原著論文

粘膜調整材の劣化に関する実験的研究

山田 嘉昭

Deterioration of Tissue Conditioners

Yoshiaki Yamada

Abstract : Deterioration of tissue conditioners (TC) was assessed using nine kinds of commercially available TC. The weight of each TC, internal porosity, surface roughness, contact angle, antibacterial properties and adherence of bacteria immersion in 37°C water as a simulative intraoral environment. The effect of a coating agent on prevention of deterioration was also studied.

The surface of TC was roughened by immersion in water for one week. The weight also underwent changes. The antibacterial properties were lost by immersion in water. Immersion in a chemical-soak cleaner caused roughening of the surface to almost the same degree as did immersion in water. Application of the coating agent on TC was effective for prevention of roughening of the surface and change in weight. It also inhibited adherence of *Candida albicans*. However, adherence of *Streptococcus mutans* and *Bacteroides gingivalis* was increased. Thus, adherence of bacteria was not always inhibited.

These results suggested the relatively early deterioration of TC and the necessity of avoiding the excessively prolonged use of TC even when coated with a coating agent.

Key words : tissue conditioners, deterioration, surface roughness, bacterial adherence, coating agent

I. 緒 言

粘膜調整材は不適合義歯により生じた床下粘膜の歪の修正や損傷した粘膜の治療、疼痛の緩和などに用いられるとともに、ダイナミック印象材や外科的手術後の義歯の暫間的な裏装材としても用いられている¹⁻³⁾。このよ

うに粘膜調整材の臨床での応用範囲は広く、使用頻度も高い。

一方、粘膜調整材の使用期間は約1週間程度^{4,5)}、長くとも2週間程度⁶⁾と思われるが、患者の不注意や交換が行いにくいなどの理由から、臨床では長期間使用されることも多くみられる⁷⁾。しかしながら、使用期間内であっても粘膜調整材成分の溶出や口腔内細菌などによって粘膜調整材は劣化し、特に長期間使用した場合には粘膜調整材は著しく劣化し、物性や表面性状が変化することになる^{6,7)}。このような粘膜調整材の劣化は、床下粘膜を傷つけた^{6,7)}、近年注目されている義歯性口内炎の関連細菌、すなわち *Candida*⁸⁾ のリザーバーとして働くこと

朝日大学歯学部歯科補綴学第1講座（主任代行：藤井輝久教授）

First Department of Prosthodontics, Asahi University
School of Dentistry (Chief: Prof. Teruhisa Fujii)

平成3年5月17日受付

表 1 実験に用いた粘膜調整材

brand name	manufacture	batch No.	code
Lynal	Caulk	P : 073186 L : 081486	LN
Fit	Kerr	P : 71196 L : 71258	FT
Hydro-Cast	Kay-See Dental	P : 18787 L : 09188	HC
Softone	Bosworth	P : 021288 : 119 L : 021288 : 119	ST
COE-comfort	COE	P : 091586A L : 110786A	CC
Visco-gel	De Trey	P : FL518611 L : FL648611	VG
Denture soft II	Kamemizu Chem. Co. Ltd.	P : 6009 L : 6009	DS
Soft liner	G-C Dental Industrial Corp.	P : 040481 L : 080181	SL
Tissue conditioner	Shofu Inc.	P : 018820 L : 078768	TC

にもなりかねない^{9~11)}。

粘膜調整材の劣化に関しては、これまで経時的な物性の変化についての報告^{5,12~20)}は多くあるものの、表面性状などについて詳細に検討した報告はあまりみられない。そこで著者は、市販の主な粘膜調整材の口腔内での比較的短期間における劣化を想定して、臨床的観点から以下の実験を行った。

II. 実験材料および方法

実験には市販の9種の粘膜調整材を用いた(表1)。

本実験では、口腔内環境を想定して粘膜調整材を37°Cの水中に浸漬した場合の重量変化、内部気泡、表面粗さ、接触角、抗菌性、細菌付着性から劣化を検討した。なお、表面粗さについては、細菌培養液および義歯洗浄剤へ浸漬した場合についても検討した。また、粘膜調整材の表面性状と関連が深いと考えられる粉末の粒度についても検討した。さらに、粘膜調整材の劣化を防ぐといわれているフッ素系の粘膜調整材用コーティング材(クラレ社製クレガード)²¹⁾の効果についても検討した。

1. 試料の製作

重量変化の測定では、内径10mm、深さ10mm、内部気泡では内径12mm、深さ10mm、表面粗さおよび接触角では内径18mm、深さ5mm大の円筒型プラスチックに各粘膜調整材を填入し、それぞれ上下面をガラス板で

圧接し硬化させた円柱状試料を用いた。抗菌性試験では、内径9mm、深さ1mmの金型を用い、菌付着実験では縦4mm、横4mm、深さ4mmの陥凹を有するシリコン枠を用い、これに各粘膜調整材を填入し、それぞれ上面をガラス板で圧接し硬化させた円柱状試料および立方体試料を用いた。

