口腔内 pH の違いが軟性裏装材の劣化に及ぼす影響

王 丸 寛 美

九州歯科大学歯科補綴学第1講座 (指導: 守川雅男教授)

平成12年6月23日受理

Effect of Intraoral pH on Deterioration of Soft Lining Materials

Tomomi Ohmaru

First Department of Prosthetic Dentistry (Director: Prof. Masao Morikawa)
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

For cleansing of dentures with soft lining materials, chemical denture cleansing is recommended to avoid mechanical stimulation to the denture lining materials. At the same time, reports has been made that denture cleanser pH deteriorates soft lining materials. Also, different deterioration of soft lining materials was found in clinic, even though the same combination of the soft lining material and the denture cleanser was used.

The purpose of this study was to evaluate the effect of intraoral pH on deterioration of soft lining materials.

At first, as basic experiment 1, in order to examine whether pH exerts a baneful influence on deterioration of soft lining materials, test pieces of three types, Tissue Conditioner (TC), Visco-gel (VG) and Evatouch (ET) were immersed into five different pH solutions for 28 days. The deterioration effect of pH was confirmed certainly through this basic experiment.

Next, as clinical experiment, a palatal plate with the soft lining materials was worn by 36 volunteers selected from 52 students and colleagues by pH paper test, who were divided into three groups of intraoral pH, acid group ($\text{pH}: 6.1 \pm 0.34$), neutral group ($\text{pH}: 6.8 \pm 0.27$), and alkaline group ($\text{pH}: 7.4 \pm 0.35$) by carrying out the follow-up investigations of the changes of intraoral pH over the passage of time in hours.

The palatal plate was immersed into simple distilled water, and then two different pH denture cleansers during night time in turn by the 28 days according to the usual usage of dentures. However, as volunteers of this clinical experiment were relatively young adults and had intraoral pH close to neutral ($\text{pH} 5.83\text{--}7.56$), a supplemental experiment on the supposition that subjects were old persons wearing dentures whose intraoral pH had a tendency to be strong acid was performed at this point.

Surface changes of soft lining materials were assessed by the light microscope, the score of surface deterioration modified from Goll's method, and the depth of crater.

The results were as follows:

1) This experiment confirmed that human has a stable individual intraoral pH, which has a characteristics of restoring itself immediately even after ingesting strong acid or alkaline

foodstuffs. This fact means that it is possible to measure intraoral pH of patients at arbitrary chairtime, and select the most suitable soft lining for the individual.

2) Acrylic type materials TC and VG were susceptible to pH, and weak acid environment was suitable for TC and VG, although TC was suitable in neutral environment also.

Silicone type material ET was not so susceptible to pH as acrylic type ones, but this material seemed to be most suitable in alkaline environment when considering discoloring.

3) Acrylic type materials had compatibility with the weak acid type of denture cleanser, and silicone type material had compatibility with the strong alkaline type of denture cleanser.

The above results showed that intraoral pH influenced the deterioration of soft lining materials and that the use of denture cleansers reduced deterioration in all intraoral pH environments. Therefore it is most important to measure intraoral pH of the patient by pH test papers if soft lining materials are required, and to relined dentures by selecting and using the most suitable one of soft lining materials according to the pH test, and then to instruct to use the most suitable denture cleanser for standing long use of soft lining materials.

Key words: Deterioration of soft lining materials / Intraoral pH / Denture cleanser

緒 言

義歯用軟性裏装材は、顎堤鋭縁部の咀嚼時疼痛の緩和¹⁾、粘膜菲薄部の咬合圧の緩衝²⁾、義歯床辺縁部の封鎖性の改善³⁾、即時義歯や顎補綴義歯などの暫間裏装⁴⁾、ならびに義歯の補助的維持⁵⁾を目的として臨床応用されている。このような種々の使用目的に適切に対応するために、材料学的にも様々な物性を有する軟性裏装材が開発されているが、材質が軟らかいためその取り扱い、とくに清掃法については考慮する必要がある。

義歯の清掃法は、機械的清掃法と化学的清掃法に大別される⁶⁾が、最も一般的に行われている義歯用ブラシによる機械的清掃法では、軟性裏装材の表面荒れが生じ、結果的に材料自体の劣化や義歯粘膜面の不適合、さらに顎堤粘膜の炎症を来す危険性もある。したがって、軟性裏装材の表面荒れのみならず、デンチャープラークコントロールの見地からも、義歯洗浄剤による化学的清掃法が推奨されている^{9,10)}。この義歯洗浄剤による軟性裏装材へ及ぼす影響についても数多くの報告があるが¹¹⁻²¹⁾軟性裏装材を劣化させる主な原因として、義歯洗浄剤に含有されている過酸化物質や可塑剤ならびに pH による影響が指摘されている。

ところが、同一の軟性裏装材と義歯洗浄剤を用いた場合でも、患者によって軟性裏装材の劣化の程度が異なることは临床上良く経験するところである。この原因とし

ては、義歯洗浄剤の使用頻度や浸漬時間、患者の嗜好食品、患者の口腔内 pH の影響などが考えられるが、これらの因子に関して詳細に検討した報告は見当たらない。

本研究では、pH の違いがどの程度、軟性裏装材の劣化に影響を及ぼすかを調べるために pH の異なる 5 種類の溶液を用いて基礎実験 1 を企画した。また、この基礎実験 1 の観察結果は後述の臨床実験結果の判定材料にも用いた。つまり軟性裏装材の劣化は単に pH のみではなく、プラークや咀嚼などによっても影響されることが考えられるが、本研究の臨床実験では pH のみに限定して観察するため、その臨床実験結果を pH のみの影響と判断し得るか否かの判定資料としてこの基礎実験 1 の観察結果を使用した。

次に基礎実験 2 として、基礎実験 1 で使用した溶液から口腔内 pH を想定した pH 溶液を選び、3 種類の軟性裏装材をこの溶液中に浸漬後、毎日 8 時間、pH の異なる 2 種の義歯洗浄剤中に浸漬して清掃した場合の経時的表面性状の変化を比較検討した。

以上の基礎実験の結果から、pH の違いにより軟性裏装材の劣化には差異が生じること、また軟性裏装材の劣化は軟性裏装材の種類や口腔内 pH の違い、ならびに義歯洗浄剤の種類によっても大きく影響することが判明したため、ボランティア 36 名に協力を求め臨床実験に移った。

臨床実験では、実験用口蓋床を装着させた各被験者に

ついて、実験開始初期、中期、後期にそれぞれ任意の1日の計3日間、1日中の口腔内pHの変動を1時間おきに測定し、その平均値から酸性、中性、アルカリ性の3グループに分類し、それぞれのグループにおける口腔内pHの違いが軟性裏装材の劣化に及ぼす影響を比較、検討した。

材料および方法

I. 基礎実験1

基礎実験1では、pHの異なる5種の溶液中に3種の軟性裏装材を浸漬した場合の表面性状の経時的変化について比較、検討した。

A. 実験材料

1. 軟性裏装材

市販軟性裏装材の中からアクリル系材料のTissue Conditioner (松風, 以下TCと略す), Visco-gel (De Tray/Dentsply, VG), ならびにシリコン系材料のEvatouch (ネオ, ET) の3種を選択した。

2. 浸漬溶液

強酸性、弱酸性、中性、弱アルカリ性、強アルカリ性の口腔内環境を想定した5種のpH溶液として、フタル酸塩pH標準液 (pH 4.01, 以下PTと略す), ピカ酵素タイプ水溶液 (pH 5.63, PK), 蒸留水 (pH 6.65, DW), ホウ酸塩pH標準液 (pH 9.18, TB), エバクリーン水溶

液 (pH 11.76, EC) を用いた。

B. 試験片の作製

縦30mm, 横20mm, 厚さ2mmのアクリル板上に、縦20mm, 横20mm, 厚さ2mmとなるように真空練和した各軟性裏装材を築盛し試験片とした。試料の厚さに関しては日高 (1981)²²⁾, 佐藤ら (1982)¹⁶⁾, 鱒見 (1984)²³⁾ の報告を参考にした。試験片は各溶液につき各軟性裏装材を10枚ずつの計150枚作製した。なお、軟性裏装材の粉液比や硬化方法はメーカーの指示に従って行った。また、各試験片の上端には小孔をもうけ、デンタルフロスを通し、溶液中に懸垂できるようにした (Fig. 1)。

C. 実験方法

5種の溶液中に3種の軟性裏装材からなる各試験片を浸漬し、これらの容器を37℃恒温槽中に保存した後、浸漬直後、1, 3, 5, 7, 14, 21, 28日目における各試験片の表面性状の変化について観察した。

II. 基礎実験2

基礎実験2では、pHの異なる2種の溶液中に3種の軟性裏装材を浸漬し、これらをpHの異なる2種の義歯洗浄剤による化学的清掃を行った場合の表面性状の経時的変化について比較、検討した。

A. 実験材料

1. 軟性裏装材

Table 1 Soft lining materials used

Material	Code	Type	Manufacturer	Lot No.
Tissue Conditioner	TC	acrylic	Shofu	P: 099715 L: 089753
Visco-gel	VG	acrylic	DeTray/Dentsply	P: SF111 L: SG120
Evatouch	ET	silicone	Neo	B: LL01 C: LG01

Table 2 Solutions used

Material	Code	Manufacturer	Lot No.
Phthalate pH standard solution	PT	Wako	MNH2585
Pika enzymatic type solution	PK	Rohto	2013
Distilled water	DW	—	—
Tetraborate pH standard solution	TB	Wako	MNJ2487
Evaclean solution	BC	Neo	MA03

Fig. 1 Specimens for basic experiment.

