

強アルカリ電解水の殺菌効果について

荻原和孝 小川智久 浅木信安
沼部幸博 鴨井久一

Bactericidal Effect of Alkalic Electrolyzed Water

KAZUTAKA OGIWARA, TOMOHISA OGAWA, NOBUYASU ASAKI,
YUKIHIRO NUMABE and KYUICHI KAMOI

Aqua oxidized water (AOW) and Aqua alkalic water (AAW) are made by acidic electrolyzed water making equipment; OXILIZER (OXILIZER Co., Tokyo, Japan). AOW is acidic water with a pH under 2.7 and is processed by electrolysis through a small NaCl mediated specific membrane. It was over 1,100mV of oxidation-reduction potential and includes Cl₂, OH⁻, O₃, ClO. AAW is alkalic water with pH 11.

AOW has a strong bactericidal effect on bacteria and virus but the effect is reduced by the large number of organisms. It has a metallic corrosive function as well as an organic matter action. There are few reports about AAW sterilizing without a metallic corrosive action. The bactericidal effect of AAW to periodontopathic bacteria [*Actinobacillus actinomycetemcomitans* (Aa), *Porphyromonas gingivalis* (Pg), *Prevotella intermedia* (Pi), *Fusobacterium nucleatum* (Fn)] and *Staphylococcus aureus* (Sa) and *Escherichia coli* (Ec) was investigated. The bactericidal effect of AOW and AAW were compared.

Bacterial strain Sa: 209-P, Ec: B, Aa: Y4 and ATCC 29522, Pg: 381 and ATCC 33277, Pi: 25611, Fn: 25586 were grown at 37°C in BHI (aerobic and anaerobic condition), GAM contained hemin, menadion and yeast (anaerobic condition), and GAM broth (anaerobic condition), respectively. After washing by centrifugation, each bacteria was suspended in PBS.

Serum and saliva were obtained from one healthy volunteer.

Bactericidal activity was measured by colony count seeding and grown on BHI or Anaero columbia blood agar or GAM medium after treatment with AAW or AOW.

The results were as follows:

1. Bactericidal effect and effective concentration of AAW

Aa, Pg, Pi were killed in one minute (Aa; 10⁸ to 10⁴ CFU/ml, Pg; 10⁸ to 10³ CFU/ml, Pi; less than 10⁸ to 10³ CFU/ml) from original 100% AAW, while it took more than one minute to kill Fn, and Sa and Ec had survived after ten minutes. Further, sterilizing activity decreased with AAW's dilution. AOW shows that a 25% concentration is most effective against periodontopathic bacteria.

2. The effect of saliva and serum on bactericidal activity of AAW

As for Aa, Pg and Pi, the addition of saliva or serum in a concentration of 1% of AAW had decreased bactericidal activity slightly. However, the bactericidal activity was completely negated by the addition of 10% serum of AAW. As for Fn, the bactericidal activity was negated in 1% of serum or salivary addition.

Key words: acidic electrolyzed water (強酸性電解水), Aqua oxidized water (アクア酸化水), Aqua alkalic water (アクアアルカリ水), bactericidal activity (殺菌効果), periodontopathic bacteria (歯周病原性細菌)

日本歯科大学歯学部歯周病学教室 (主任: 鴨井久一教授)

Department of Periodontology, School of Dentistry at Tokyo, Nippon Dental University (Chief: Prof. KYUICHI KAMOI)

[1996年8月2日受付]

緒 言

近年、微量の食塩水を隔膜を介した電気分解により、陽極側に得られる強酸性電解水の殺菌効果について数多く報告¹⁻⁶⁾され、歯科領域においてもその有効性が認められている⁷⁻¹²⁾。しかし、特にこの強酸性電解水を歯科領域で使用する場合、血清など有機質の有無における殺菌力の低下¹³⁾や金属に接触後の腐食作用¹⁴⁾などが問題となる場合もある。

一方、強酸性電解水生成時に陰極側から得られる、有機質溶解作用があり、金属腐食作用がないと考えられる強アルカリ電解水⁵⁾の殺菌効果についてはほとんど報告されていない。