粘膜調整材へのコーティング材の塗布は付属の筆で1回行い、1時間放置した。重量変化、内部気泡、表面粗さ、接触角の測定では、一面のガラス板を取り除き、その面のみに塗布を行った。細菌付着実験では、シリコン枠からガラス板を取り除き、その面に塗布した。以下、コーティング材の塗布を行ったものを塗布群、塗布を行わなかったものを未塗布群とする。重量変化、内部気泡、表面粗さ、接触角の測定では、ガラス板を圧接したまま水中へ浸漬し、細菌付着実験に用いた試料はシリコン枠のまま水中に浸漬した。このようにして製作した硬化直後のものと、37°Cの水中に1週間浸漬したものの2種類を試料とした。なお、試料数は各実験項目につき3個とした。

2. 粉末の粒径

供試した9種類の粘膜調整材の粉末を走査型電子顕微鏡(日本電子社製JSM-35C、以下、SEMと略す)で倍率150倍にて撮影した。現像したネガフィルムを2倍に焼き付け、ポリマー50個を任意に選び、その直径を測定し、平均粒径を求めた。

3. 重量変化

硬化直後, 37°C の水中に浸漬 3 日後および 1 週間後に化学天秤 (島津社製 Libror L-160 D) で重量を測定し, 浸漬前の重量に対する変化率を求めた。

4. 内部気泡

測定に当たっては直径 12 mm, 高さ 10 mm の円柱状試料を底面と平行に水平に 3 分割し, 中央の 2 面について 8 mm×8 mm の範囲の気泡数と総面積を画像解析装置 (Joyce-Loebel 社製 Magiscan 2 A) を用いて測定した。測定方法は堺らの報告²²⁾に従った。

5. 表面粗さ

表面性状については従来肉眼的な観察が多く行われているが, 今回は定量的に観察するため粘膜調整材に超硬石膏 (而至歯科工業社製シュールストン) を流し込み, この表面粗さを表面粗さ測定器 (小坂研究所製サーフコーダ SE-30 D) で測定した。求めたパラメーターは中心線平均粗さである²³⁾。測定は, 縦倍率 200 倍, 横倍率 1,000 倍, 測定長 2.5 mm, 測定速度 5 mm/sec, カットオフ値 0.8 mm の条件で各試料につき 5 回の測定を行った。

6. 接触角

表面粗さ測定と同一の試料を用い, 蒸留水の接触角を石膏注入前に測定した。測定は, 室温約 24°C, 相対湿度約 60% にて行った。

7. 培養液への浸漬

実験には, *Streptococcus mutans* ATCC 25175 (以下, *S. mutans* と略す), *Streptococcus sanguis* ATCC 10556 (以下, *S. sanguis* と略す), *Staphylococcus aureus* 209 P (以下, *S. aureus* と略す), *Actinomyces viscosus* ATCC 15917 (以下, *A. viscosus* と略す), *Bacteroides gingivalis* C-101 (以下, *B. gingivalis* と略す), *Candida albicans* ATCC 18804 (以下, *C. albicans* と略す) の 6 菌種を供試細菌として用いた。

以上の供試細菌のうち, *S. mutans*, *S. sanguis*, *S. aureus* は trypticase soy broth (BBL 社) に 0.5% yeast extract (Difco 社) を添加した培地 (以下, TSBY と略す) で 20 時間嫌気培養した。*A. viscosus* と *B. gingivalis* は, vitamin K₁ 0.1% と hemin solution 1% を含む TSBY で 12 時間嫌気培養した。*C. albicans* は sabouraud glucose broth (日水) を用い 2 日間好気培養

した。

次に, 上述の培養液中に試料を浸漬し, 24 時間毎に培養液を取り替え 6 日間連続培養した。その後, グルタルアルデヒドで固定し, 粘膜調整材表面に超硬石膏を流し硬化させた後, 石膏の表面粗さを水中浸漬の場合と同様に測定した。

8. 義歯洗浄剤への浸漬

義歯洗浄剤としては酵素型 (ロート製薬製ピカ) と酸化型 (ロート製薬製ピカ) の 2 種を用いた。浸漬は 1 週間行い, 毎日義歯洗浄剤を取り替えた。浸漬前後の試料について, 先に述べた方法で表面粗さと接触角の測定を行った。

9. 抗菌性試験

供試細菌の培養は先に述べた方法に従った。*S. mutans*, *S. sanguis* および *S. aureus* については, 各供試菌液の 0.1 ml を prereduced blood agar に滴下し, 塗抹拡散後, 平板上に粘膜調整材を静置した。*A. viscosus* と *B. gingivalis* については, 菌液の 0.1 ml を TSBY に 1.5% の agar を加えた培地に滴下し, 塗抹拡散後, 粘膜調整材を静置し 37°C で 48 時間嫌気培養後に, 阻止帯の測定を行った。ただし, *C. albicans* は sabouraud glucose broth (日水) を用い好気培養した。阻止帯の測定は, ノギスで各 4 カ所の幅を測定し, 阻止帯のないものを -, 1~3 mm を +, 3~5 mm を ++, 5 mm 以上を +++ と判定した。