実験に用いた軟性裏装材は基礎実験 1 と同様に TC, VG, ET の 3 種とし、製品番号も同一のものを使用した。

2. 浸漬溶液

酸性およびアルカリ性の口腔内環境を想定した pH 溶液として基礎実験 1 と比較するため、PT と TB の 2 種を用いた。これらの製造会社名、製品番号は、Table 2 に示したものと同一である。

3. 義歯洗浄剤

酸性義歯洗浄剤として PK, アルカリ性義歯洗浄剤として EC の 2 種を用いた。なお、製品番号は基礎実験 1 と同一のものを使用した。

B. 実験方法

3 種の軟性裏装材を築盛した基礎実験 1 と同寸法の試験片 10 枚ずつを前述した 2 種の溶液中に浸漬し、これらの容器を 37℃ 恒温槽中に保存した後、pH の異なる 2 種の義歯洗浄剤 (PK, EC) を用いて毎日 8 時間義歯洗浄剤溶液中に浸漬し、清掃を行った。浸漬直後、1, 3, 5, 7, 14, 21, 28 日目における各試験片の表面性状の変化について観察した。なお、義歯洗浄剤に関しては、発泡による軟性裏装材表面の影響¹⁶⁾を避けるために、発泡終了後の溶液で清掃を行った。

Ⅲ. 臨床実験

A. 被験者

被験者は、実験の主旨を理解し承諾を得た本学職員、大学院生、学生のボランティア 36 名 (男性 19 名、女性 17 名) とした。pH 試験紙 (スタンダード pH 試験紙, 谷口科学) を用いて各被験者の 1 日の口腔内 pH の変動を実験開始初期, 中期, 後期の計 3 回, 1 時間おきに測定後、その平均値 pH の差異により弱酸性 12 名 (pH 6.5 未満), 中性 12 名 (pH 6.5 以上~7.1 未満), アルカリ性

12 名 (pH 7.1 以上) の 3 グループに分類した。(Fig. 2)

B. 実験用口蓋床の製作

アルジネート印象材 (アロマファイン DFⅡ, GC) を用いて各被験者の上下顎印象採得を行い、硬石こう (ユニストーン, 松風) を注入して作業模型を製作した。上下顎模型を咬合器に装着後、咬頭嵌合位および側方運動時に顎運動を阻害しない上顎歯牙の数カ所にワイヤークラスプを設置した後、流し込みレジン (POUR RESIN, 松風) を用いて口蓋全体を被覆し、実験用口蓋床を作製した。つぎに、プレートの粘膜面部に口蓋皺襞を避けて基礎実験と同一の 3 種の軟性裏装材を縦 10 mm, 横 10 mm, 厚さ 1.5 mm となるように築盛り実験用口蓋床を完成した (Fig. 3)。臨床実験の被験者は顎堤吸収等のない有歯顎者であり、2 mm 厚の軟性裏装材を築盛した実験用口蓋床を装着させた際に不快感を訴えたため、臨床実験の軟性裏装材は厚みを 1.5 mm とした。

C. 実験方法

臨床実験は各被験者に対して 12 週間行った。前述の実験用口蓋床を各被験者に装着させ、最初の 4 週間は就寝時に口蓋床を水洗した後、水中に 8 時間浸漬保存するよう指示した。つぎの 4 週間は就寝時に水洗後、義歯洗浄剤の PK 溶液中に 8 時間浸漬保存するよう指示した。さらに最後の 4 週間は水洗後、義歯洗浄剤の EC 溶液中に 8 時間浸漬保存するよう指示した。なお、実験用口蓋床粘膜面に築盛した各軟性裏装材は、4 週間ごとに新しい材料に交換した。実験用口蓋床装着後 0, 7, 14, 21, 28 日目における各試験片の表面性状の変化について観察した。

Ⅳ. 評価方法

各試料の表面性状の経時的変化について、以下に示す 3 種の方法を用いて評価した。観察は、基礎実験 1 および基礎実験 2 では浸漬直後、1, 3, 5, 7, 14, 21, 28 日目の 8 回、臨床実験では実験用口蓋床装着後 0, 7, 14, 21, 28 日目の 5 回行った。

A. 光顕的評価

各試料の表面性状の経時的変化を Nikon 社製実態顕微鏡 (×20) で観察し、その程度を比較した。

B. 肉眼的評価

試料表面の肉眼的評価に関して、Goll (1983) ら¹²⁾, Harrison ら (1989)¹⁴⁾, および Nikawa ら (1994)¹⁸⁾ は、それぞれ 6 段階, 4 段階, 5 段階で評価しているが、より細かい経時的変化を検討するために、各試験片の表面を 8 分割し、表面性状に変化の認められた区画数をスコア化して、0~8 の 9 段階による肉眼的評価を行った。

Fig. 2 Variation of intraoral pH.

●: Alkaline group ■: Neutral group ▲: Acid group

Fig. 3. Palatal plate for clinical experiment.

Fig. 4. Scores of surface deterioration of soft lining material.

Black painted area means deteriorated area.

(Fig. 4).

C. クレーター深度の評価

非接触型高速3次元形状計測装置 (SURFLACER VMD-25, ユニソン) を用いて各試験片の表面形状を計測し、とくに試験片表面に発生した最大クレーター深度について観察した。本装置は計測対象物にレーザー光をスリット光として照射し、そのスリット像を2台の38万画素 CCD カメラで撮影し、三角測量の原理により、測定対象物の形態計測を行う。CCD カメラの信号は画像処理装置 (3D-VMS, ユニソン) によって処理され、

±0.05 mm の計測精度で3次元座標値として出力される。また、パーソナルコンピュータ (NEC PC-9801 BA3, 日本電気) によって、測定対象物の立体画像の再構築を行い、任意点の座標値を得ることが可能である。

最大クレーター深度の計測に際して、基礎実験1および基礎実験2では、試験片を計測装置に固定するために、試験片の縦がX軸、横がY軸、高さがZ軸となるような基準平面の指標を付与した計測用ジグを作製し、X軸方向の計測幅を0.05 mm 間隔に設定して試験片の表面形状を測定した後、任意のX座標におけるY-Z平面画像を再構築し、画像上のZ座標の最小値を最大クレーター深度とした。また臨床実験では、実験用口蓋床の前後方向がX軸、左右方向がY軸、上下方向がZ軸となるようにジグ上の同一部位に固定するためのコアを作製し、基礎実験と同様の方法で任意のX座標におけるY-Z平面画像を再構築し、画像上のZ座標の最小値を最大クレーター深度とした。

結 果

I. 基礎実験1

A. 光学的評価

強酸性環境 (PT) において、TC は、3~7日目までは気泡はわずかであったが、14日目に表面に浅く細かいクレーターが急増した。VG は、1日目から内部気泡が発生し、経時的に増加、浮上してクレーターを形成した。ET は、観察期間中に表面性状に大きな変化は認められなかったが、経時的に表面の光沢が減少し脱色する傾向が認められた (Fig. 5)。

弱酸性環境 (PK) において、TC は、観察期間中のクレーターの形成は他のどの環境よりも少なかったが、光沢の減少が認められた。VG は、1日目に小さな内部気泡が発生したが、経時的に消失した。しかし、他の環境と比較すると表面の光沢の減少が著しく、表面がスリガラス様を呈した。ET は、表面性状に大きな変化は認められなかったが、強酸性環境の場合と同様に光沢の減少と脱色の傾向が認められた (Fig. 6)。

中性環境 (DW) において、TC では、7~14日目までは気泡はわずかであったが、21日目になると浅く細かいクレーターが表面に急増した。VG では、1日目に比較的小さな内部気泡が発生し、3日目からは浮上して表面にクレーターを形成した。5~14日目までには新たな形成はほとんど認められなかったが、21日目に浅く細かいクレーターが急増した。ET は、観察期間中に表面性状の変化は認められなかった (Fig. 7)。

Fig. 5 Photographs by light microscope (×20) of soft lining materials immersed into strong acid solution.

Fig. 6 Photographs by light microscope (×20) of soft lining materials immersed into weak acid solution.

Fig. 7 Photographs by light microscope ($\times 20$) of soft lining materials immersed into neutral solution.

弱アルカリ性環境 (TB) において, TC は, 3~7 日目までは気泡はわずかであったが, 14 日目には表面に浅く細かいクレーターが急増した. VG は, 1 日目から内部気泡が発生し, 経時的に増加, 浮上してクレーターを形成した. ET は, 観察期間中に表面性状の変化は認められなかった (Fig. 8).

強アルカリ性環境 (EC) において, TC は, 1 日目より内部および表面に気泡が発生し, 経時的に増加, 浮上して表面にクレーターを形成した. VG は, 1 日目から内部気泡が発生し, 経時的に増加, 浮上してクレーターを形成した. ET は, 観察期間中に表面性状の変化は認められなかった (Fig. 9).

B. 肉眼的評価

強酸性環境において, TC では, 7 日目までは表面劣化度スコアが 1.0 以下であったが, 14 日目に急激に増加し 6.0 ± 1.70 となり, 28 日目には 7.3 ± 1.06 に達した. VG は, 前半は徐々に増加して 7 日目に 5.1 ± 1.37 に達し, その後急激に増加して, 14 日目には 7.5 ± 0.53 に達した. また, TC は VG と比較して 7 日目までは危険率 1%, 14 日目は危険率 5% で有意にスコアが低い, 21 日目以降は有意差は認められなかった ($p > 0.05$) (Fig.

10-a).

弱酸性環境において, TC は, 観察期間中にスコアが 1.0 を上回ることなく, 14 日目の 0.6 ± 1.07 が最高であった. VG は, 7 日目に 2.7 ± 1.16 まで達したが, 以後はやや減少して 28 日目には 1.5 ± 1.18 を示した. TC は VG と比較して 1~14 日目および 28 日目は危険率 1%, 21 日目は危険率 5% で有意にスコアが低かった (Fig. 10-b).

中性環境において, TC では, 14 日目までスコアは 1.0 以下であったが, 21 日目に急激に増加して 6.6 ± 0.84 となり, 28 日目には 7.8 ± 0.42 に達した. VG は, 徐々に増加して 14 日目に 4.0 ± 1.05 を示したが, 21 日目には 6.3 ± 1.64 と大幅に増加し, 28 日目には 7.6 ± 0.70 となった. また, TC は VG と比較して 14 日目までは危険率 1% で有意にスコアが低い, 21 日目以降は有意差は認められず ($p > 0.05$), VG よりもスコアが高くなる傾向が認められた (Fig. 10-c).