そこで本実験では、強酸性電解水生成装置 OXILIZER (日本オキシライザー株式会社、東京) から得た強アルカリ電解水 (AAW) の殺菌効果と希釈による影響および唾液・血清による影響を強酸性電解水であるアクア酸化水 (AOW) の殺菌効果と比較した。

材料と方法

1. AAW および AOW の調製条件

AOW は、強酸性電解水生成装置 OXILIZER OXM01 (日本オキシライザー株式会社) にて生成した、酸化還元電位 1,100mV 以上、pH 2.6 以下で調整直後のものを実験に供した。また、AAW は AOW 調整時、同装置陰極側から同時に採取し実験に供した。

2. 使用菌株

Staphylococcus aureus (Sa) 209-P 株, *Escherichia coli* (Ec) B 株, *Actinobacillus actinomycetemcomitans* (Aa) Y4 株, 29522 株, *Porphyromonas gingivalis* (Pg) 381 株, 33277 株, *Prevotella intermedia* (Pi) 25611 株, *Fusobacterium nucleatum* (Fn) 25586 株の 6 菌種, 8 菌株を使用した。

3. 菌の培養方法とその調製法

Aa 群は 5% Yeast (Difco., USA) 添加 BHI 液体培地 (Difco.), Pg 群および Pi は 1% Hemin (Sigma. Co., USA), 0.02% Menadion (半井化学, 東京) 添加 GAM ブイヨン液体培地 (ニッスイ, 東京), Fn は GAM ブイヨン液体培地 (ニッスイ) をそれぞれ用い、嫌気ボックス内にて嫌気条件下で 37°C, 24 時間培養を行った。

Sa および Ec は, BHI 液体培地 (Difco.) を用い、好気条件下で 37°C, 24 時間培養を行った。

培養後, 10,000×g, 10 分間遠心して集菌し, phosphate buffered saline (PBS) にて洗浄後, PBS にて希釈し,

分光光度計 Spectronic 20 型 (島津製作所, 京都) における 540nm で optical density が 0.3 付近, すなわち生菌数が 10⁸個/ml の菌懸濁液を調整した。

4. 血清および唾液の調製

使用血清は, 臨床的に健康と思われるボランティア男子健康者から採血した末梢血より, 通法に従って分離した。

唾液は, 全唾液を 10,000×g にて 20 分間遠心した上清を使用した。

5. AAW および AOW の殺菌効果と希釈による影響について

反応液組成は, 実験群として AAW または AOW 原液, 終濃度 50% 希釈液, 25% 希釈液を 0.9ml と前述菌懸濁液 (10⁸個/ml) 0.1ml の全量 1ml とした。対照または AAW および AOW の希釈には, 生理食塩水を使用した。

反応は, 好気条件下における室温にて行い, 反応開始 1, 5, 10 分後の反応液を増菌に使用した培地で連続 10 倍希釈後, 寒天平板 spot 法にて生菌数を求めた。すなわち寒天平板培地上に各希釈液を 10μl ずつ滴下, 前述培養条件下で 2~4 日間培養後, 得られたコロニー数を基に colony forming unit/ml (CFU/ml; 生菌数) に換算し, 生理食塩水中の対照生菌数と比較して判定した。

Aa 群, Sa, Ec は, 1.5% 寒天 (BBL, Co., USA) 含有 BHI 寒天平板培地, Pg 群および Pi には Anaero コロンビア血液寒天平板培地 (BBL, Co.), Fn は GAM 寒天平板培地 (ニッスイ) をそれぞれ用いた。