10. 細菌付着実験

供試菌を最終濃度 74 kBq/ml の [6-³H]-Thymidine (Amersham 社製 code TRK 61) を含む 20 ml の TSBY に菌液 0.03 ml を接種し, 37°C で 10~12 時間, 嫌気ジャー (BBL 社) で嫌気培養した。培養後に 8,000 G で遠心をかけた。このようにして標識した菌体を集菌し, 0.05 規定の tris HCl-buffer (pH 7.2) で 2 回洗浄し, 10⁸ cell/ml に調整した。次に, 標識された調整菌液 1 ml 中に試料を浸漬し, 37°C で 1 時間穏やかに振盪した。その後, 試料のみを取り出し 0.05 モルの tris HCl-buffer で 2 回洗浄し, automatic combustion system (Aloka 社製 ASC-113) で焼却後に, liquid scintillation spectrometer (Aloka 社製 LSC-900) にて [6-³H] 線量を測定した。

11. 水中浸漬試料の各測定値の相関性

粉末粒径ならびに水中浸漬 3 日後および 1 週後の重量

図 1 粘膜調整材の粉末粒径の最小値、最大値および平均値

図 2 未塗布群の水中浸漬に伴う重量変化

変化、内部気泡、表面粗さ、接触角について、各測定値間の相関性について検討した。

III. 結 果

1. 粉末の粒径

ST, VG, DS, SL, TC は、最大粒径、最小粒径、平均粒径いずれも他のものよりも小さく、LN, FT, CC ではこれらに比べやや大きかった。これに対して HC は、最大粒径、最小粒径、平均粒径いずれも他のものよりも大きく、また、最大粒径と最小粒径との差も大きかった (図 1)。

2. 重量変化

未塗布群では、ほとんどの試料において 3 日後に重量が減少し、1 週後にやや回復しており、特に CC, TC, VG では浸漬前よりも増加していた (図 2)。

図 3 塗布群の水中浸漬に伴う重量変化

図 4 水中浸漬に伴う粘膜調整材の内部気泡数の変化

塗布群では、いずれの試料でも重量は減少していた (図 3)。すなわち、コーティング材を塗布することにより吸水を防止することが示唆された。

3. 内部気泡

気泡数についてみた場合、硬化直後の試料では DS が最も気泡数が多く、次いで SL であり、ST が最も気泡数が少なかった。水中浸漬後にはほとんどの試料で気泡数がやや減少していた。なお、塗布による違いはみられなかった (図 4)。

総面積についてみた場合、FT, HC, DS, SL の総面積が他のものよりも大きな値を示した。水中浸漬後には増加するものと減少するものがあり一定の傾向は示さなかった。また、塗布による顕著な差はなかった (図 5)。

4. 表面粗さ

1) 水中浸漬

未塗布群の硬化直後の試料では、HC, FT, ST において他の粘膜調整材よりも大きな表面粗さを示していた。水中浸漬によりすべての試料で表面粗さが増加し、特に

図 5 水中浸漬に伴う粘膜調整材の内部気泡の総面積の変化

図 6 未塗布群の水中浸漬に伴う表面粗さの変化

図 7 塗布群の水中浸漬に伴う表面粗さの変化

HC, ST, SL, LN, FT で大きくなっていた (図 6)。

塗布群の硬化直後の試料では、未塗布群よりも表面粗さは小さく、試料間での差も少なくなっていた。水中浸漬後でも ST を除いて、さほど増加はみられず同程度の表面粗さを示した (図 7)。

2) 細菌培養液への浸漬

S. mutans, *S. sanguis*, *S. aureus*, *A. viscosus*, *B. gingivalis* および *C. albicans* のいずれの培養液におい

図 8 *S. mutans* の培養液に浸漬した場合の粘膜調整材の表面粗さ

図 9 *S. sanguis* の培養液に浸漬した場合の粘膜調整材の表面粗さ

図 10 *S. aureus* の培養液に浸漬した場合の粘膜調整材の表面粗さ

ても未塗布群での表面粗さの増加が著しく、特に *S. sanguis* では未塗布群の表面粗さを最も増加させていた (図 8~13)。また、水中浸漬の試料と比べた場合、ほとんどの試料でやや大きな表面粗さを示した。未塗布群において、特に白色のものでは黄変するものもみられた。

3) 義歯洗浄剤への浸漬

ほとんどの試料で水中浸漬の場合と同程度の表面粗さを示していた。ただし、酵素型、酸化型ともに塗布群で

図 11 *A. viscosus* の培養液に浸漬した場合の粘膜調整材の表面粗さ

図 12 *B. gingivalis* の培養液に浸漬した場合の粘膜調整材の表面粗さ

図 13 *C. albicans* の培養液に浸漬した場合の粘膜調整材の表面粗さ

は未塗布群に比べて小さな表面粗さを示すものが多かった。特に、未塗布の VG では酸化型で大きく表面粗さが増加していた (図 14, 15)。

5. 接触角

1) 水中浸漬

未塗布群では、浸漬前に対して増加するものと減少するものがあり、かつ浸漬前後での差は SL と TC を除

図 14 酵素型義歯洗浄剤へ浸漬した場合の粘膜調整材の表面粗さ

図 15 酸化型義歯洗浄剤へ浸漬した場合の粘膜調整材の表面粗さ

図 16 未塗布群の水中浸漬に伴う接触角の変化

いてほとんどなかった (図 16)。

塗布群では、浸漬前に比べいずれの試料でも接触角は小さくなっており、ぬれがよくなっていた。また、浸漬前では HC, ST, TC を除いて未塗布群よりも接触角が大きかったものが、浸漬後にはすべての試料で未塗布群よりも接触角が小さくなっていた (図 17)。