弱アルカリ性環境において, TC は, 7 日目までスコアは 1.0 以下であったが, 14 日目では急激に増加して 6.9 ± 1.20 となり, 28 日目には 7.5 ± 0.53 に達した. VG のスコアは経時的に増加し続け, 14 日目には 8.0 ± 0.00 を

Fig. 8 Photographs by light microscope (×20) of soft lining materials immersed into weak alkaline solution.

Fig. 9 Photographs by light microscope (×20) of soft lining materials immersed into strong alkaline solution.

Fig.10 Changes of deterioration score of soft lining materials immersed into different pH solutions.
a: Strong acid b: Weak acid c: Neutral d: Weak alkali e: Strong alkali

示し、以後はほとんど変化が認められなかった。また、TCはVGよりも14日目までは危険率1%, 21日目は危険率5%で有意にスコアが低い、28日目では有意差は認められなかった ($p>0.05$) (Fig. 10-d)。

強アルカリ性環境において、TCは、浸漬後1日目から他よりも大きな値を示し、3日目では 5.8 ± 1.14 を示

した。その後も増加し続けて28日目には 7.7 ± 0.48 に達した。VGは、3日目に 7.6 ± 0.70 に達し、14日目以降は最大値8.0が継続した。また、TCはVGよりも3, 5, 7, 21日目は危険率1%, 14日目は危険率5%で有意に低い値を示したが、1, 28日目は有意差は認められなかった ($p>0.05$)。 (Fig. 10-e)。

Table 3 The results of one-way factorial ANOVA and post-hoc test by using Fisher's PLSD method for evaluating the best pH environment for TC (14 days)

WA	**			
N	**	—		
WL	—	**	**	
SL	*	**	**	—
	SA	WA	N	WL

**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

SA: Strong acid, WA: Weak acid, N: Neutral, WL: Weak alkali, SL: Strong alkali

TCおよびVGの最適なpH環境について検討するために、14日目における各スコアと各種pH溶液とを比較したところ、Table 3, 4に示すようにTCは中性ならびに弱酸性環境、VGは弱酸性環境において有意に低い値を示した ($p < 0.01$).

なおETに関しては、すべてのpH環境において観察期間中の表面劣化度スコアは0であった。

C. 最大クレーター深度

強酸性環境において、TCは、5日目に急激に増加して 0.65 ± 0.09 mmに達し、その後は増加と減少を繰り返しながら、28日目は 0.72 ± 0.08 mmを示した。VGは、1日目から急激な増加を示し、7日目には 0.94 ± 0.25 mmに達したが、以後やや減少して21日目には 0.51 ± 0.08 mmとなった。しかし、28日目には再び 0.80 ± 0.19 mmに増加した (Fig. 11-a)。

弱酸性環境において、TCは、1日目に 0.22 ± 0.09 mmを示した後やや減少し、7日目からは 0.25 mm前後の値が続いた。VGは、1日目に 0.49 ± 0.14 mmを示したが、3日目からは減少して14日目には 0.09 ± 0.02 mmを示した。21, 28日目にはわずかに増加して 0.19 mmを示した (Fig. 11-b)。

中性環境において、TCは、3日目に 0.33 ± 0.10 mmを示した後 0.20 mm前後の値が続き、21日目に 0.28 ± 0.08 mmとなったが28日目には再び減少して 0.14 ± 0.04 mmとなった。VGは、1日目に 0.45 ± 0.40 mmを示したが、5~14日目は 0.25 mm前後の値が続き、21日目にわずかに増加して 0.30 mmとなった (Fig. 11-c)。

弱アルカリ性環境において、TCは、徐々に増加して、7日目に深度 0.47 ± 0.13 mmのクレーターが観察され

Table 4 The results of one-way factorial ANOVA and post-hoc test by using Fisher's PLSD method for evaluating the best pH environment for VG (14 days)

WA	**			
N	**	**		
WL	—	**	**	
SL	—	**	**	—
	SA	WA	N	WL

**: $p < 0.01$

SA: Strong acid, WA: Weak acid, N: Neutral, WL: Weak alkali, SL: Strong alkali

たが、以後はやや減少して21, 28日目には 0.20 mm以下となった。VGは、急激にクレーター深度が増加し、5日目に 1.14 ± 0.10 mmに達したが以後は14日目にいったん 0.42 ± 0.07 mmまで減少し、その後再び 0.95 mm前後と大きな値を示した (Fig. 11-d)。

強アルカリ性環境において、TCは、浸漬後から深度が増加し続け14日目には 0.78 ± 0.11 mmに達し、21日目にやや減少するが、28日目には 1.00 ± 0.16 mmとなった。VGは3日目に 1.30 ± 0.14 mmと大きな値を示すが、5日目に急激に減少した。その後7日目に再び 1.25 ± 0.21 mmと大きな値を示し、その後は増加と減少を繰り返した (Fig. 11-e)。

なおETに関しては、すべてのpH環境において観察期間中のクレーター形成は認められなかった。

II. 基礎実験2

A. 光顕的評価

酸性環境 (PT) において酸性義歯洗浄剤 (PK) を用いた場合、TCは、1日目には表面にクレーターを形成したが5日目にはそれらは消失し、以後は新たに発生した内部気泡が表面でクレーターや隆起を形成した。VGは、1日目に表面に小さなクレーターが観察されたが、それらは5日目までにはほとんど消失した。しかし、3日目頃より新たな内部気泡が観察され、14日目からは表面でやや大きなクレーターを形成した。21日目には表面に細かなクレーターが急増したが28日目にはほとんど細かなものは消失していた。ETは観察期間中、表面性状に大きな変化は認められなかったが、表面がやや脱色する傾向が認められた (Fig. 12)。

酸性環境においてアルカリ性義歯洗浄剤 (EC) を用いた場合、TCは、1日目に表面にクレーターを形成し、

Fig.11 Changes of maximum crater depth of soft lining materials immersed into different pH solutions. a: Strong acid b: Weak acid c: Neutral d: Weak alkali e: Strong alkali

徐々に消失したが3日目からは新たな内部気泡の発生が観察され、以後はそれらが表面に浮上して大きなクレーターや隆起を形成した。さらに、21日目以降には大きなクレーターに混在する浅く小さなクレーターが認められた。VGは、1日目に表面に小さなクレーターが観察されたが、それらは5日目にはほとんど消失した。しかし、

3日目からは新たな内部気泡とそれによる表面の隆起が発生し始め、徐々に大きなクレーターを形成した。21日目には表面に細かいクレーターが急増した。ETは観察期間中、表面性状に大きな変化は認められなかった (Fig. 13).

アルカリ性環境 (TB) において酸性義歯洗浄剤を用い

Fig.12 Photographs by light microscope ($\times 20$) of soft lining materials immersed into the acid solution (PT) with cleansing by the acid denture cleanser (PK).

Fig.13 Photographs by light microscope ($\times 20$) of soft lining materials immersed into the acid solution (PT) with cleansing by the alkaline denture cleanser (EC).

Fig. 14 Photographs by light microscope (×20) of soft lining materials immersed into the alkaline solution (TB) with cleansing by the acid denture cleanser (PK).

Fig. 15 Photographs by light microscope (×20) of soft lining materials immersed into the alkaline solution (TB) with cleansing by the alkaline denture cleanser (EC).

た場合、TCは、1日目に表面に小さなクレーターが認められたが5日目には消失した。全体的に他の組合せよりも内部気泡の発生は少なく、クレーターの形成も少なかった。VGは、1日目には表面に小さなクレーターを形成したが、5日目にはそれらは消失した。5日目からは新たな内部気泡が観察され、期間中ゆっくりと表面へ浮上するがクレーターの形成は多くなかった。ETは観察期間中、表面性状に大きな変化は認められなかったが、わずかに表面の脱色が認められた (Fig. 14)。

アルカリ性環境においてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合、TCは、1日目に表面にクレーターが観察され、3日目からは大きな内部気泡が発生し、表面で隆起を形成した。14日目からはそれらが表面で大きなクレーターを形成した。VGは、1日目には表面に小さなクレー

ターを形成した。5日目からは新たな内部気泡が観察され、14日目からは大きなクレーターが形成された。ETは観察期間中、表面性状に大きな変化は認められなかった (Fig. 15)。

B. 肉眼的評価

酸性環境下において酸性義歯洗浄剤を使用した場合、TCは、1日目にスコアは 3.7 ± 1.89 を示したが、その後やや減少したまま横這いの変化を示し、21、28日目に4.0前後まで増加したが、洗浄法間では最もスコアの増加が少なかった。VGは、1日目に 6.9 ± 1.20 を示したが、その後14日目に 3.0 ± 1.70 まで減少した。21、28日目には再度6.0前後まで増加した。また、TCはVGよりも14日目を除くすべての期間において危険率1%で有意に低い値を示した。(Fig. 16-a)。ETは、観察期間

Fig. 16 Changes of deterioration score of soft lining materials immersed into different pH solutions with different denture cleansers.

a: Acid solution with acid cleanser

b: Acid solution with alkaline cleanser

c: Alkaline solution with acid cleanser

d: Alkaline solution with alkaline cleanser

Table 5 The results of one-way factorial ANOVA and post-hoc test by using Fisher's PLSD method for evaluating the effect of denture cleansers for TC (14 days)