6. AAW および AOW の殺菌効果におよぼす唾液または血清の影響について

AAW および AOW 原液を対照として, 唾液または血清を反応液総量の 1% もしくは 10% 量を添加して生菌数の変化を測定した。

7. AAW および AOW の pH 変化について

各条件下での AAW および AOW の pH を, 複合電極を使用し φ34 pH メーター (Beckman, 東京) により測定した。

調製直後の pH は, AAW が pH 12.0, AOW が pH 2.5 であった。

結 果

1. AAW および AOW の殺菌効果 (表 1)

全ての実験を通して対照である生理食塩水の生菌数は, 反応開始 10 分後でも調整直後の生菌数と同様の生菌数を示した。

AAW 原液によって Pg 33277 株および Pi では,

表 1 AAW および AOW の殺菌効果

細菌の種類			調製直後の 生菌数 (CFU/ml)	AAW 反応時間 (分)			AOW 反応時間 (分)		
				1	5	10	1	5	10
<i>S. aureus</i>	(Sa)	209-P	2×10^8	8×10^7	8×10^7	6×10^7	※	※	※
<i>E. coli</i>	(Ec)	B	1×10^8	5×10^7	8×10^6	1×10^6	※	※	※
<i>A. actinomycetemcomitans</i>	(Aa)	Y4	6×10^8	6×10^4	※	※	※	※	※
<i>A. actinomycetemcomitans</i>	(Aa)	29522	6×10^8	4×10^4	※	※	※	※	※
<i>P. gingivalis</i>	(Pg)	381	5×10^8	2×10^3	※	※	※	※	※
<i>P. gingivalis</i>	(Pg)	33277	5×10^8	※	※	※	※	※	※
<i>P. intermedia</i>	(Pi)	25611	5×10^8	※	※	※	※	※	※
<i>F. nucleatum</i>	(Fn)	25586	2×10^8	2×10^6	1×10^4	※	※	※	※

※ ; 生菌数 (CFU/ml) < 1×10^3

表 2 AAW および AOW の殺菌効果におよぼす希釈による影響

細菌の種類	強電解水 濃度 (%)	調製直後の 生菌数 (CFU/ml)	AAW 反応時間 (分)			AOW 反応時間 (分)		
			1	5	10	1	5	10
<i>A. actinomycetemcomitans</i> (Aa) Y4	原液		6×10^4	※	※	※	※	※
	50	6×10^8	5×10^6	8×10^3	※	※	※	※
	25		6×10^8	8×10^7	6×10^7	※	※	※
<i>A. actinomycetemcomitans</i> (Aa) 29522	原液		4×10^4	※	※	※	※	※
	50	6×10^8	5×10^6	1×10^3	※	※	※	※
	25		5×10^8	5×10^7	2×10^7	※	※	※
<i>P. gingivalis</i> (Pg) 381	原液		2×10^3	※	※	※	※	※
	50	5×10^8	4×10^4	※	※	※	※	※
	25		4×10^8	4×10^7	4×10^7	※	※	※
<i>P. gingivalis</i> (Pg) 33277	原液		※	※	※	※	※	※
	50	5×10^8	4×10^4	※	※	※	※	※
	25		5×10^8	2×10^7	4×10^6	※	※	※
<i>P. intermedia</i> (Pi) 25611	原液		※	※	※	※	※	※
	50	5×10^8	2×10^4	※	※	※	※	※
	25		3×10^7	2×10^6	3×10^5	※	※	※
<i>F. nucleatum</i> (Fn) 25586	原液		2×10^6	1×10^4	※	※	※	※
	50	2×10^8	8×10^7	4×10^6	4×10^4	※	※	※
	25		2×10^8	2×10^8	2×10^7	※	※	※

※ ; 生菌数 (CFU/ml) < 1×10^3

1分以内に生菌数が 10^3 CFU/ml 以下と著しい減少を認めた。さらに、Pg 381 株では1分間で生菌数が 10^3 CFU/ml まで、Aa 群も1分間で生菌数が 10^4 CFU/ml まで減少を示した。

