースン法での低濃度での有効性は実用面からあまり期待できない。しかし5 ppm, 5秒間という低濃度、短時間の接触で殺菌できることから、流水式手洗い消毒剤としての有効性はおいに期待できる。要時作成できる次亜塩素酸を含む殺菌水を給水栓から供給する流水式システムでは、有機物混入による効力低下の問題のみならず、塩素系消毒剤の化学的不安定性の問題も解決することができ、使用者の簡便性という点でも優れていると考えられる。流水式にすることで、洗浄効果と消毒効果の両方を同時に期待できる点も、実用的であると考えられる。さらに、この装置は running cost も安く、しかも低濃度で使用するため、臭いや手荒れ(予備的な実験であるが、

20 ppm, 10秒間の手洗いを一日二回, 一ヵ月間続けた結果, 施行者四人すべてに手荒れはみられなかった) もほとんど問題にならないので, MRSA をはじめ院内感染防止対策の有望な手段になり得ると考えられる.

文 献

- 1) 桐田孝史, 浜野恭一, 大地哲郎, 他: MRSA に

対する殺菌消毒剤の効果. 日環感 5:85, 1990

- 2) 齊藤知子, 菅野治重: 黄色ブドウ球菌に対する各種消毒剤の影響. 日環感 5:85-86, 1990
- 3) 丹保憲仁, 小笠原紘一: 浄水の技術. pp 101-104, 技報堂出版

[連絡先: 〒565 吹田市山田丘 3-1
大阪大学微生物病研究所 余 明順]