

強電解水のアルジネート印象体に対する 殺菌・消毒効果

西村 彰浩^{*1,†}・塚崎 弘明^{*}・芝 燁彦^{*}・金石あずさ^{*}
加瀬 智夏^{*}・新實 一仁^{*}・西村 志保^{*}

^{*} 昭和大学歯学部有床義歯学教室

(2003年6月4日受付, 2003年7月3日受理)

歯科臨床において、日常頻用されるアルジネート印象体の殺菌・消毒に強電解水を応用することを目的として実験を行った。その結果、前洗浄で強アルカリ性電解水 300 秒、後洗浄で強酸性電解水 300 秒を行うことによりこれまで使用されてきた薬剤と同等の殺菌・消毒効果を発現することが確認されたので、強電解水のアルジネート印象体への臨床応用の可能性が示唆された。

キーワード：強アルカリ性電解水，強酸性電解水，アルジネート印象体，殺菌

緒言

近年、エイズやB型肝炎、C型肝炎などの感染症に対する予防という観点から口腔領域において殺菌、消毒の重要性が論議されている^{1),2)}。特に、口腔内より採得した印象体の印象面には、血液、唾液、滲出液などが付着しており、その中に含まれる微生物による歯科医療従事者への感染が問題となっている³⁾。その防止対策として、印象体に対する殺菌、消毒の必要性が強く認識され、現在グルタルアルデヒド系あるいは次亜塩素酸ナトリウム系などの消毒薬を用いた薬液浸漬による方法が推奨されているが、これらの薬液を用いてもその殺菌・消毒には15~60分の時間必要⁴⁾といわれている。印象体に対する長時間の薬液浸漬による殺菌・消毒法は印象体に変形を生じさせ、石膏模型の精度や表面粗さに与える影響は極めて大きい。そのため殺菌・消毒に要する時間を短縮する必要がある^{5)~17)}。また、これら消毒薬は、使用後の廃液投棄が環境汚染につながりかねないことも懸念されている。

上水に微量の食塩を添加して電気分解することによって得られる強酸性電解水は、従来の薬剤に比べ各種微生物に対して短時間で強力な殺菌力を発揮し、安全性にも優れ、使用後の廃液処理も環境汚染に影響を及ぼさないと^{18)~21)}、また強アルカリ性電解水は有機物の除去に効果的で、洗浄効果が増大するとして^{22),23)}、最近医科および歯科領域において脚光を浴びている^{24),25)}。

そこで我々は、この強アルカリ性電解水および強酸性電解水を用いて、今日臨床で最も頻用されているアルジネー

ト印象体の殺菌・消毒薬に応用することを目的として、*in vitro* による細菌学的検索を行った。

実験材料

アルジネート印象材は AROMA FINE DF III Lot. No. 300971 (GC社製)を用いた。試験液は強電解水生成装置 OXILYZER[®] (三浦電子(株)製)より生成された pH 2.38、酸化還元電位 1,145 mV、残留塩素濃度 44 ppm の強酸性電解水と、pH 11.45、酸化還元電位 -851 mV、残留塩素濃度 0.26 ppm の強アルカリ性電解水およびコントロールとして滅菌蒸留水と 2% グルタルアルデヒド (丸石製薬(株)製)を用いた。

供試菌株は *Streptococcus mutans* JCM5705 を用いた。培地は菌液培養に Brain Heart Infusion Broth、洗浄後培養に Heart Infusion Agar を用いた (図 1)。

実験材料

試験片	AROMA FINE DF III Lot.No.300971	(GC社)
試験液		
・強電解酸性水	OXILYZER	(三浦電子社)
pH 2.38	酸化還元電位 1145 mV	残留塩素濃度 44 ppm
・強電解アルカリ性水	OXILYZER	(三浦電子社)
pH 11.45	酸化還元電位 -851 mV	残留塩素濃度 0.26 ppm
・滅菌蒸留水		
・グルタルアルデヒド		(丸石製薬社)
供試菌株	<i>Streptococcus mutans</i> JCM 5705	
培地	Brain Heart Infusion Broth	(菌液培養用)
	Heart Infusion Agar	(洗浄後培養用)