しかしながら、Fn では生菌数の著しい減少を得るのに5分以上の時間を要し、さらに Sa および Ec では10分後でも著しい減少を認めなかった。

また、AOW 原液では対象細菌全ての生菌数が1分以内に 10^3 CFU/ml 以下と著しい減少を認めた。

2. AAW および AOW の殺菌効果におよぼす希釈による影響 (表 2)

AAW 原液が殺菌効果を示した歯周病原性細菌について検討した。

AAW 50%希釈液では、Aa 群、Pg 群、Pi の生菌数

表 3 AAW および AOW の殺菌効果への唾液による影響

細菌の種類	唾液濃度 (%)	調製直後の生菌数 (CFU/ml)	AAW 反応時間 (分)			AOW 反応時間 (分)		
			1	5	10	1	5	10
<i>A. actinomycetemcomitans</i> (Aa) Y4	0		6×10^4	*	*	*	*	*
	1	6×10^8	7×10^4	2×10^3	*	*	*	*
	10		1×10^5	1×10^3	*	*	*	*
<i>A. actinomycetemcomitans</i> (Aa) 29522	0		4×10^4	*	*	*	*	*
	1	6×10^8	4×10^4	1×10^3	*	*	*	*
	10		4×10^4	2×10^3	*	*	*	*
<i>P. gingivalis</i> (Pg) 381	0		2×10^3	*	*	*	*	*
	1	5×10^8	4×10^3	1×10^3	*	*	*	*
	10		6×10^3	2×10^3	*	*	*	*
<i>P. gingivalis</i> (Pg) 33277	0		*	*	*	*	*	*
	1	5×10^8	*	*	*	*	*	*
	10		5×10^8	*	*	*	*	*
<i>P. intermedia</i> (Pi) 25611	0		*	*	*	*	*	*
	1	5×10^8	*	*	*	*	*	*
	10		2×10^3	*	*	*	*	*
<i>F. nucleatum</i> (Fn) 25586	0		2×10^6	1×10^4	*	*	*	*
	1	2×10^8	2×10^6	5×10^5	5×10^4	*	*	*
	10		2×10^7	2×10^7	3×10^5	*	*	*

* ; 生菌数 (CFU/ml) < 1×10^3

を AAW 原液と同程度まで減少させるのに1分以上の時間を必要とした。さらに Fn では、10分後でも 10^4 CFU/ml の生菌数が認められた。

また、AAW 25%希釈液では、著しい生菌数の減少を認めなかった。

一方、AOW では25%希釈液でも、1分以内に対象細菌全ての生菌数を 10^3 CFU/ml 以下と著しく減少させた。

3. AAW および AOW の殺菌効果への唾液による影響 (表 3)

AAW 原液が殺菌効果を示した歯周病原性細菌について検討した。

Pg 33277 株および Pi では、唾液を10%添加しても AAW 原液と同様の生菌数の減少を認めた。しかし、唾液1%の添加により、Aa 群および Pg 381 株では5分後でも 10^4 CFU/ml の生菌数を、さらに Fn では10分後でも 10^4 CFU/ml の生菌数をそれぞれ示した。

これに対し、AOW では唾液10%の添加でも、1分以内に対象細菌全ての生菌数を 10^3 CFU/ml 以下と著しく減少させた。

4. AAW および AOW の殺菌効果への血清による影響 (表 4)

AAW 原液が殺菌効果を示した歯周病原性細菌について検討した。

血清1%の添加により、Pg 33277 株および Pi では、AAW 原液と同様の生菌数の減少を示すのに1分以上の時間を必要とした。また、Aa 群および Pg 381 株では5分後でも 10^3 CFU/ml の生菌数を、さらに Fn では10分後でも 10^5 CFU/ml の生菌数をそれぞれ示した。

一方、AOW は、血清1%の添加でも対照である AOW 原液と同様の殺菌効果を示した。

しかし、血清10%の添加では AAW, AOW とも生菌数の減少を認めなかった。

5. AAW および AOW の pH 変化について (表 5)

AAW の pH (AAW 原液; pH 12.0) は、25%希釈液でも pH 11.1 の値を示した。しかし、AOW では25%希釈液で pH 6.9 となり、希釈とともに中性化する傾向を示した。