A+E	—		
L+P	**	*	
L+E	—	—	*
	A+P	A+E	L+P

**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

A+P: Acid solution+acid cleanser

A+E: Acid solution+alkaline cleanser

L+P: Alkaline solution+acid cleanser

L+E: Alkaline solution+alkaline cleanser

中表面劣化度スコアに変化は認められなかった。

酸性環境下においてアルカリ性義歯洗浄剤を使用した場合、TC は、1 日目に 4.9 ± 1.45 を示し、その後は減少して 3.0 前後であったが、21 日目に 7.2 ± 0.92 と急増した。VG は、1 日目からスコアは 6.0 ± 2.31 まで急増し、14 日目までは 6.5 前後を、21 日目からは 7.5 前後を示した。TC と VG を比較すると 1 日目は有意差は認められなかったものの、3, 21 日目は危険率 5 % で、5, 7, 14, 28 日目は危険率 1 % で TC の方が VG よりも有意に低い値を示した (Fig. 16-b)。ET は、観察期間中表面劣化度スコアに変化は認められなかった。

アルカリ性環境下において酸性義歯洗浄剤を用いた場合、TC は、1 日目に 4.0 ± 2.26 を示したが、以降は 1.0 以下に減少したままであった。VG は、1 日目に 6.4 ± 1.65 を示したが、その後 14 日目までは 4.0 前後のスコアを、21, 28 日目には 4.5 前後のスコアを示した。また、TC と VG のスコアを比較したところ、1 日目は危険率 5 % で、3~28 日目は危険率 1 % で TC の方が有意に低い値を示した (Fig. 16-c)。ET は、観察期間中表面劣化度スコアに変化は認められなかった。

アルカリ性環境下においてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合、TC は、1 日目に 6.2 ± 1.40 を示した後、14 日目までは 2.5 前後まで減少したが 21 日目には 5.1 ± 1.29 まで再度増加した。VG は、1 日目から 6.8 ± 1.32 と高い値を示し、以後も 7.0 を上回る値を示したが 28 日目に 5.9 ± 1.20 とやや減少した。TC と VG を比較したところ 1 日目で有意差は認められなかったものの、3~28 日目では危険率 1 % で有意に TC の方が低い値を示した (Fig. 16-d)。ET は、観察期間中表面劣化度スコ

Table 6 The results of one-way factorial ANOVA and post-hoc test by using Fisher's PLSD method for evaluating the effect of denture cleansers for VG (14 days)

A+E	**		
L+P	—	**	
L+E	**	—	*
	A+P	A+E	L+P

**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

A+P: Acid solution+acid cleanser

A+E: Acid solution+alkaline cleanser

L+P: Alkaline solution+acid cleanser

L+E: Alkaline solution+alkaline cleanser

アに変化は認められなかった。

TC および VG のスコア値をもとに、14 日目における各 pH 溶液と義歯洗浄剤の組合せを比較したところ、Table 5 に示すように TC はアルカリ性環境下で酸性義歯洗浄剤を使用した場合が危険率 1 % で有意に値が低いことがわかり、酸性環境下ではいずれの義歯洗浄剤でも有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。また Table 6 より VG は酸性環境下では酸性義歯洗浄剤を使用した場合が危険率 1 % で有意に値が低く、アルカリ性環境下でも酸性義歯洗浄剤を使用した場合が危険率 5 % で有意に値が低かったが、両者間では有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。

C. 最大クレーター深度

酸性環境下において酸性義歯洗浄剤を用いた場合、TC は、14 日目まで 0.1 mm 前後の値が続き、21 日目に 0.35 ± 0.04 mm とやや増加した。VG は、14 日目までに 0.28 ± 0.15 mm と緩やかな増加を示し、21 日目には急増して 0.67 ± 0.08 mm を示した。ET は、観察期間中クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 17-a)。

酸性環境下においてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合、TC は、1 日目から 21 日目まで 0.2 mm 前後の値を示し、28 日目には 0.27 ± 0.06 mm に達した。VG は、14 日目に 0.39 ± 0.12 mm と酸性義歯洗浄剤より大きな増加を示し、21 日目には急増して 0.67 ± 0.06 mm を示した。ET は、観察期間中クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 17-b)。

アルカリ性環境下において酸性義歯洗浄剤を用いた場合、TC は、14 日目まで 0.10 mm 前後の値が続き、その後も 0.20 mm 以下であった。VG は、14 日目までは

Fig.17 Changes of maximum crater depth of soft lining materials immersed into different pH solutions with different denture cleansers.

a: Acid solution with acid cleanser

b: Acid solution with alkaline cleanser

c: Alkaline solution with acid cleanser

d: Alkaline solution with alkaline cleanser

0.20 mm 前後の値を示したが21日目に0.73 ± 0.04 mm まで増加した。ETは、観察期間中クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 17-c)。

アルカリ性環境下においてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合、TCは、5日目までは0.20 mm 付近の値を示していたが、7日目に0.46 ± 0.11 mm まで増加、21日目には1.48 ± 0.06 mm まで急増し、28日目には1.72 ± 0.05 mm に達した。VGは、5日目にすでに0.53 ± 0.08 mm まで増加し、その後も増加し続けて28日目には1.43 ± 0.12 mm に達した。ETは、観察期間中クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 17-d)。

Ⅲ. 臨床実験

A. 光学的評価

酸性グループにおいて水中浸漬のみの場合、TCでは、7日目から小さなクレーターが認められた。期間の後半では着色が認められた。VGでは、7日目から多くのク

レーターが観られ、21日目頃にやや浅くなっているものもあった。14日目から着色が観られた。ETは、観察期間中表面性状に大きな変化は認められなかった。

酸性グループにおいて酸性義歯洗浄剤 (PK) を使用した場合、TCでは、内部気泡はなく、7日目に小さなクレーターが観られたが21日目には消失した。期間の中頃より光沢の減少が観られた。VGでは、期間中数カ所に小さなクレーターが認められたが、内部気泡はなかった。光沢の減少が認められ、表面がスリガラス様に変化した。ETは表面性状に大きな変化は認められなかったが、光沢の減少が認められ、脱色するものがあった。

酸性グループにおいてアルカリ性義歯洗浄剤 (EC) を使用した場合、TCでは、7日目から内部気泡とクレーターが認められたが、内部気泡はやや少な目であった。14日目にはクレーターの中になくなったものもあった。VGでは、7日目から内部気泡、大きなクレーター、表面

の隆起が観られ、期間後半に浅くなったクレーターも観られた。ET は、観察期間中表面性状に大きな変化は認められなかった。

中性グループにおいて水中浸漬のみの場合、TC では、7 日目から小さなクレーターが認められ、28 日目には着色が観られた。VG は、7 日目から期間を通してクレーターが認められた。28 日目には浅くなったクレーターも観られた。ET は、表面性状に大きな変化は認められなかった。

中性グループにおいて酸性義歯洗浄剤を用いた場合、TC では、7 日目に細かいクレーターがわずかに認められたが、経時的に浅くなり、増加することはなかった。光沢の減少が観られた。VG は、内部気泡はなく、小さなクレーターがわずかに観られた。14 日目頃より光沢の減少が観られ、経時的にひどくなった。ET は、表面性状に大きな変化は認められなかったが、光沢の減少が認められ、脱色するものがあった。

中性グループにおいてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合、TC では、7 日目から内部気泡が認められ、それに伴う表面の隆起、クレーターも観られた。21 日目に内部気泡がやや減少した。VG は、7 日目から内部気泡とそれによる表面の隆起、クレーターが認められた。クレーターは徐々に大きなものが増加し、21 日目には浅くなったものもあった。ET は、表面性状に大きな変化は認められなかった。

アルカリ性グループにおいて水中浸漬のみの場合、TC では、7 日目から小さなクレーターが認められ、28 日目まで消失することはなかった。28 日目には着色が観られた。VG は、7 日目からクレーターが観られ、14、21 日目にはやや大きなクレーターも観られた。28 日目には着色が観られた。ET は観察期間中表面性状に大きな変化は認められなかった。

アルカリ性グループにおいて酸性義歯洗浄剤を用いた場合、TC では、7 日目に小さなクレーターが観られたが、経時的に消失し、内部気泡も認められなかった。光沢の減少が認められた。VG は、7 日目に小さなクレーターが認められ、28 日目にはクレーターが消失した箇所もあった。14 日目頃より光沢の減少が認められた。ET は、観察期間中表面性状に大きな変化は認められなかったが、光沢の減少や脱色するものがあった。

アルカリ性グループにおいてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合、TC では、7 日目から内部気泡、クレーター、表面の隆起が認められた。14 日目頃より大きなクレーターが観られ、経時的に浅くなるものがあった。

VG は、7 日目から大きなクレーターと多くの内部気泡が認められ、表面の隆起も生じた。21 日目には浅くなったクレーターも観られた。ET は、観察期間中表面性状に大きな変化は認められなかった。

B. 肉眼的評価

酸性グループにおいて水中浸漬のみの場合、TC では、スコアの平均が7 日目に 2.8 ± 1.33 まで増加し、その後も期間中はスコアの増加が継続した。VG は、7 日目から 5.8 ± 2.04 と高いスコアを示し、以後も期間中増加が続いた。また、TC と VG を比較したところ 7~14 日目では危険率 1 % で TC の方が有意に低い値を示したが、21 日目以降には有意差は認められなかった ($p > 0.05$)

(Fig. 18-a)。ET は、観察期間中表面劣化度スコアに変化は認められなかった。

酸性グループにおいて酸性義歯洗浄剤を用いた場合、TC では、最も劣化が少なく、28 日目も 2.0 ± 1.13 であった。VG は、期間を通して 2.3~3.3 と最もスコアの値が小さかった。TC と VG を比較したところすべての期間において有意差は認められなかった ($p > 0.05$)

(Fig. 18-b)。ET は、観察期間中表面劣化度スコアに変化は認められなかった。

酸性グループにおいてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合、TC では、7 日目から 4.7 ± 2.67 と他の洗浄法よりも値は大きく以後もスコアの増加が継続した。VG は、7 日目から 6.3 ± 1.23 と大きな値を示し、21 日目からは 7.0 以上に達した。TC と VG を比較すると 21~28 日目では危険率 5 % で TC が VG よりも有意に低い値を示した (Fig. 18-c)。ET は、観察期間中表面劣化度スコアに変化は認められなかった。