2) 義歯洗浄剤への浸漬

酵素型では塗布の有無による差はないものの、酸化型

図 17 塗布群の水中浸漬に伴う接触角の変化

図 18 酵素型義歯洗浄剤へ浸漬した場合の粘膜調整材の接触角

図 19 酸化型義歯洗浄剤へ浸漬した場合の粘膜調整材の接触角

では塗布群の接触角は未塗布群よりも大きかった (図 18, 19)。

水中浸漬の試料と比較した場合、塗布群ではいずれの洗浄剤に浸漬した試料でも水中浸漬よりも接触角が大きかったが、未塗布群ではいずれの洗浄剤に浸漬しても水中浸漬よりも接触角が小さかった。

図 20 塗布の有無による粘膜調整材への *S. sanguis* の付着の比較

図 21 塗布の有無による粘膜調整材への *S. aureus* の付着の比較

図 22 塗布の有無による粘膜調整材への *A. viscosus* の付着の比較

6. 抗菌性

硬化直後の試料についてみると、検索した粘膜調整材のなかでは、ST が *S. aureus* に、CC が *C. albicans* に抗菌性を示した。しかし、水中浸漬により ST, CC とともに

表 2 粘膜調整材の抗菌性

material		<i>S. mutans</i>	<i>S. sanguis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>A. viscosus</i>	<i>B. gingivalis</i>	<i>C. albicans</i>
LN	IA	—	—	—	—	—	—
	IW	—	—	—	—	—	—
FT	IA	—	—	—	—	—	—
	IW	—	—	—	—	—	—
HC	IA	—	—	—	—	—	—
	IW	—	—	—	—	—	—
ST	IA	—	—	+	—	—	—
	IW	—	—	—	—	—	—
CC	IA	—	—	—	—	—	+
	IW	—	—	—	—	—	—
VG	IA	—	—	—	—	—	—
	IW	—	—	—	—	—	—
DS	IA	—	—	—	—	—	—
	IW	—	—	—	—	—	—
SL	IA	—	—	—	—	—	—
	IW	—	—	—	—	—	—
TC	IA	—	—	—	—	—	—
	IW	—	—	—	—	—	—

IA : immediately after setting IW : immersed in 37°C water for 1 week

図 23 塗布の有無による粘膜調整材への *B. gingivalis* の付着の比較 図 24 塗布の有無による粘膜調整材への *S. mutans* の付着の比較

抗菌性を示さなくなった(表2).

7. 細菌付着性

S. sanguis, *S. aureus* および *A. viscosus* では、塗布の有無による付着の違いはなかった(図20~22). *B. gingivalis* では、9試料中6試料で塗布群への付着が多くなっていた(図23). *S. mutans* では、いずれの試料においても未塗布群よりも塗布群への付着が多くなっていた(図24). これに対して *C. albicans* では未塗布群への付

着が多くなっていた(図25).

8. 水中浸漬試料の各測定値間の相関性

水中浸漬後の重量変化と内部気泡の総面積との間にもみ有意な相関がみられた(図26). また、有意な相関はみられないものの、粒径の大きいものでは硬化直後および水中浸漬後の表面粗さが大きな傾向を示した(図27, 28).

図 25 塗布の有無による粘膜調整材への *C. albicans* の付着の比較

図 26 1 週後の重量変化と 1 週後の内部気泡との間の相関性の検討
有意な正の相関がみられた ($p < 0.05$)

図 27 平均粒径と硬化直後の表面粗さとの相関性の検討
有意な相関性はみられない

図 28 平均粒径と 1 週後の表面粗さとの相関性の検討
有意な相関性はみられない

IV. 考 察

粘膜調整材は、ポリエチルメタクリレートとエタノールや可塑剤を含む液との混合によりゲル化し、この状態で口腔内に装着され機能的に粘膜に適合し、粘膜の歪の開放や床下粘膜の治癒促進などの所期の目的を果たしてゆく^{2,3)}。しかし、ある期間を過ぎると粘膜調整材が劣化し、弾性が低下したり表面の粗造化が生じ、かえって粘膜に障害を与えることもある⁷⁾。そこで著者は、粘膜調整材の劣化のなかでも特に表面性状の変化に着目し、本実験を計画した。

これまで粘膜調整材の表面性状については、主に肉眼的な観察により述べられている^{1,24-30)}。本実験では、定量的に表面性状を表現するため、粘膜調整材の表面に超硬石膏を流し込み石膏レプリカを製作することにより、石膏面の表面粗さを測定し、これを粘膜調整材の表面粗さとした。また、表面の気泡以外に練和時に粘膜調整材

に混入した気泡は、粘膜調整材の表面性状や物性に関連すると考えられるため、本実験では画像解析装置²²⁾を用いて内部気泡の総数と総面積を定量的に測定し、比較検討した。