図 1

[†] 連絡先

^{*} 〒145-8515 東京都大田区北千束 2-1-1
Tel. 03-3787-1151 (295)

実験方法

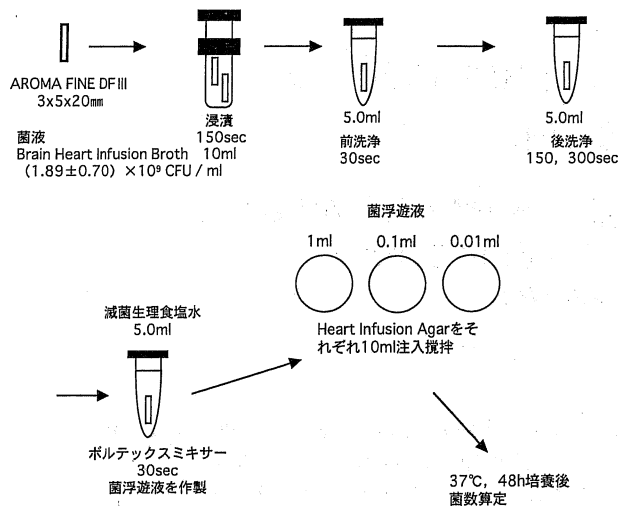


図 2

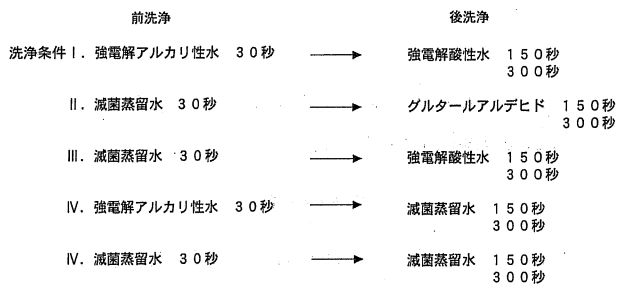


図 3

実験方法

試験片はメーカー指定の混水比に従いアルジネート印象材を滅菌蒸留水にて練和したのち、金型に注入し、3×5×20 mm の形態に硬化させたものを作製して用いた。菌液は供試菌株の *Streptococcus mutans* JCM5705 を Brain Heart Infusion Broth 10 ml に接種後、37°C にて 48 時間培養し、 $(2.83 \pm 1.34) \times 10^7$ cfu/ml に調整したものをを用いた。

作製した試験片を菌液中に 150 秒間室温静置浸漬後、試験液 5 ml 中で洗浄した。洗浄後の試験片を滅菌生理食塩水 5 ml 中に入れ、30 秒間ボルテックスミキサーにて振とうし、菌浮遊液を作製した。それぞれの菌浮遊液を 1 ml, 0.1 ml, 0.01 ml ずつ滅菌シャーレに入れた後、溶解した Heart Infusion Agar を用いた混積培養法により菌数を算定した (図 2)。