最適な洗浄方法について検討するために、14 日目における TC、VG のスコア値と水および各義歯洗浄剤とを比較したところ、Table 7、8 に示すように TC は酸性義歯洗浄剤を使用した場合に水と比較すると危険率 5 % で、アルカリ性義歯洗浄剤と比較すると危険率 1 % で有意に値が低くなった。VG は酸性義歯洗浄剤を使用した場合に危険率 1 % で有意に値が低くなった。

中性グループにおいて水中浸漬のみの場合、TC では、7 日目に 3.3 ± 1.55 を示し、その後も 1 週ごとに 0.5~1.0 の増加を示した。VG は、7 日目に 4.1 ± 1.83 を示し、その以後も TC と同様増加が継続し 28 日目には 5.9 ± 1.93 となった。また、すべての期間において TC、VG 間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$) (Fig. 19-a)。ET は、観察期間中表面劣化度スコアに大きな変化は認められなかった。

Fig. 18 Changes of deterioration score of soft lining materials in the acid group with different denture cleansers.

a: Control b: Acid cleanser c: Alkaline cleanser

Table 7 The results of one-way factorial ANOVA and post-hoc test by using Fisher's PLSD method for evaluating the best cleansing method in the acid group for TC (14 days)

A	*	
L	—	**
	W	A

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

W: Water

A: Acid cleanser

L: Alkaline cleanser

中性グループにおいて酸性義歯洗浄剤を用いた場合、TCでは、7日目に 2.1 ± 1.08 を示し、その後はほとんど横這いの状態が続き、28日目のスコアは 1.9 ± 0.67 であった。VGは、7日目に 3.7 ± 1.67 を示すが、その後やや減少し、28日目には 2.7 ± 1.88 となり、3種の洗浄法のうち最も低い値となった。TCとVGを比較すると7、14日目では危険率5%でTCが有意に低い値を示したが、21日目以降は両者間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$) (Fig. 19-b)。ETは、観察期間中表面劣化度スコアに大きな変化は認められなかった。

中性グループにおいてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合、TCでは、7日目に 4.8 ± 1.53 と大きな値を示し、以後も期間中5.0以上の値が続いた。VGは、7日目にすでに 6.1 ± 1.68 を示しており、その後はほぼ横這いの状態が続いた。また、すべての期間においてTC、VG間

Table 8 The results of one-way factorial ANOVA and post-hoc test by using Fisher's PLSD method for evaluating the best cleansing method in the acid group for VG (14 days)

A	**	
L	—	**
	W	A

***: $p < 0.01$

W: Water

A: Acid cleanser

L: Alkaline cleanser

に有意差は認められなかった ($p > 0.05$) (Fig. 19-c)。ETは、観察期間中表面劣化度スコアに大きな変化は認められなかった。

14日目におけるTC、VGのスコア値と水および各義歯洗浄剤とを比較したところ、Table 9、10に示すようにTC、VGともに酸性義歯洗浄剤を使用した場合に危険率1%で有意に値が低くなった。

アルカリ性グループにおいて水中浸漬のみの場合、TCでは、14日目に 4.6 ± 1.78 まで増加し28日目は 5.4 ± 1.56 と緩やかに増加した。VGは、21日目のスコアは 6.3 ± 1.96 まで増加し、28日目も同様のスコアが継続した。TCとVGを比較すると7日目に危険率1%でTCが有意に低い値を示したが、14日目以降はTC、VG間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$) (Fig. 20-a)。ETは、観察期間中表面劣化度スコアに大きな変化は認

Fig.19 Changes of deterioration score of soft lining materials in the neutral group with different denture cleansers.

a: Control b: Acid cleanser c: Alkaline cleanser

Table 9 The results of one-way factorial ANOVA and post-hoc test by using Fisher's PLSD method for evaluating the best cleansing method in the neutral group for TC (14 days)

A	**	
L	—	**
	W	A

** : $p < 0.01$

W : Water

A : Acid cleanser

L : Alkaline cleanser

Table 10 The results of one-way factorial ANOVA and post-hoc test by using Fisher's PLSD method for evaluating the best cleansing method in the neutral group for VG (14 days)

A	**	
L	—	**
	W	A

** : $p < 0.01$

W : Water

A : Acid cleanser

L : Alkaline cleanser

められなかった。

アルカリ性グループにおいて酸性義歯洗浄剤を用いた場合、TCでは、7日目に 2.4 ± 1.17 を示し、その後も $1.9 \sim 2.3$ のスコアが続き3種の洗浄剤の中で最も劣化が少なかった。VGは、7日目のスコアは 3.7 ± 1.56 を示し、その後はやや減少して28日目は 2.8 ± 1.64 を示した。TCとVGを比較すると、7日目において危険率5%でTCが有意に低い値を示したが、14日目以降はTC、VG間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$) (Fig. 20- b)。ETは、観察期間中表面劣化度スコアに大きな変化は認められなかった。

アルカリ性グループにおいてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合、TCでは、7日目に 5.6 ± 1.88 まで増加しており、その後も期間中は上昇し続け、28日目には 7.3 ± 0.75 となった。VGは、7日目までに 7.2 ± 0.84 と急激

な増加を示し、期間中横這いのスコアが続き、3種では最も劣化が顕著であった。TCとVGを比較すると7～21日目において危険率5%でTCの方が有意に低い値を示したが、28日目では有意差は認められなかった ($p > 0.05$) (Fig. 20- c)。ETは、観察期間中表面劣化度スコアに大きな変化は認められなかった。

14日目におけるTC、VGのスコア値と水および各義歯洗浄剤を比較したところ、Table 11, 12に示すようにTC、VGともに酸性義歯洗浄剤と水およびアルカリ性義歯洗浄剤では酸性義歯洗浄剤の方が危険率1%で有意に値が低くなり、アルカリ性義歯洗浄剤と水では水の方が危険率5%で有意に値が低くなった。

C. 最大クレーター深度

酸性グループにおいて水中浸漬のみの場合、TCでは、14日目に 0.09 ± 0.05 mmまで達し、その後はほぼ同様の

Fig.20 Changes of deterioration score of soft lining materials in the alkaline group with different denture cleansers.

a: Control b: Acid cleanser c: Alkaline cleanser

Table 11 The results of one-way factorial ANOVA and post-hoc test by using Fisher's PLSD method for evaluating the best cleansing method in the alkaline group for TC (14 days)

A	**	
L	*	**
	W	A

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

W: Water

A: Acid cleanser

L: Alkaline cleanser

Table 12 The results of one-way factorial ANOVA and post-hoc test by using Fisher's PLSD method for evaluating the best cleansing method in the alkaline group for VG (14 days)

A	**	
L	*	**
	W	A

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

W: Water

A: Acid cleanser

L: Alkaline cleanser

値が継続した。VG は、7 日目に 0.17 ± 0.13 mm, 14 日目に 0.20 ± 0.18 mm と増加し, 28 日目まで 0.20 mm 前後の値が続いた。ET は, 観察期間中最大クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 21-a)。

酸性グループにおいて酸性義歯洗浄剤を用いた場合, TC では, 期間中 0.06 mm 前後と最も低い値であった。VG も 0.07 mm 前後と期間中 0.1 mm を越えることはなく, 深度の増加は最も少なかった。ET は, 観察期間中最大クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 21-b)。

酸性グループにおいてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合, TC では, 期間中増加が続き 28 日目に深度は 0.17 ± 0.15 mm であった。VG は, 14 日目に 0.22 ± 0.09 mm まで増加し, 21, 28 日目には 0.30 mm 前後ま

で増加した。ET は, 観察期間中最大クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 21-c)。

中性グループにおいて水中浸漬のみの場合, TC では, 7 日目に 0.08 ± 0.04 mm となり, 期間中ほぼ同様の値が続いた。VG は, 14 日目に 0.12 ± 0.09 mm を示し, 以後はほぼ同様の値が続いた。ET は, 観察期間中最大クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 22-a)。

中性グループにおいて酸性義歯洗浄剤を用いた場合, TC では, 期間中 $0.05 \sim 0.06$ mm の値が続いた。VG も期間中 0.06 mm 前後の値が続き, 3 種の洗浄法の中で最も劣化が少なかった。ET は, 観察期間中最大クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 22-b)。

中性グループにおいてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合, TC では, 14 日目にはクレーターは $0.10 \pm$

Fig.21 Changes of maximum crater depth of soft lining materials in the acid group with different denture cleansers.

a: Control b: Acid cleanser c: Alkaline cleanser

Fig.22 Changes of maximum crater depth of soft lining materials in the neutral group with different denture cleansers.

a: Control b: Acid cleanser c: Alkaline cleanser

Fig.23 Changes of maximum crater depth of soft lining materials in the alkaline group with different denture cleansers.

a: Control b: Acid cleanser c: Alkaline cleanser

0.04 mm を示しており、その後も増加が続き 28 日目には 0.16 ± 0.11 mm を示した。VG は、14 日目に 0.18 ± 0.09 mm と 3 種の洗浄法の中で最も大きな値を示し、その後も増加して 28 日目は 0.22 ± 0.12 mm を示した。ET は、観察期間中最大クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 22-c)。

アルカリ性グループにおいて水中浸漬のみの場合、TC では、14 日目に 0.09 ± 0.04 mm を示し、以後も同様の値が続いた。VG は、14 日目に 0.17 ± 0.10 mm を示し、期間中は同様の値が続いた。ET は、観察期間中最大クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 23-a)。

アルカリ性グループにおいて酸性義歯洗浄剤を用いた場合、TC では、7 日目に 0.06 ± 0.02 mm、以後もほとんど値に変化なく同様の値が続いた。VG は、深度は 7 日目に 0.07 ± 0.06 mm を示し、以後期間中は 0.07 mm 以下の値と 3 種の洗浄法の中で最も深度は浅かった。ET は、観察期間中最大クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 23-b)。