粘膜調整材の口腔内における物性の劣化を想定して、Eick ら¹³⁾は、粘膜調整材を 37°C の水中へ 6 カ月間浸漬し検討している。平沼ら¹⁹⁾は、練和後から 37°C の水中に浸漬 3 カ月間における粘膜調整材の物理的性質を測定している。Graham ら²⁰⁾は、硬化後から 540 日間にわたりクリープを測定しており、そのほかの報告でも長期にわたるものが多い^{12-20,31-34)}。しかし、粘膜調整材の使用期間が特別なものは除いて 1 週間以内と述べられている^{4,5)}ことから、臨床における使用期間を想定して浸漬時間は 1 週間とし、一般的に口腔内環境を想定して用いられている 37°C の水中に浸漬した。

また、口腔内では粘膜調整材へ口腔細菌が付着し、粘膜調整材を劣化させることも考えられる^{7,10,11,35)}ことから、粘膜調整材を各種細菌培養液に浸漬した場合の表面

粗さへの影響についても検討した。

粘膜調整材の清掃には歯ブラシによる機械的な清掃は適用できないため、通常、義歯洗浄剤が用いられている^{7,10,11,36)}。そこで、義歯洗浄剤による粘膜調整材の劣化について表面粗さと接触角から検討した。義歯洗浄剤は酵素型、酸化型、酸、消毒薬などに分類されている^{27,36)}。本実験では、近年本邦での使用頻度が高い酵素型³⁷⁾と、従来から用いられている酸化型³⁶⁾について検討を加えた。

粘膜調整材の粉末の SEM 観察では、HC のみ最大粒径、最小粒径、平均粒径いずれも他の粘膜調整材よりもかなり大きかった。このような粒径の大きいものでは、粘膜調整材の劣化によりポリマーが粘膜調整材表面に突出した場合、粘膜を傷つけやすいのではないかと考えられる⁷⁾。

水中浸漬により未塗布群ではほとんどの試料において3日後に重量が減少し、1週後にやや回復しており、特にCC, TC, VGでは増加していた。これは重合後に一度アルコール分などが水中に溶出したのが、その後水分を取り込んだためと考えられる。Starcke ら¹⁶⁾は、24時間の水中浸漬によりHCでは6%、CCでは5%の重量減少を報告している。2つの実験における結果の若干の相違は、浸漬時間や製品の改良、あるいは試料の大きさの違いなどによるものと考えられる。一方、塗布群ではすべての試料で重量が減少していた。田中ら⁶⁾や早川ら²¹⁾もコーティング材の塗布により吸水量が少なくなることを報告している。すなわち、コーティング材を塗布することにより吸水による粘膜調整材の膨張を防止することが示唆された。しかしながら、いずれにせよ粘膜調整材の組成上、口腔内での吸水や成分の溶出による重量変化は避けられない^{6,21,31~34)}。

内部気泡数は、水中浸漬によりほとんどの試料で減少していたが、これは気泡同士がくっつきあったためと考えられる。しかし、総面積は試料によって増加あるいは減少しており、一定の傾向はみられなかった。ただし、FT, HC, CC, DS, SLでは粘膜調整材よりも総面積が大きく、これらは練和時に気泡を混入しやすいことがわかった。内部気泡は表面粗さや物性に影響すると考えられ、これらの粘膜調整材については脱泡などの処置が必要と思われる。Nimmo ら³⁸⁾は、真空処理により粘膜調整材の気泡を減少させることができることを報告しており、この方法は臨床的に有効であると思われる。また、塗布の有無は内部気泡には影響しなかった。三村ら³⁰⁾は、4種の粘膜調整材を6種の義歯洗浄剤に浸漬した場合の

内部気泡について肉眼的に観察し、コーティング材の塗布は内部気泡の発生を抑制しなかったと述べており、今回の結果とも一致する。

表面粗さは、水中および細菌培養液への浸漬により増加していたが、塗布群では表面粗さの増加が少なかった。細菌培養液へ浸漬したものは水中浸漬に比べて表面粗さが大きく増加していた。ただし、細菌培養液自体によっても表面粗さが増加したとも考えられるが、菌種や試料によって表面粗さの増加が違っており、細菌の酸などの産生物によって水中浸漬の場合よりも表面粗さが増加したものと考えられる。このように、細菌培養液への浸漬といった厳しい条件下ばかりでなく、水中浸漬というような比較的緩やかな条件下においても表面粗さが増加することから、口腔内ではこれ以上の変化も考えられる。このような表面粗さの増加は、粘膜を傷つけやすくするばかりでなく、デンチャープラークの付着を助長することにもなりかねない^{6,7,10)}。供試した粘膜調整材のうちHC, ST, SL, FTでは塗布を行わなかった場合、水中浸漬、培養液浸漬ともに表面粗さの増加が他の粘膜調整材に比べて大きく、この種の粘膜調整材では使用期間を短くするか、あるいはコーティング材の塗布を行うことが臨床的には良いと思われる。また、塗布群では細菌培養液に浸漬した場合でも変色はあまりみられなかったが、未塗布群の中でも特に白色のものでは黄色味がかかるものもあった。渡辺³⁵⁾もVGを細菌培養液に浸漬した場合、変色していたと述べている。臨床において粘膜調整材が黄変していることがよくみられる。今回の結果から、このような変色は細菌の代謝産物によることが示唆された。