洗浄は以下の条件にて行った (図 3)。

洗浄条件 I は前洗浄として強アルカリ性電解水による 30 秒間の浸漬、後洗浄として強酸性電解水による 150 秒間または 300 秒間浸漬を行った。

洗浄条件 II は前洗浄として滅菌蒸留水による 30 秒間の浸漬、後洗浄として 2% グルタルアルデヒドによる 150 秒間または 300 秒間浸漬を行った。

洗浄条件 III は前洗浄として滅菌蒸留水による 30 秒間の浸漬、後洗浄として強酸性電解水による 150 秒間または 300 秒間浸漬を行った。

洗浄条件 IV は前洗浄として強アルカリ性電解水による 30 秒間の浸漬、後洗浄として滅菌蒸留水による 150 秒間または 300 秒間浸漬を行った。

洗浄条件 V は前洗浄として滅菌蒸留水による 30 秒間の浸漬、後洗浄として滅菌蒸留水による 150 秒間または 300 秒間浸漬を行った。

それぞれの条件下で、各々 5 個の試験片を用いて実験を行った。

結果

洗浄後の生菌数を表 1 に示した。洗浄後の菌数はすべての洗浄条件において、未洗浄の場合と比較して菌数の減少が認められた。

洗浄後の生菌数が最も多かったのは、条件 V の後洗浄 150 秒で $(9.25 \pm 1.32) \times 10^3$ 、次いで条件 V の後洗浄 300 秒の $(6.22 \pm 0.38) \times 10^3$ であった。また殺菌・消毒効果が最も良好であったのは、前洗浄に強アルカリ性電解水、後洗浄に強酸性電解水 300 秒を行った洗浄条件 I と前洗浄に滅菌蒸留水、後洗浄に 2% グルタルアルデヒド 300 秒を行った洗浄条件 II で、生菌数はどちらの条件においても 1.00×10^1 未満でほぼ 100% の殺菌・消毒効果が認められた。また、すべての条件下で後洗浄を 150 秒間行ったものより 300 秒間行ったものの方が菌数の減少率は高かった。

後洗浄時間 150 秒では最も生菌数が多かったのは条件 V で以下、IV→III→I→II の順であった。後洗浄 300 秒では同様に V→IV→III→I=II の順であった。

5 つの洗浄条件の洗浄後の培養結果の 1 例を図 4 に示した。洗浄条件 I と洗浄条件 II では生菌は全く認められなかったが、洗浄条件 III および IV では若干の生菌が認められた。また、洗浄条件 V では多数の生菌が認められた。各洗浄条件間の菌数の有意差を表 2 に示した。Bonferroni-

表 1 洗浄後の生菌数

洗浄条件	後洗浄 (sec)	生菌数 (CFU/ml)
未洗浄		$(2.83 \pm 1.34) \times 10^7$
I アルカリ水→酸性水	150	$(2.13 \pm 0.28) \times 10^2$
	300	$< 1.00 \times 10^1$
II 滅菌蒸留水→グルタルアルデヒド	150	$(3.37 \pm 1.88) \times 10^1$
	300	$< 1.00 \times 10^1$
III 滅菌蒸留水→酸性水	150	$(3.87 \pm 1.99) \times 10^2$
	300	$(3.80 \pm 1.27) \times 10^1$
IV アルカリ水→滅菌蒸留水	150	$(1.24 \pm 0.28) \times 10^3$
	300	$(5.50 \pm 2.94) \times 10^2$
V 滅菌蒸留水→滅菌蒸留水	150	$(9.25 \pm 1.32) \times 10^3$
	300	$(6.22 \pm 0.38) \times 10^3$

Mean ± S.D.