アルカリ性グループにおいてアルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合、TC では、7 日目に 0.13 ± 0.08 mm と他の洗浄法よりも大きな値を示し、以後も深度は同様の値を示した。VG は、7 日目に 0.28 ± 0.20 mm と大きな値を示し、その後やや減少するが 28 日目には 0.29 ± 0.18 mm を示した。ET は、観察期間中最大クレーター深度に変化は認められなかった (Fig. 23-c)。

考 察

I. 本実験で設定した pH 環境

A. 基礎実験において想定した口腔内 pH について

義歯装着年齢層、ことに軟性裏装材を必要とする機会の多い高齢義歯患者においては、加齢により漿液性唾液分泌量が粘液性唾液よりも減少するとともに全体的にも唾液の分泌量が減少し、口腔内 pH も低下する傾向があると覚道 (1991)²⁴⁾ は報告している。また高齢者では薬物を摂取する機会が多くなりがちであるが、Österberg ら (1984)²⁵⁾ は、70 歳代の男女 1148 名の唾液について検討した結果、薬物療法を受けている患者では服用する薬の量と口腔内乾燥症との間には有意な相関関係があり、口腔内乾燥症患者の口腔内 pH は低下すると述べている。さらに義歯装着者においては、口腔粘膜に潰瘍や口内炎を発症している場合には口腔内 pH は著しく低下すると Olsen ら (1977)²⁶⁾ は述べ、新義歯装着者の唾液について検討した Mehringer (1954)²⁷⁾ によればその口

腔内 pH は 4.5 程度であったと報告している。

このように口腔内 pH は、年齢的にも、義歯装着の有無によっても、また義歯の適否によっても変化するため、軟性裏装材を必要とする高齢義歯患者の場合には、強酸性から弱アルカリ性の範囲までさらに大きく変動していることが考えられる。したがって、基礎実験 1 としてはこれら総ての pH 域を包含しそれぞれの環境下における影響を観察し得るよう、強酸性環境としてフタル酸塩 pH 標準液 (pH 4.01)、弱アルカリ性環境としてホウ酸塩 pH 標準液 (pH 9.18)、ならびにコントロールとして蒸留水 (pH 6.65) の 3 段階の pH 域をまず設定した。

次いで、前述したように軟性裏装材使用義歯では機械的清掃法による表面荒れを防止するため、義歯洗浄剤が推奨され、広く用いられている。したがって、軟性裏装材の劣化に及ぼす影響について検討する pH 域としては、この義歯洗浄剤の pH も加味する必要があると思われる。

義歯洗浄剤はアルカリ性過酸化物、中性過酸化物に酵素を加えたもの、酵素系、生薬および酸化剤の 5 種類に分類される^{18,19)}。予備実験よりこれらのうちから代表的な市販錠剤型義歯洗浄剤数種について pH 測定を行ったところ、弱酸性と強アルカリ性に分かれたため、経時的に pH 変動が少なく、物性が比較的安定しているものとしてピカ酵素タイプ (弱酸性, pH 5.63) およびエバクリーン (強アルカリ性, pH 11.76) の 2 種類を前述 3 種類の pH 域に追加した。したがって、基礎実験 1 においては、強酸性 (pH 4.01) から強アルカリ性 (pH 11.76) までの 5 段階の pH 域が設定されたことになり、これら 5 段階の pH 域で軟性裏装材使用義歯が日常臨床で遭遇するあらゆる pH 環境の再現が可能であろうと思われる。

基礎実験 2 では義歯装着患者が義歯洗浄剤を使用することを考慮し、口腔内 pH 環境と義歯洗浄剤 pH の組合せを検討する目的から、基礎実験 1 と同様に口腔内 pH 環境は強酸性と弱アルカリ性の 2 種類を設定し、義歯洗浄剤は弱酸性と強アルカリ性の 2 種類を選択した。これにより軟性裏装材使用義歯装着者が日常において義歯洗浄剤を用いて化学的清掃を行った場合の pH 環境を再現することが可能であり、口腔内 pH 以外の pH 環境に長時間さらされる際にその pH の違いが軟性裏装材の劣化に及ぼす影響を観察することができると考えた。

B. 臨床実験における口腔内 pH について

口腔内 pH は、飲食物の摂取により一時的に変化が生

じ²⁸⁾, 摂取開始で上昇し, 暫時低下するが, 一般的には唾液緩衝能により²⁹⁾ pH 5.5~8.0 の一定値を維持していると言われている³⁰⁾. しかし, 飲食物摂取による口腔内 pH がどの程度変動し, どの位の時間継続されたかについては触れられていない.

本研究では, pH のみに着目し, 通常の義歯装着者のような咬合圧やブラークによる影響も外して検討したため, この唯一の因子である口腔内 pH の 1 日間の経時的変動も無視できない重要な因子と考えられる. したがって, 被験者 36 名の 1 日の口腔内 pH の変動を実験期間中に, 開始初期, 中期, 後期の計 3 日間測定し, その平均値 pH より酸性 (pH 6.5 未満), 中性 (pH 6.5~7.1 未満), アルカリ性 (pH 7.1 以上) の 3 グループに分類できた. しかも各グループともに最大 pH 0.4 程度の変動は観られたが, 標準偏差値を含め他のグループに偏向するような大きな変化はほとんど認められなかった.

1 日中を通して口腔内 pH にはほとんど大きな変動がなかったことから, 日常臨床における任意時のチェアサイドで本研究で行ったと同様な方法, つまり pH 試験紙を用いることにより, 術者がその患者の口腔内 pH に最も適した軟性裏装材を選択, 使用することが可能であり, また軟性裏装材使用義歯装着患者に対してはその患者の口腔内 pH および軟性裏装材の種類に応じた最も適切な義歯洗浄剤を指示することが, 簡単かつ的確に行い得ることを本研究結果は示唆しているものと考ええる.

II. 患者口腔内 pH と義歯洗浄剤の組合せが軟性裏装材の劣化に及ぼす影響

本研究の目的は, 日常臨床において口腔内 pH ならびに義歯洗浄剤が軟性裏装材の劣化に及ぼす影響を検討することである. 前述のように口腔内 pH の変動は飲食物摂取後においても非常に小さく, 唾液緩衝能²⁹⁾によって短時間で復元することが判明したので, (1) 術者はチェアタイムの任意の時間に本実験方法同様, pH 試験紙を用いて先ず患者の口腔内 pH を測定し, (2) その口腔内 pH と使用目的から適切な軟性裏装材を選択, 決定する. (3) 軟性裏装材が選択されたら, その材料に適合する化学的清掃法として義歯洗浄剤を患者に指示し, 使用させる. こうすることにより, 軟性裏装材の劣化を極力抑制し, その特性を最大限発揮できるものと考えられる.

上記 (1) の任意の時間における患者の口腔内 pH をその患者の一定の pH と見なしてよい理由に関しては既に前項に示した通りであるが, 以下に (2), (3) の事項, つまり患者の口腔内 pH に適した軟性裏装材とその

軟性裏装材に適した義歯洗浄剤は何を基準に選択すべきかについて, 当実験結果より以下に考察する.

A. その患者の口腔内 pH に適合する各種軟性裏装材について

軟性裏装材は, 組織調整, ダイナミック印象および暫間裏装などの使用目的によって種々な物性を有するものが開発され市販されており^{23, 31-37)}, 本研究では, 臨床において比較的良好に用いられ, 粘弾性の性質, 使用目的, および使用期間の異なる代表的な軟性裏装材 3 種を選択した. TC はアクリル系軟性裏装材で, 組織調整材, ダイナミック印象材として用いられており, 硬化後初期は粘弾性に富むが短期間で粘性が減少し, 臨床的使用期間は 1 週間から 2 週間と 3 種の中で最も短い材料とされている. VG はアクリル系軟性裏装材であり, 暫間の軟性裏装材またはダイナミック印象材として臨床で用いられている. 硬化後は粘弾性に富み, TC よりも粘性が長期持続するが, 経時的に可塑性は減少して弾性体となる性質を有しているため, 臨床的使用期間は 1 ヶ月程度と TC より長期であるが, ET よりも短期間に使用すべき材料とされている. また ET はシリコン系軟性裏装材であり, 日常臨床では長期使用を目的とした暫間軟性裏装材として用いられている. 硬化後から弾性が持続するため, 臨床的使用期間は 3 種の中で最も長い材料とされている.

基礎実験 1 の光顕所見および表面劣化度スコアの結果より, 上記各種軟性裏装材の特性を検討してみると, アクリル系軟性裏装材である TC や VG は, 強アルカリ性環境において最も劣化が激しく, 弱アルカリ性, 強酸性, 中性, 弱酸性の順に劣化が減少する傾向が認められ, さらに弱酸性環境では 2 種の材料とも他の環境下より極端に劣化度が減少していることがわかった. また, 弱アルカリ性, 強酸性, および中性の各環境では, VG が実験開始直後から劣化するのに対して, TC は浸漬後 14 日目から 21 日目にかけて急激に劣化する傾向があった. つまり, VG は 1 ヶ月程度の暫間的軟性裏装材やダイナミック印象材として使用する材料とされているが, 劣化の観点のみから考えた場合, 築盛直後から既に劣化は始まっていることからこれらの環境下においてはごく短期間の使用が望ましい材料であるように思われる. 逆に, TC の臨床的使用期間は 1~2 週間とされているが, 急激な劣化は 2~3 週間で起こっていることから, 一般的概念よりも幾分長期に使用できる材料であるように思われる.