また、唾液10%の添加や血清1%の添加では、AAW が pH 11.0付近、AOW では pH 2.6 付近の値を示し

表 4 AAW および AOW の殺菌効果への血清による影響

細菌の種類	血清濃度 (%)	調製直後の生菌数 (CFU/ml)	AAW 反応時間 (分)			AOW 反応時間 (分)		
			1	5	10	1	5	10
<i>A. actinomycetemcomitans</i> (Aa) Y4	0		6×10 ⁴	※	※	※	※	※
	1	6×10 ⁸	2×10 ⁵	3×10 ³	※	※	※	※
	10		6×10 ⁸	6×10 ⁸	6×10 ⁸	5×10 ⁸	5×10 ⁸	5×10 ⁸
<i>A. actinomycetemcomitans</i> (Aa) 29522	0		2×10 ⁴	※	※	※	※	※
	1	6×10 ⁸	5×10 ⁵	2×10 ³	※	※	※	※
	10		5×10 ⁸	5×10 ⁷	2×10 ⁷	5×10 ⁸	5×10 ⁸	4×10 ⁸
<i>P. gingivalis</i> (Pg) 381	0		2×10 ³	※	※	※	※	※
	1	5×10 ⁸	4×10 ⁴	4×10 ⁴	※	※	※	※
	10		5×10 ⁸	5×10 ⁸	5×10 ⁸	5×10 ⁸	4×10 ⁸	4×10 ⁸
<i>P. gingivalis</i> (Pg) 33277	0		※	※	※	※	※	※
	1	5×10 ⁸	1×10 ⁴	※	※	※	※	※
	10		4×10 ⁸	5×10 ⁸	4×10 ⁸	4×10 ⁸	4×10 ⁸	4×10 ⁸
<i>P. intermedia</i> (Pi) 25611	0		※	※	※	※	※	※
	1	5×10 ⁸	3×10 ⁴	※	※	※	※	※
	10		5×10 ⁸	5×10 ⁸	4×10 ⁸	4×10 ⁸	4×10 ⁸	4×10 ⁸
<i>F. nucleatum</i> (Fn) 25586	0		2×10 ⁶	1×10 ⁴	※	※	※	※
	1	2×10 ⁸	2×10 ⁸	1×10 ⁷	2×10 ⁵	※	※	※
	10		2×10 ⁸					

※ ; 生菌数 (CFU/ml) < 1×10³

表 5 AAW および AOW の各反応条件下での pH 変化

使用条件	AAW	AOW
生理食塩水	7.0	7.0
原液	12.0	2.5
50%希釈液	11.4	6.5
25%希釈液	11.1	6.9
原液+1%唾液	11.7	2.5
原液+10%唾液	11.3	2.7
原液+1%血清	11.2	2.6
原液+10%血清	10.0	5.6

たが、血清10%の添加により AAW が pH 10.0, AOW では pH 5.6 の値を示した。

考 察

今日、様々な感染症に対する治療として抗生物質の投与がなされ、良好な結果が報告されている。また、その一方で起炎菌の耐性化傾向¹⁵⁾も認められている。さらに、メチシリン耐性ブドウ球菌 (MRSA) 感染症やウィルス性疾患である HIV、血清肝炎などが、院内感

染として問題となっている¹⁶⁾。

他方、数年前から強酸性電解水が広範囲の微生物に対して殺菌効果を示すことや、歯科領域での日常臨床における有効性も認められている。しかしその使用に際し、有機質や金属に対する対策を必要とする問題点もある。

そこで、本実験では AOW 生成時に陰極側から得られる、有機質溶解作用があり、金属腐食作用のない AAW の殺菌効果を知るとともに、歯周疾患に対する応用へのアプローチとして、化膿性疾患と関連する Sa およびグラム陰性菌の代表的常在菌の一つである Ec を対照細菌群とし、歯周病原性細菌に対する殺菌効果および殺菌効果への唾液、血清による影響を検討し、AOW の殺菌効果と比較した。