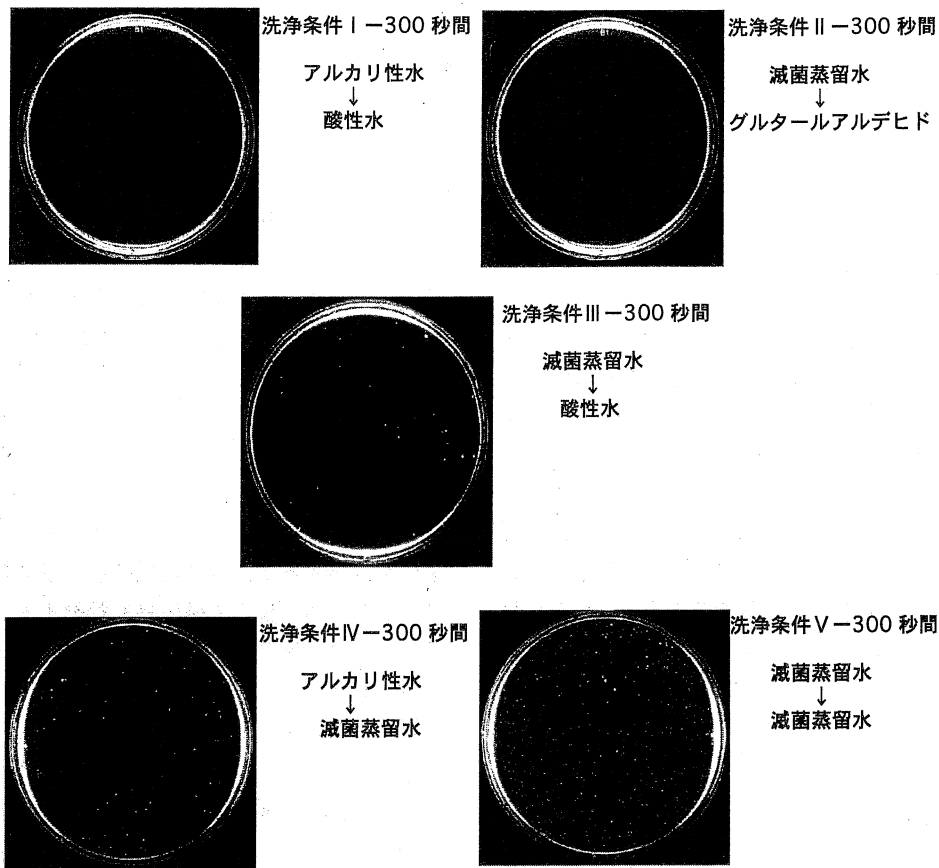


図4

表2 各洗浄条件間の有意差

洗浄条件	後洗浄(sec)	I		II		III		IV		V	
		150	300	150	300	150	300	150	300	150	300
I	150									*	*
	300							*		*	*
II	150							*		*	*
	300							*		*	*
III	150									*	*
	300						*			*	*
IV	150									*	*
	300									*	*
V	150										*
	300										*

*: $P < 0.05$ *: $P < 0.01$

Dunn の検定により危険率 1% 以下で有意差の認められたものを*で、危険率 5% 以下で有意差の認められたものを**で示した。危険率 1% 以下では、洗浄条件 V と比較して洗浄条件 I, II, III, IV の後洗浄時間 150 秒, 300 秒共に有意な減少が認められた。また、洗浄条件 V では後洗浄時間 150 秒と 300 秒の間に有意差が認められた。

さらに危険率 5% 以下では、洗浄条件 I の後洗浄時間 300 秒, 洗浄条件 II の後洗浄時間 150 秒と 300 秒, 洗浄条件 III の後洗浄時間 300 秒と比較して洗浄条件 IV の後洗浄時間 150 秒の間に有意な細菌の減少が認められた。

考 察

歯科臨床において多種多様な薬剤が、その目的および使用部位に応じて用いられている¹⁶⁾。

しかしそれらの薬剤は微生物に対して強力な殺菌力を有しているが人体に有害であり、使用後の薬剤の廃棄が環境汚染の原因となり大きな社会問題を引き起こしている¹⁾。

今回我々は人体に対する害が極めて少なく、また環境汚染もないといわれている強電解水に注目し、日常臨床において頻用されているアルジネート印象体の殺菌・消毒薬として強電解水を応用することを目的として実験を行った。

現在殺菌・消毒方法は二つに大別されている。一つは煮沸・蒸気・ガスなどを用いた理学的的方法と、もう一つは消毒薬液中に浸漬する化学的方法である²⁶⁾。印象体の殺菌・消毒方法としては理学的的方法では印象体の変形が大きくなるので、通常は化学的方法が用いられている。現在主に入手できる薬液はグルタルアルデヒド系、次亜塩素酸ナトリウム系、ヨード系、エタノール系などがあるが、アルジネート印象体に対してはグルタルアルデヒド系が多く用いられている。そこで、本実験では強酸性電解水の比較対照薬剤として 2% グルタルアルデヒドを用いた。またコントロールとしては滅菌蒸留水を用いた。前洗浄において強アルカリ性電解水は滅菌蒸留水と比較して、アルジネー