これらアクリル系軟性裏装材の劣化は, 試料内部に発

生した気泡が経時的に試料表面に浮上してクレーターを形成することによって生じると言われている^{14,15)}。またこの気泡発生原因として矢野(1990)³³⁾、寺尾(1993)³⁴⁾および山本ら(1994)¹⁹⁾は軟性裏装材に含有されている可塑剤やエタノールが溶出することによって生じることを指摘していることから、比較的初期の軟性裏装材がまだ十分な粘性を有する時の取扱いの重要性が考えられる。また、山本ら(1994)¹⁹⁾は材料中に混入した気泡も軟性裏装材の劣化に関与すると報告しているため、軟性裏装材の築盛前に、真空練和を含め、十分攪拌することなどもこの意味から劣化抑制上有効な措置のひとつであろう。

シリコン系軟性裏装材 ET では、実験期間中、いずれの pH 環境においても表面性状に大きな変化は認められなかったことから、pH による影響を受けにくい材料であるが考えられるが、酸性溶液に浸漬した場合に光沢の減少や脱色が認められた。義歯床下に使用した場合の軟性裏装材の光沢の減少や脱色それ自体はほとんど問題にならないが軟性歯肉鉤などのような外観に触れる部位での使用法まで考慮に入れた場合、この材料はアルカリ性環境が最も適しているように思われる。

ところで、今回の研究において基礎実験では浸漬時に試料片を溶液中に懸垂しただけの無圧の状態で行ったのに対して、臨床実験では軟性裏装材を裏装したプレートを口蓋部に装着して観察した。そのため後者では、咀嚼時や嚥下時に舌圧等によって咬合圧ほどではないが加圧されるた可能性がある。その結果、両者間には最大クレーター深度にわずかながら違いがみられ、前者に比べて圧の加わったと思われる後者は小さかった。軟性裏装材の劣化は内部気泡が表面に移動してクレーターを形成することによって生じるとされているが、Harisson ら(1989)¹⁴⁾、蟹江ら(1992)¹⁵⁾も同様の報告をしているように、本実験結果においてもこのクレーター深度に一定の経時変化は認められず、またクレーターの消失現象が起こることもあった。クレーターが途中で消失することの原因の1つとして、Davenport ら(1978)¹¹⁾は軟性裏装材の flow back、つまり内部気泡が存在する場所へ軟性裏装材が流入し、内部気泡が融合、浮上するためであろうと述べている。圧が加わることによって軟性裏装材の表面を押しつぶすような働きが生じ、flow back 現象を高めるような作用が生じたためではないかと考えられる。したがって、義歯の組織調整やダイナミック印象時には義歯床粘膜面全体を軟性裏装材で被覆し、本実験の圧よりも大きな咬合圧が粘膜面に伝達されるため、今回

の臨床実験の深度よりもさらに小さな値となることが考えられる。

B. その軟性裏装材に適合する各種義歯洗浄剤について

以上のように、軟性裏装材の劣化はこの材料が接触する pH 環境に大きく影響されることが明らかになった。

一方、軟性裏装材の清掃法はその物性的特徴から化学的清掃法が推奨されている。したがって pH によるこの材料の劣化を最小限に抑制するためには、単に口腔内 pH のみならず、義歯洗浄剤の pH も含めて考えなくてはならない。

基礎実験2においては、清掃時に義歯洗浄剤を用いた場合を想定し、各 pH 環境と義歯洗浄剤の pH との関与を検討したところ、TC、VG に関して強酸性環境、弱アルカリ性環境ともに基礎実験1と比較して表面劣化度スコアについては明確な差異が認められなかったものの、クレーター深度については弱アルカリ性環境と強アルカリ性義歯洗浄剤の組合せを除いて、全体的に減少が認められた。これは使用した義歯洗浄剤の影響と考えられ、義歯洗浄剤は軟性裏装材の劣化を抑制する作用があると思われる。また、義歯洗浄剤のなかでも弱酸性義歯洗浄剤を用いた場合の方が強アルカリ性義歯洗浄剤よりも劣化が少なく、アクリル系軟性裏装材には弱酸性義歯洗浄剤が適していると思われる。基礎実験2の結果の特徴として、弱アルカリ性溶液中に浸漬した TC と VG に弱酸性義歯洗浄剤を用いた場合に表面劣化度が大きく減少した。弱アルカリ性溶液に弱酸性義歯洗浄剤を用いたことで、中和作用のような効果が起こり、弱酸性域に近づいたのではないかと推測される。また、強酸性環境で強アルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合は、弱アルカリ性環境で強アルカリ性義歯洗浄剤を用いた場合と比較して表面劣化度スコアに大きな差は認められなかったが、最大クレーター深度の値は大きく減少していることから、劣化度は減少していると考えられた。この例も前者では中和的な作用が生じたのに対し、後者では弱アルカリ性環境下にあった軟性裏装材を強アルカリ性義歯洗浄剤に入れることでアルカリ性が強化され劣化度に差異が生じたものと考えられる。このように TC や VG のようなアクリル系軟性裏装材をアルカリ性環境下で用いる場合はアルカリ性を中和して弱めるような酸性義歯洗浄剤を選択し、強酸性環境下にある場合は希釈して弱酸性にするような弱酸性義歯洗浄剤を選択する必要があることが考えられる。

一方、シリコン系軟性裏装材の ET はどの義歯洗浄

剤を用いた場合でも表面性状に大きな変化はなく、義歯洗浄剤の影響も受けにくいことが分かった。しかしながら、酸性義歯洗浄剤を用いた場合には過去にも報告されているように^{12, 15, 16)}、本研究においても光沢の減少や脱色化が認められた。

これに対して、大内ら (1993)³⁸⁾ はアルカリ性義歯洗浄剤には酸性義歯洗浄剤のような脱色作用は認められないばかりか着色性の汚れに対しても有効であると報告している。このことからシリコン系軟性裏装材に対してはアルカリ性義歯洗浄剤の使用が最適であると考えられる。

いずれにしても、全ての pH 環境において、義歯洗浄剤を併用することにより劣化が減少することから、夜間の義歯の取扱い方として、義歯の単なる水中浸漬だけでなく、義歯洗浄剤の使用は積極的に薦められるべきであると思われる。

Ⅲ. 高齢義歯装着者について

本研究では口腔内 pH が軟性裏装材の劣化に及ぼす影響について究明することを目的としているため、本来なら幅広い年齢層の被験者が必要である。しかし、それが不可能であったために臨床実験 (平均年齢 26 ± 2.3 歳) と高齢義歯装着者を想定した基礎実験 2 を企画したが、本項では任意のチェアタイムに患者口腔内 pH を測定し、その pH に即応した軟性裏装材および義歯洗浄剤の選択に際して、若年齢層を対象とした臨床実験のみからは判断できない高齢義歯装着者特有の問題点について基礎実験 2 から推測し考察する。

高齢義歯装着者が本臨床実験に起用した若年齢層と口腔内 pH 上最も異なっている点は、その pH 域の違いであろう。高齢者は義歯装着者が多く、不適合義歯の長期使用による口腔粘膜や顎堤の炎症は口腔内 pH 環境を酸性にする傾向があることも報告されている^{26, 27)}。近年、全身疾患や薬物の服用などが原因で高齢者における口腔乾燥症が高頻度で認められており、口腔乾燥症は口腔内 pH 環境を酸性にする傾向があることが報告されている^{25, 39)}。Mehringer (1954)²⁷⁾ が義歯装着者の口腔内 pH を 4.5 程度と報告しているように、高齢義歯装着者の場合には強酸性から弱アルカリ性の範囲までその口腔内 pH 域は大きな変動を生じ得る。

臨床実験では、酸性、中性、アルカリ性すべてのグループにおいて弱酸性義歯洗浄剤を使用した場合が最も劣化が少ない傾向が認められた。しかし、この結果はあくまでも若年齢層を対象としたものである。

酸性環境と弱酸性義歯洗浄剤の組合せについて臨床実

験結果と基礎実験 2 の結果とを比較した場合、基礎実験よりも、臨床実験における酸性グループと弱酸性義歯洗浄剤の組合せの方が表面劣化度スコアが全体的に低かったが、これは臨床実験の酸性グループの口腔内 pH は弱酸性域であったのに対して基礎実験の酸性溶液 PT は pH 4 と強酸性であったことが影響しているものと考えられる。これからも分かるように、アクリル系軟性裏装材について、若年有歯顎者を対象にした場合には弱酸性義歯洗浄剤を使用することが望ましいことが分かった。強酸性口腔内 pH に傾くことが考えられる高齢義歯装着者に対しても本実験結果は適用できるかその患者の口腔内 pH を考えて強酸性口腔内 pH の場合には中和、あるいはその pH 度を希釈する考えのもとに最も適切と考えられる義歯洗浄剤を選択すべきである。

以上、臨床実験およびその年齢層の不備を補うために企画された基礎実験 2 のそれぞれの pH における軟性裏装材の劣化現象は基礎実験 1 の結果と比較して、光顕的にも他の評価方法でも非常に酷似していた。軟性裏装材の劣化にはプラークや咬合圧等によっても影響を受けると考えられるが、本実験と同程度の期間であれば以上の事実から少なくともプラークによる影響は考える必要がないように思われる。また咬合力によっても劣化の発現時期に多少の差異が生じる可能性はあるが、あくまで機械的作用によるもので、本実験結果を根本的に左右するほどの大きな影響を及ぼすとは考えられない。したがって、pH のみに着目した本実験結果は義歯粘膜面における軟性裏装材の通常使用においても十分対応し得るものと考えられる。

結 論

臨床応用した軟性裏装材の劣化には個人差のあることが知られている。本研究では患者の口腔内 pH に着目するとともに日常的に使用されている義歯洗浄剤の pH の違いが軟性裏装材の劣化に及ぼす影響について検討した。

軟性裏装材としては、Tissue Conditioner (TC), Visco-gel (VG), Evatouch (ET) を用いた。また pH 環境には、口腔内 pH の変動を経時的に追跡調査することにより、酸性、中性、アルカリ性の 3 グループに分類した 36 名のボランティアの被験者 (年齢: 24~36 歳, 口腔内 pH: 5.83~7.56) と高齢義歯装着者の口腔内 pH (pH 4.01, pH 9.18) を想定した基礎実験を行った。