AAW 原液は、10分後でも対照細菌群である Sa および Ec の生菌数を著しく減少させなかったのに対し、Aa 群・Pg 群・Pi を 1 分前後で約半数以下の生菌数まで著しく減少させ強力な殺菌効果を示した。しかしながら、Fn は生菌数の著しい減少を得るのに 5 分以上の時間を必要とした。さらに、希釈による影響を検討した結果、50%希釈液でも AAW 原液の殺菌効果と同程度も

しくはわずかな低下であったが、25%希釈液ではほとんど殺菌効果を示さなかった。

これに対し、AOW では25%希釈液でも対象細菌全ての生菌数を1分以内に 10^8 CFU/ml以下と著しく減少させた。

歯肉炎患者の歯肉溝滲出液は、健常者と比較してpHが高く¹⁷⁾、歯周病原性細菌も比較的アルカリ側の状態を好むと考えられるが、AOWと比較してAAWは殺菌力が弱いものの、50%希釈液以上の濃度があれば歯周病原性細菌に対する殺菌効果を期待できると思われた。

殺菌効果を示したメカニズムは明らかではないが、50%以上の濃度におけるAAWで殺菌効果が認められたことは、AAWのpHが菌の好むpHよりも高いことや強アルカリ性による有機質溶解作用および生成過程における H_2 や OH^- ⁵⁾の関与が推察された。

さらに、AAWの殺菌効果が菌種によって差を認めたことは、それぞれの菌がもつ膜表面構造の違いの関与が示唆された。

また、AAWを希釈することで殺菌効果が低下したが、その時のpH値もわずかに低下し、結果として菌がその生存に耐えられる状態となった可能性も考えられた。

これらの結果は、AAWはAOWと同様、歯周病原性細菌の殺菌に有効であり、日常臨床における強電解水(AAWおよびAOW)を使用する際、安定した殺菌効果を得るには原液の使用が望ましいと思われた。

次に、AAWおよびAOWの口腔内応用のアプローチとして、殺菌効果におよぼす唾液、血清の影響を検討した。

AAW原液に唾液10%もしくは血清1%の添加では、Aa群・Pg群・Piを1分前後で、約半数以下の生菌数まで減少させたが、唾液や血清を添加していないAAW原液と比較するとその殺菌力はわずかに低下した。また、Fnでは唾液10%もしくは血清1%の添加により10分後でも約半数の生菌数を示し、殺菌効果の低下を認めた。

これに対しAOWでは、全ての対象細菌において唾液10%もしくは血清1%の添加による殺菌力の低下は認められなかった。

しかし、血清10%の添加ではAAW、AOWとも生菌数の減少は認められず、ともに殺菌効果が完全に消失した。

唾液や血清を添加することで濃度依存的にAAWの殺菌力が低下したのは、原因の一つとして唾液や血清添加によるpHの変化も考えられたが、pHの変動はわず

かであったことから殺菌力の低下の直接的な原因であるとは考え難かった。もう一方で、唾液や血清中の蛋白濃度(唾液10%; 0.2mg/ml, 血清10%; 7.0mg/ml)がAAWの可能な蛋白溶解限度¹⁸⁾(AAWのpH 10.0; 11.2mg/dl, pH 11.5; 21.5mg/dl)を超えていたことや、唾液や血清が殺菌的に働かず、菌の生残条件を整えている¹⁹⁾ことなどがAAWの殺菌力を低下させた可能性として考えられた。

また、AOWについて今までに、その殺菌効果と希釈による影響、唾液・血清による影響を報告¹³⁾し、本実験でも同様の結果を得た。さらに、本実験ではPiやstrainの異なるFnについても検討を加え、AOWの有効性を示した。

以上の結果から、*in vitro*ながら日常臨床におけるAAWの使用は、AOWと同様、歯周疾患などの口腔内疾患の予防、治療への応用の可能性を示した。しかし、殺菌効果からみた場合、Fnが存在する部位に対する使用や血液が多量に存在する部位への応用には、頻繁な洗浄が必要であるなどの注意が必要であると考えられた。また、生体への応用として捉えた場合、pHがかなりアルカリ側に傾いていることから、組織傷害性も考慮しなければならず、今後研究すべき問題であると思われる。