ト印象体に対して優れた洗浄効果を示した。それは強アルカリ性電解水は pH が約 11.0 と強アルカリ性であるため、水酸化イオンの界面活性力によって有機物質を可溶化させることで洗浄効果が発現されたものと推測できる。後洗浄における微生物に対する殺菌・消毒効果は強酸性電解水は滅菌蒸留水と比較して優れていた。強酸性電解水の殺菌作用は残留塩素関連物質が微生物の表面に露出しているアミノ酸基 (NH₂) にアタックしてタンパク質部分を変性させ、表面を破裂させ、瞬時に死滅させる。また微生物表面のタンパク質と結合することにより微生物の代謝を変化させ、さらに微生物の細胞膜を透過して微生物内に含まれているタンパク質、ATP、DNA、RNA、NADH など標的とし、これらの物質を変性させ瞬時に死滅させたものと推測できる²⁷⁾。その結果強アルカリ性電解水で前洗浄し、強酸性電解水で後洗浄を行うことにより 300 秒でほぼ完全な殺菌・消毒効果が認められたものと解釈できる。この結果は滅菌蒸留水前洗浄、後洗浄 2% グルタルアルデヒド 300 秒とほぼ同じ殺菌効果であった。本実験では微生物に *S. mutans* を用いているため 2% グルタルアルデヒド溶液は強電解水とほぼ同様の効果を示したが、HBV に対して完全に殺菌・消毒を行うためには血液が付着していないときは 30 分、付着が考えられるときは約 60 分の浸漬が必要であると報告されている^{28)~31)}。これは HBV、HCV などに対する殺菌力の違いであり、強酸性電解水は HBV、HCV に対しても瞬時に殺菌効果を示すことが知られている^{32)、33)} ので、強アルカリ性電解水、強酸性電解水による殺菌・消毒方法は 300 秒で可能と考えられる。

アルジネート印象体は薬液に浸漬すると、時間の経過とともに薬液の影響により膨張、収縮し、作製した模型に寸法変化と、表面荒れを生じさせることが報告されており、短時間で行うことが推奨されている^{6)~17)}。強酸性電解水と蒸留水にアルジネート印象体を浸漬した場合、強酸性電解水の方が寸法変化 (膨張) は少ないことが報告されている³⁴⁾。その原因は印象が硬化した後も印象体中には未反応部分として水溶性アルギン酸が多く残存している。この水溶性アルギン酸が強酸性電解水によって分解され、遊離アルギン酸に変化する。これは一種のゲル反応によるものと推測されるが、この反応により膨張が抑制されたものと考えられる。2% グルタルアルデヒドと強酸性電解水の寸法変化比較では、小園は 2% グルタルアルデヒド、次亜塩素酸ナトリウム液などの消毒薬と比較して強酸性電解水の方が寸法変化 (膨張) は明らかに少なく、5 分間浸漬では約 0.5% の膨張であったと報告している⁴⁾。臨床的に適切な寸法安定性は 0±0.2% といわれている³⁴⁾ ことから評価すると適切な範囲を逸脱するが、現時点では最も良好な結果であるといえる。しかし、この点についてはさらなる検討が必要である。

また模型の表面粗さについても小園が報告している⁴⁾。

強酸性電解水は浸漬 5 分間では 0 分と比較して表面粗さは約 30% の減少を示し、表面粗さに関してはその発生を抑制する可能性があると報告している。模型の表面粗さは印象体中の未反応のカルボキシレート基が石膏のカルシウムイオンと強く反応して、印象面に石膏が付着することにより生じるが、強酸性電解水が印象体と接触し印象体中のカルボキシル基を減少させ、遊離アルギン酸を増加させることにより化学的に安定したことが、石膏のカルシウムとの反応を抑制して表面荒れを減少させたものと推測できる。

アルジネート印象体は繊維と水分から構成され、比較的粗な構造を有しているため、微生物は繊維間のわずかな空隙から印象体内部約 1 mm まで滲入すると報告されている^{35)、36)}。この点に関しては強酸性電解水にアルジネート印象体を浸漬すると、強酸性電解水も浸漬処理中に印象内部に滲入し、内部侵入の微生物も殺菌することが知られているので、強酸性電解水により完全に無菌状態になることが示唆される。