接触角は、未塗布群では浸漬による違いはほとんどなかったが、塗布群では浸漬後にいずれの試料でも接触角は小さくなっており、かつ浸漬前では未塗布群よりも接触角が大きかったものが、浸漬後にはすべての試料で未塗布群よりも接触角が小さくなっていった。すなわち、塗布群では水中浸漬によりぬれがよくなることが判明した。

ここで、水中浸漬前後の各測定値間で相関性を検討したところ、水中浸漬後の重量変化と内部気泡の総面積との間にのみ有意な相関がみられた。また、有意な相関はみられないものの、粒径の大きいものでは硬化直後および水中浸漬後の表面粗さが大きな傾向を示した。すなわち、水中浸漬による粘膜調整材の表面粗さの変化は、粒径に影響を受けるものもあるが、表面および内部の気泡、重量変化などが相互に関連しているものと思われる。

る。

義歯洗浄剤へ浸漬した場合、ST と VG を除いて塗布の有無にかかわらず、酵素型、酸化型ともに表面粗さに対しては水中浸漬と同程度の影響しか及ぼさなかった。また、コーティング材の塗布は酵素型、酸化型を問わず、義歯洗浄剤による表面粗さの増加に対しても効果的であることが判明した。三村ら³⁰⁾も肉眼的観察ではあるが、コーティング材の効果について同様の結果を報告している。一方、接触角は酵素型においては塗布の有無によりあまり変化はみられなかったが、酸化型では塗布群での接触角が大きくなっており、細菌の付着を考えた場合、酸化型の使用には注意を払う必要があるのではないと思われる。このように、酵素型でも表面粗さが水中浸漬と同程度とはいっても表面が変化することは確かであり、義歯洗浄剤の使用には十分な注意が必要であると思われる。

粘膜調整材の抗菌作用については、義歯性口内炎との関連から主に *C. albicans* について検討されている³⁹⁻⁴⁵⁾。これまでの報告では、CC は *C. albicans* の発育を阻止するが、VG は発育を阻止しないとの報告が多い^{19, 35, 42-44)}。本実験では、*C. albicans* に加え他の口腔内細菌についても検討した。その結果、CC は *C. albicans* に ST は *S. aureus* に対して抗菌性を示した。CC と ST は *C. albicans* に対して抗菌性を示すことが報告されている¹⁹⁾。ST については不明だが、CC には抗菌剤であるウンデシリン酸が添加されているといわれている⁴⁶⁾ことから、これらの結果は添加薬剤によるものと思われる。しかし、37°C の水中に1週間浸漬した場合、硬化直後では抗菌性を示していた ST と CC も抗菌性を示さなくなった。この結果から、市販の粘膜調整材では、材料自体の抗菌性によるデンチャープラークコントロールは期待できないことがわかった。

1週間水中に浸漬した場合、コーティング材の塗布の有無により表面粗さが異なることがわかった。そこで、粘膜調整材のこのような表面粗さの違いが細菌の付着性に影響するかどうかについて検討した。その結果、*S. sanguis*, *S. aureus* および *A. viscosus* では、塗布の有無による付着の違いはなかったが、*B. gingivalis* は、9試料中6試料で、*S. mutans* はいずれの試料においても未塗布群よりも塗布群への付着が多くなっていた。これに対して *C. albicans* は、未塗布群への付着が増加していた。田中ら⁶⁾は、コーティング材の塗布を行った粘膜調整材では、インプリントカルチャーにおいてカンジダのコロニー数が未塗布面よりも少なかったと報告してお

り、本実験の結果とも一致する。

C. albicans は、親水性の菌であり、菌体の表面自由エネルギーと近似した表面自由エネルギーを持つ固体表面へ付着しやすいことが知られている⁴⁷⁾。本実験においても、塗布面と未塗布面での接触角には明らかな差があり、本実験における結果にもこのことが関与していると考えられる。なお、*S. mutans* と *B. gingivalis* は、塗布群への付着が増加していたが、この点については明確な考察はできないが、塗布群への付着が多いという事実は臨床応用上、若干問題があるように思われる。

以上のように、粘膜調整材は重量、気泡数、気泡面積の変化などにより表面粗さが増加するが、コーティング材の塗布により表面粗さの増加はある程度防止できること、*C. albicans* の付着を減少させることが示唆された。しかし、細菌によっては未塗布群よりも塗布群への付着が多く、また、表面粗さもわずかではあるが増加していることから、口腔内ではこれ以上の変化も考えられる。田中ら⁶⁾は、コーティング材の塗布を行ったとしても粘膜調整材の使用期間は3週間が限度であると述べている。今回の結果からも、コーティング材を粘膜調整材に塗布したとしても、使用期間の過度の延長は問題があらう。

V. 結 論

粘膜調整材を口腔内環境を想定して 37°C の水中に1週間浸漬した場合の、粘膜調整材の重量変化、内部気泡、表面性状、抗菌性、細菌付着性などの変化から劣化について検討した。また、粘膜調整材用コーティング材の効果についても検討を加えた。その結果、以下のような結論を得た。