結 論

1. AAWの殺菌効果について

AAWはAOWと同様、歯周病原性細菌(Aa, Pg, Pi, Fn)に対して殺菌効果を示すことが明らかとなった。さらにその殺菌効果は、AOWと比較すると速効性は少ないが、5分以内に認められた。

しかし、Sa, Ecに対する効果は少なかった。

2. AAWの殺菌効果におよぼす唾液および血清について

Aa, Pg, Piに対するAAWの殺菌効果への影響は、反応液総量の1/10量の唾液や1/100量の血清ではわずかであった。しかし、Fnでは唾液や血清の存在によりAAWの殺菌力が低下した。

また、反応液総量の1/10量の血清の存在により、AOWと同様にその殺菌力は完全に消失した。

文 献

- 1) 浅井昭士郎, 他: 酸化電位水による殺菌効果と変異原性の検討. 歯基礎誌 1995 37: 152~161.
- 2) 奥田禮一, 他: 形態変化からみた酸化電位水の殺菌効果. 日歯保誌 1994 37: 755~765.
- 3) 岩沢篤郎, 他: アクア酸化水の抗微生物効果.

- 臨床検査 1993 37 918~919.
- 4) 岩沢篤郎, 他: アクア酸化水の抗微生物効果 I エンテロウイルス, 抗酸菌, 真菌に対する作用. 臨床と微生物 1993 20: 469~473.
 - 5) 酒井敏博, 他: OXILYZER による電解水の歯科領域への応用, 第一報 使用条件について. 補綴誌 1993 37: 921~927.
 - 6) 清水義信, 他: 電解による酸化電解水の殺ウイルス, 殺細菌および殺真菌の作用. 歯科ジャーナル 1993 37: 1055~1060.
 - 7) 浅木信安, 他: 実験的歯肉炎に対する電解酸性水の効果について. 歯薬療法 1994 14: 125~131.
 - 8) 伊藤公一, 他: 強酸性水の歯科領域での応用. the Quintessence 1994 13: 33~40.
 - 9) 西田哲也, 他: アクア酸化水のプラーク形成抑制効果. 日歯周誌 1994 35: 692~697.
 - 10) 小延裕之, 他: 手指の消毒におけるアクア酸化水の効果. 歯学 1995 82: 1460.
 - 11) 沼部幸博, 他: アクア酸化水の唾液中多形核白血球機能におよぼす影響 (第一報) アクア酸化水含嗽後の唾液中 PMN の貪食能の変化. 日歯保誌 1995 38: 91~98.
 - 12) 浅木英理, 他: アクア酸化水の唾液中多形核白血球機能におよぼす影響 (第二報) アクア酸化水含嗽後の唾液中 PMN F-アクチン形成の変化. 日歯保誌 1995 38: 154.
 - 13) 荻原和孝, 他: 歯周病原菌に対するアクア酸化水の殺菌効果. 顎咬合誌 1995 16: 19~27.
 - 14) 柏田聡明, 他: 歯科医院における超酸化水の臨床応用の可能性を探る (2). 歯界展望 1995 85: 395~404.
 - 15) 金子明寛, 他: 歯科・口腔外科領域感染症における起炎菌の変貌と治療. 化学療法 の 領 域 1993 19: 83~91.
 - 16) 浅利誠志, 他: Part 4 MRSA の教訓と今後の院内感染防止対策 (6). 院内感染防止の立場からみた適切な消毒剤 (法) の使用法. 最新医学 1993 49: 1009~1014.
 - 17) Kieser, J. B., et al: Periodontics. A practical approach. Wright, London. 1990, 26~29.
 - 18) 芝 燁彦, 他: 強酸性水ハンドブック. 医学情報社, 1995.
 - 19) 荻原和孝, 他: *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum* に対する多形核白血球の活性酸素産生と食・殺菌系におよぼす補体, 抗体の影響. 日歯周誌 1995 37: 628~640.