以上の結果より前洗浄強アルカリ性電解水、後洗浄強酸性電解水浸漬によるアルジネート印象体の殺菌・消毒法は臨床的に応用可能な方法であることが示唆された。

結 論

強アルカリ性電解水と強酸性電解水を用いて、アルジネート印象体に対する殺菌・消毒効果を検討したところ以下の結論を得た。

1. 強酸性電解水にアルジネート印象体を浸漬することにより、印象体に付着した微生物が殺菌されることが明らかになった。
2. 強アルカリ性電解水でアルジネート印象体の前洗浄を行うことにより殺菌・消毒効果はより向上することが明らかとなった。
3. 前洗浄強アルカリ性電解水、後洗浄強酸性電解水によるアルジネート印象体の殺菌・消毒法は臨床に十分応用可能であることが示唆された。

文 献

- 1) 芝 輝彦, 芝 紀代子: 消毒革命がおきている。医学情報社, 東京, 1997.
- 2) 芝 輝彦, 芝 紀代子: 強電解水ハンドブック。医学情報社, 東京, 1995.
- 3) 天笠光雄, 木野孔司: 機械・器具。強電解酸性水の歯科臨床, pp. 70-77, クインテッセンス出版, 東京, 1997.
- 4) 小園凱夫: 印象から模型へー主に技工室の題として一。強電解酸性水の歯科臨床, pp. 84-88, クインテッセンス出版, 東京, 1997.
- 5) 吉田隆一: アルジネート印象材の薬液消毒。DE, 106: 12-15, 1993.
- 6) 山中雅文, 野正久雄, 永松有紀, 他: 強電解酸性水によるアルジネート印象の消毒と模型精度。歯科材料・機械, 16 (第 30 回特別号): 74, 1997.