1. 粉末の粒径の測定では、1種の極端に大きくその他のものではあまり差はなかった。
2. コーティング材の塗布の有無にかかわらず、水中浸漬によりほとんどの試料において3日後に重量が減少し、1週後にやや回復していた。また、未塗布群では増加するものもあったが、塗布ではいずれも減少していた。
3. 内部気泡数は水中浸漬によりやや減少した。内部気泡の総面積は水中浸漬により増加するものがあり一定の傾向は示さなかった。気泡数、総面積ともに塗布による顕著な差はなかった。また、水中浸漬後の総面積と重量変化との間には正の相関がみられた。
4. 表面粗さは、硬化直後の試料では HC, FT, ST に

において他の粘膜調整材よりも大きな値を示していた。また、水中浸漬により塗布群よりも未塗布群で表面粗さの増加が著しかった。

5. 接触角は、水中浸漬により塗布群では未塗布群に比べ小さくなっており、ぬれがよくなっていた。

6. 細菌培養液への浸漬により、塗布群に比べ未塗布群では表面粗さが増加し、また、水中浸漬よりも大きな表面粗さを示した。

7. 義歯洗浄剤へ浸漬した場合の表面粗さは、水中浸漬と同程度であったが、塗布群では未塗布群に比べて小さな表面粗さを示した。また、酸化型において未塗布群に比べ塗布群で接触角が増加していた。

8. 硬化直後の ST は *S. aureus* に、CC は *C. albicans* に抗菌性を示したが、1 週間の水中浸漬によりいずれも抗菌性を示さなくなった。

9. *S. sanguis*, *S. aureus*, *A. viscosus* は、コーティング材の塗布の有無による付着性の顕著な違いはみられなかった。しかし、*S. mutans*, *B. gingivalis* では塗布群への付着が多かった。これに対して *C. albicans* では未塗布群への付着が多かった。

以上の結果から、粘膜調整材は短期間に表面粗さが増加し、粘膜調整材自体の抗菌性もほとんどなく、また義歯洗浄剤によっても水中浸漬と同程度ではあったが表面粗さが増加したことから、使用期間には十分注意を払う必要がある。また、粘膜調整材用コーティング材は粘膜調整材の表面粗さの増加に対しては効果的ではあるものの、細菌によっては付着を増加させる可能性もあり、過度の使用期間の延長は避けた方がよいと思われる。

本論文の要旨は、第 75 回岐阜歯科学会 例会 (平成 2 年 9 月 22 日、岐阜) において発表した。また、本論文の一部は昭和 63 年度日本補綴歯科学会東海支部学会 (昭和 63 年 11 月 20 日、名古屋) および第 90 回日本補綴歯科学会 (平成 2 年 10 月 27 日、大阪) において発表した。

稿を終えるに当たり、ご指導、ご校閲を頂きました朝日大学名誉教授川野襄二先生ならびに朝日大学歯学部歯科補綴学第 1 講座山内六男助教授に感謝いたします。また、ご校閲頂きました同歯科理工学講座森脇 豊教授、同口腔細菌学講座並河 勇教授、同歯科補綴学第 3 講座藤井輝久教授に感謝いたします。さらに、実験に際しご協力頂いた堺 誠博士、苦瓜明彦助手をはじめとする歯科補綴学第 1 講座の諸先生ならびに歯科保存学第 1 講座の諸先生方に感謝いたします。