評価方法としては、光顕的に観察するとともに、試料表面の劣化程度をスコア化して肉眼的に評価した。ま

た、非接触型高速3次元形状計測装置を用いて表面に形成されるクレーター深度についても検討した。

その結果、以下のような結論を得た。

1. 患者口腔内 pH の測定

飲食物摂取後においても、口腔内 pH は速やかに復元することが判明した。このことは、チェアタイムの任意の時間に pH 試験紙を用いて測定した pH をその患者の定常的口腔内 pH と考え、その患者の pH に最も適合した軟性裏装材の決定を簡便かつ的確に行い得ることを意味している。

2. その pH に適合した軟性裏装材の選択

アクリル系軟性裏装材である TC や VG は、pH の影響を受けやすい材料であるが、口腔内 pH が中性の場合には TC が、弱酸性の場合には TC か VG が最適な裏装材である。

また、シリコン系軟性裏装材である ET は、pH の影響を受けにくい材料であるが、脱色を考慮するとアルカリ性環境が最適であることがわかった。

3. その軟性裏装材に適合した義歯洗浄剤の選択

軟性裏装材は、いずれの口腔内 pH 環境においても義歯洗浄剤を併用することにより劣化が減少したが、アクリル系軟性裏装材には弱酸性のものが、またシリコン系軟性裏装材には強アルカリ性のものが適していることがわかった。

以上より、(1) 患者の口腔内 pH を調べ、(2) その pH に合った軟性裏装材を使用して動的機能印象あるいは床裏装を行い、(3) その裏装材に適した義歯洗浄剤を選択して、洗浄剤の使用をむしろ積極的に患者に薦めることにより、軟性裏装材の劣化を遅延させ、その特性を最大限発揮できるものとする。

稿を終わるに臨み、ご指導ならびに御校閲の労を賜りました九州歯科大学歯科補綴学第1講座守川雅男教授に慎んで感謝の意を表わすとともに、本研究に種々の御助言をいただきました同講座鱒見進一講師に厚くお礼申し上げます。また、本研究に被験者としてご協力いただきました九州歯科大学職員、大学院生、学生の皆様、ならびに研究にご協力いただきました九州歯科大学歯科補綴学第1講座の諸先生方に感謝致します。

本論文の要旨は第99回日本補綴歯科学会総会(1998年5月29, 30日, 仙台)および第101回日本補綴歯科学会総会(1999年5月21, 22日, 福岡)において報告し

た。

なお、本研究の一部は、平成10年度九州歯科大学後援会大学院生研究援助費によって行われた。

文 献

- 1) 豊田静夫, 三宅茂樹: 総義歯の修理, 修正とリベース, 永末書店, 京都, 1989, 77~82.
- 2) 津留宏道, 長沢 亨, 佐藤隆志, 高木道弘, 浜田重光, 岡田周造: 弾性裏装材の特性およびその臨床応用について. 日歯評論 417: 59-67, 1977.
- 3) 穂吉利助: 弾性材料を用いて辺縁封鎖を行った総義歯の臨床例. 補綴臨床 3: 175-179, 1970.
- 4) Bruce, R. W.: Immediate denture service designed to pressure oral structure. J. Prosthet. Dent. 16: 811-821, 1966.
- 5) Masumi, S., Miyake, S., Kido, H. and Toyoda, S.: Use of a sectional prosthesis following partial maxillary resection. A clinical report. J. Prosthet. Dent. 64: 401-403, 1990.
- 6) 有田正博, 佐藤耕一, 鱒見進一, 城戸寛史, 吉岡 泉, 竹嶋攻人, 福田仁一, 守川雅男: 両側にわたる上顎骨欠損および上唇欠損を伴う症例に対する機能回復. 顎顔面補綴 21: 1-9, 1998.
- 7) Morikawa, M., Kido, H., Arita, M., Masumi, S., Tadakuma, H. and Toyoda, S. A resilient retainer. Utilizing undercuts on the soft tissue. J. Kyushu Dent. Soc. 45: 24-29, 1991.
- 8) 浜田泰三: デンチャー プラーク コントロール. 日歯評論 466: 87-103, 1981.
- 9) Smith, D. C.: Denture cleansers. Dent. Pract. Dent. Rec. 12: 93-94, 1961.
- 10) Budtz-Jørgensen, E.: Materials and methods for cleaning dentures. J. Prosthet. Dent. 42: 619-623, 1979.
- 11) Davenport, J. C., Wilson, H. J. and Basker, R. M.: The compatibility of tissue conditioner with denture cleaners and chlorhexidine. J. Dent 6: 239-246, 1978.
- 12) Goll, G., Smith, D. E. and Plein, J. B.: The effect of denture cleansers on temporary soft liners. J. Prosthet. Dent. 50: 466-472, 1983.
- 13) Davenport, J. C., Wilson, H. J. and Spence D.: The compatibility of soft lining materials and denture cleansers. Br. Dent. J. 161: 13-17, 1986.
- 14) Harrison, A., Basker, R. M. and Smith, I. S.: The compatibility of temporary soft materials with immersion denture cleansers. Int. J. Prosthodont 2: 254-258, 1989.
- 15) 蟹江隆人, 寺尾隆治, 有川裕之, 門川明彦, 濱野 徹, 藤井孝一, 井上勝一郎: 義歯洗浄剤による軟性裏装材の劣化. 補綴誌 36: 488-495, 1992.
- 16) 佐藤博信, 竹内敏洋, 鱒見進一, 篠原 功, 豊田静夫, 井上勝一郎, 柿川 宏, 服部信一, 上原秀樹, 鬼塚 雅: 義歯裏装材および機能的印象材に対する義歯清掃材の影響(第

- 1 報). 補綴誌 26: 840-848, 1982.
- 17) 重頭直文, 岩永博行, 亀田浩司, 村田比呂司, 浜田泰三: 高齢者の義歯裏装—義歯裏装材の効果的な使用について—. 老年歯科 7: 211-216, 1993.
- 18) Nikawa, H., Iwanaga, H., Hamada, T. and Yuhta, S.: Effects of denture cleansers on direct soft denture lining materials. J. Prosthet. Dent. 72: 657-662, 1994.
- 19) 山本隆晴, 二川浩樹, 浜田泰三: 義歯洗浄剤によるティッシュ・コンディショナーの劣化—過酸化剤, pH 及び可塑剤の影響—. 広大歯誌 26: 290-295, 1994.
- 20) 二川浩樹, 浜田泰三, 山本隆晴, 村田比呂司, 有馬 隆, マルクス ブディ ラハルジョ: 義歯洗浄剤 DE 114: 19-30, 1995.
- 21) Murata, H., McCabe, J. F., Jepson, N. J. and Hamada, T.: The influence of immersion solution on the viscoelasticity of temporary soft lining materials. Dent. Mater. J. 12: 19-24, 1996.
- 22) 日高里史: 軟性裏装材の物性に関する基礎的研究. 九州歯会誌 34: 678-695, 1981.
- 23) 鱒見進一: 軟性裏装材のレオロジカルな性質と咀嚼能力に及ぼす影響. 九州歯会誌 38: 864-879, 1984.
- 24) 覚道幸男: 床義歯の生理学. 学建書院, 東京, 1991, 311-338.
- 25) Österberg, T., Landahl, S. and Hedegård, B.: Salivary flow, saliva, pH and buffering capacity in 70-year-old men and women. J. Oral Rehabil. 11: 157-170, 1984.
- 26) Olsen, I. and Birkeland, J. M.: Denture stomatitis — yeast occurrence and the pH of saliva and denture plaque. Scand. J. Dent. Res. 85: 130-134, 1977.
- 27) Mehringer, E. J.: The saliva as it is related to the wearing of dentures. J. Prosthet. Dent. 4: 312-318, 1954.
- 28) 宮崎秀夫, 三瀬恒雄, 中野和俊, 宮島 稔, 佐伯栄一: 各種食品摂取による唾液流出量および唾液 pH の経時的変動に関する研究. 九州歯会誌 37: 466-472, 1983.
- 29) Mandel, I. D.: The role of saliva in maintaining oral homeostasis. J. Amer. Dent. Assoc. 119: 298-304, 1989.
- 30) 坂田三弥, 中村嘉男: 基礎歯科生理学, 第2版. 医歯薬出版, 東京, 1996, 340-359.
- 31) 帆鷺郷一: 機能的印象材の物性に関する基礎的研究. 九州歯会誌 33: 322-339, 1979.
- 32) 竹内敏洋: 機能的印象材のレオロジカルな性質に関する研究. 九州歯会誌 37: 283-303, 1983.
- 33) 矢野健三郎: 義歯用軟性裏装材の弾性ならびにクリープ特性の変化. 九州歯会誌 44: 874-889, 1990.
- 34) 寺尾隆治: 義歯床用軟性裏装材の物理的ならびに機械的性質と耐久性に関する研究. 歯材器 12: 265-278, 1993.
- 35) 中尾勝彦, 村田比呂司, 浜田泰三: ティッシュ・コンディショナーの正しい使い方. Dent. Diamond: 23-37, 1995.
- 36) Murata, H., Hamada, T., Djulaeha, E. and Nikawa, H.: Rheology of tissue conditioners. J. Prosthet. Dent. 79: 188-199, 1998.
- 37) 細谷 誠, 片倉直至, 八代浩次, 豊田丈爾, 泉田明男, 依田正信, 奥野 攻, 木村幸平: 市販ティッシュコンディショナーの組成と流動特性. 補綴誌 43: 551-558, 1999.
- 38) 大内源之, 黒岩昭弘, 鷹股哲也, 米田隆典, 佐藤 崇, 湯本光希子: 市販義歯洗浄剤の義歯床用金属への影響—その1—評価方法について. 松本歯学 19: 22-28, 1993.
- 39) Edgar, W. M. and O'Mullance, D. M.: 河野正司, 野村章子, 堀律子, 田中みか子, 木戸寿明, 松山剛士, 村松瑞人, 池田敬子, 池田圭介, 沢田宏二, 他訳: 唾液—歯と口腔の健康—, 第1版, 医歯薬, 東京, 1997, 8-47-73: Saliva and oral health, 2nd ed. Br. Dent. J., London, 1996.