- 7) 鈴木麻美: アルジネート印象材を機能水に浸漬したときの経時的寸法へ変化と殺菌効果. 歯科材料・器械, 16: 249-269, 1997.
- 8) 市丸俊夫, 斉藤設雄, 昆 隆一, 他: アルジネート印象用消毒・固定兼用液における印象寸法安定性と pH およびイオン濃度変化. 歯科材料・器械, 18(5): 339-346, 1999.
- 9) 平口久子, 中川久美, 内田博文, 他: 印象の薬液浸漬消毒が模型の表面粗さに及ぼす影響. 日歯保誌, 45(1): 29-38, 2002.
- 10) 平口久子, 内田博文, 中川久美, 他: 寒天・アルジネート連合印象の薬液消毒が模型の再現性に及ぼす影響. 歯科材料・器械, 17(1): 89-95, 1998.
- 11) 畦森雅子, 永沢 恒: グルタルアルデヒドによるアルジネート印象の消毒. 日歯保誌, 37(3): 974-981, 1994.
- 12) 土生博義, 内田博文, 秋山 譲, 他: 従来型およびダストフリータイプアルジネート印象材の寸法変化. 歯科材料・器械, 5(1): 47-53, 1986.
- 13) 土生博義: エイズ, B型肝炎感染予防対策としての印象体の消毒. 補綴臨床, 21(2): 191-200, 1988.
- 14) 土生博義, 内田博文, 太田高之, 他: アルジネート印象体の消毒に関する研究—市販アルジネート印象材の寸法変化に及ぼす各種消毒液の影響—. 歯科材料・器械, 7(5): 741-747, 1988.
- 15) 土生博義, 田辺直紀, 平口久子, 他: アルジネート印象体の消毒に関する研究—グルタルアルデヒド溶液中浸漬の影響—. 歯科材料・器械, 13(3): 187-192, 1994.
- 16) 内田博文, 土生博義: アルジネート印象の消毒. DE, 87: 3-7, 1988.
- 17) 土生博義, 内田博文, 田辺直紀, 他: アルジネート印象体の消毒に関する研究—グルタルアルデヒド浸漬後の印象体の固定処理の効果—. 歯科材料・器械, 14(2): 181-185, 1995.
- 18) 酒井敏博, 芝 燁彦, 万代倫嗣, 他: OXILYZER による電解水の歯科領域への応用—使用条件について—. 補綴誌, 37: 921-927, 1993.
- 19) 西村彰浩, 金石あずさ, 芝 燁彦, 他: 強電解水のアルジネート印象材に対する殺菌・洗浄効果. 第8回強電解水歯科領域研究会, pp. 26-27, 1999.
- 20) 芝 燁彦, 塚崎弘明, 金石あずさ, 他: 強電解酸性水の院内感染への応用. 昭歯誌, 19: 339-409, 1999.
- 21) 酒井敏博, 塚崎弘明, 芝 燁彦, 他: OXILYZER による電解水の歯科領域への応用—生体に対する安全性について—. 補綴誌, 39: 41-46, 1995.
- 22) 金石あずさ, 加瀬智夏, 芝 燁彦, 他: 強電解水による歯科用切削器材の洗浄・消毒効果について. 第7回強電解水歯科領域研究会, pp. 30-31, 1998.
- 23) 加瀬智夏, 金石あずさ, 芝 燁彦, 他: 強電解水の歯科領域への応用—治療器具の洗浄効果について—. 補綴誌, 41(第97回特別号): 50, 1997.
- 24) 小花照雄, 芝 燁彦, 酒井敏博: 強電解酸性水の歯科領域への応用に関する研究. 昭歯誌, 16: 412-426, 1996.
- 25) 芝 燁彦, 尾関雅彦, 酒井敏博, 他: 強酸性電解水の殺菌作用と歯科領域における応用. 歯科衛生士, 18: 23-29, 1994.
- 26) 土生博義, 橋本邦彦: 印象体の消毒. Dentist, 193: 65-72, 1991.
- 27) 芝 燁彦: 強酸性電解水の殺菌・消毒作用と臨床への適応. DE, 115: 1-12, 1995.
- 28) 茂木孝之: アルジネート印象材の寸法安定性に関する研究—各種消毒液の濃度と浸漬時間の影響—. 歯科材料・器械, 6(6): 747-761, 1987.
- 29) 高橋修和, 薩田清明, 三木 康, 他: 滅菌・消毒法マニュアル. pp. 29, 41, 42, 43, 114, 藤田企画出版, 東京, 1982.
- 30) 日本歯科医師会: 歯科における臨床医のための処方例集, V-4, B型肝炎ウイルスの消毒. 日歯医師会誌, 38(12): 54-55, 1986.
- 31) 久野吉雄: B型肝炎ウイルスの消毒と AIDS ウイルスの消毒. 日歯医師会誌, 39(3): 49-52, 1986.
- 32) 奥田禮一: 酸化電位水と医療におけるこの水の応用. ZOOM UP, 94: 1996.
- 33) 清水義信, 古沢利武: 電解による酸化電位水の殺ウイルス, 殺細菌および殺真菌の作歯科ジャーナル, 37(6): 1055-1060, 1992.
- 34) 市丸俊夫, 斉藤設雄: 印象の消毒に使ったときの寸法や模型面への影響は? 酸化電位水の Q&A (デンタルダイヤモンド臨時増刊号), pp. 31-34, デンタルダイヤモンド社, 東京, 1995.
- 35) 永松有紀: 電解酸性水による印象の殺菌. 九州歯会誌, 50(3): 515-531, 1996.
- 36) 小園凱夫: 印象. 強電解酸性水の歯科臨床, pp. 78-83, クインテッセンス出版, 東京, 1997.

The Sterilization and Disinfection Effect of Alginate Impression Material by Using Electrolyzed Water

Akihiro NISHIMURA, Hiroaki TSUKASAKI, Akihiko SHIBA, Azusa KANAISHI,
Chinatsu KASE, Kazuhito NIINOMI, and Shiho NISHIMURA

*Dept. of Prosthodontics, School of Dentistry, Showa Univ., 1-1 Kitasenzoku 2-chome,
Ohta-ku, Tokyo 145-8515, Japan*

It experimented for the purpose of applying electrolyzed water to sterilization and disinfection of alginate impression material. Which experimented in order to apply electrolyzed water consequently electrolyzed alkaline water, and electrolyzed acidic water, it turns out that there is the same sterilization and disinfection effect as the disinfectant which was being used conventionally. It was suggested that electrolyzed water is applicable by clinical dentistry.