文 献

- 1) Goll, G.G., Smith, D.E. and Plein, J.B.: The effect of denture cleansers on temporary soft liners, *J Prosthet Dent*, 50: 466~472, 1983.
- 2) 佐藤隆志: ティッシュ・コンディショニングの意義とその一般的適用法, 歯界展望, 65: 275~288, 1985.
- 3) McCabe, J.F. (山根正次, 平沢 忠: Anderson's applied dental materials (アンダーソン歯科材料学, 118~120, 医歯薬出版, 東京, 1986), 1985.
- 4) 長尾正憲: 床義歯のためのティッシュトリートメント, 日歯医師会誌, 34: 590~595, 1981.
- 5) 藤井一朗, 川上謙治, 岡崎光正ほか: Tissue Conditioner に関する基礎的研究 (第 1 報) —圧縮特性とクリープ特性について—, 北海道歯科医師会誌, 38: 53~62, 1983.
- 6) 田中久敏, 平井東英, 吉田鐘一ほか: 粘膜調整材 (アクリル系軟性裏装材) の物性の変化による臨床使用上の注意点, 歯科ジャーナル, 32: 54~62, 1990.
- 7) 浜田泰三: 義歯裏装材—使用目的と留意点について—, カラーアトラス歯科臨床講座 11, 3477~3482, 1988.
- 8) Davenport, J.C.: The oral distribution of *Candida* in denture stomatitis, *Br Dent J*, 129: 151~156, 1970.
- 9) Allison, R.T. and Douglas, W.H.: Microcolonization of the denture-fitting surface by *Candida albicans*, *J Dent*, 1: 198~201, 1973.
- 10) Davenport, J.C., 浜田泰三: Denture stomatitis (義歯性口内炎), 歯界展望, 54: 729~741, 1979.
- 11) 浜田泰三, 玉本光弘: 粘膜調整材の微生物学的検討—ティッシュコンディショナー粘膜炎に発生した汚れの微生物学的検討 (義歯洗浄剤との関連)—, 歯科ジャーナル, 32: 80~86, 1990.
- 12) Craig, R.G. and Gibbons, P.: Properties of resilient denture liners, *J Am Dent Assoc*, 63: 382~390, 1961.
- 13) Eick, J.D., Craig, R.G. and Peyton, F.A.: Properties of resilient denture liners in simulated mouth conditions, *J Prosthet Dent*, 12: 1043~1052, 1962.
- 14) Duran, R.L., Powers, J.M. and Craig, R.G.: Viscoelastic and dynamic properties of soft liners and tissue conditioners, *J Dent Res*, 58: 1801~1807, 1979.
- 15) Wilson, H.J., Tomlin, H.R. and Osborne, J.: The assessment of temporary soft materials used in prosthetics, *Br Dent J*, 124: 303~306, 1969.
- 16) Starcke, E.N. Jr., Marcroft, K.R., Fischer, T.E. et al.: Physical properties of tissue-conditioners as used in functional impressions, *J Prosthet Dent*, 27: 111~119, 1972.
- 17) 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.
- 18) 贅川勝吉 : 暫間軟質裏装材の組成と粘弾性的性質の関係に関する研究, 口病誌, 53 : 157~183, 1986.
- 19) 器材薬剤室編 : 粘膜調整材ならびに軟性床用裏装材の臨床的評価に関する検討, 日歯医師会誌, 41 : 607~616, 1988.
- 20) Graham, B.S., Jones, D.W. and Sutow, E.J. : Clinical implications of resilient denture lining material research Part I Flexibility and elasticity, J Prosthet Dent, 62 : 421~428, 1989.
- 21) 早川 巖, 今井基泰, 辻 喜之ほか : 粘膜調整材用コーティング材の開発, 補綴誌, 27 : 780~783, 1983.
- 22) 堺 誠, 山内六男, 川野襄二 : 画像解析装置による印象材の内部気泡に関する研究 第1報, 補綴誌, 32 : 28~36, 1988.
- 23) 奈良治郎 : 表面粗さの測定・評価法, 1~154, 総合技術センター, 東京, 1983.
- 24) Kilinger, S.M. and Lord, J.L. : Effect of common agents on intermediary temporary soft relined materials, J Prosthet Dent, 30 : 749~755, 1973.
- 25) Davenport, J.C., Wilson, H.J., Basker, R.M. et al : The compatibility of tissue conditioners with denture cleansers and chlorhexidine, J Dent, 6 : 239~246, 1978.
- 26) 佐藤博信, 竹内敏洋, 鯉見進一ほか : 義歯裏装材および機械的印象材に対する義歯清掃材の影響 (第一報), 補綴誌, 26 : 840~848, 1982.
- 27) 浜田泰三, 重頭直文, 穴吹昇三ほか : 義歯洗浄液による tissue conditioners の変化, 補綴誌, 28 : 875~881, 1984.
- 28) 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.
- 29) Harrison, A., Basker, R.M. and Smith, I.S. : The compatibility of temporary soft materials with immersion denture cleansers, J Prosthodont, 2 : 254~258, 1989.
- 30) 三村真一, 竜門幸司, 豊福恒弘ほか : 粘膜調整材用コーティング材 “クレガード” を使用した粘膜調整材の汚れに関する研究, 岐阜学誌, 15 : 430~437, 1988.
- 31) Braden, M. and Causton, B.E. : Tissue conditioners III Water immersion characteristics, J Dent Res, 50 : 1544~1547, 1971.
- 32) Braden, M. and Wright, P.S. : Water absorption and water solubility of soft lining materials for acrylic dentures, J Dent Res, 62 : 764~768, 1983.
- 33) Jones, D.W., Sutow, E.J., Tobin, W.M. et al : Dental soft polymers : plasticizer composition and leachability, Dent Mater, 4 : 1~7, 1988.
- 34) Kazanji, M.N.M. and Watkinson, A.C. : Soft lining materials : their absorption of and solubility in artificial saliva, Br Dent J, 165 : 91~94, 1988.
- 35) 渡辺義嗣 : 弾性裏装材における細菌の付着性に関する研究, 九州歯会誌, 37 : 201~214, 1983.
- 36) 浜田泰三 : デンチャーブラックコントロール, 永末書店, 京都, 1983.
- 37) 藤岡由美, 佐藤裕二, 皆木省吾ほか : 新しい酵素系義歯洗浄剤の臨床成績, 補綴誌, 28 : 406~411, 1984.
- 38) Nimmo, A., Fong, B.J., Hoover, C.I. et al : Vacuum treatment of tissue conditioners, J Prosthet Dent, 54 : 814~817, 1985.
- 39) Gruder, R.G., Lucatorto, F.M. and Moolnar, E.J. : Fungus growth on tissue conditioners and soft denture liners, J Am Dent Assoc, 73 : 641~643, 1966.
- 40) Williamson, J.J. : The effect of denture lining materials on the growth of *Candida albicans*, Br Dent J, 125 : 106~110, 1968.
- 41) Douglas, W.H. and Walker, D.M. : Nystatin in denture liners—an alternative treatment of denture stomatitis, Br Dent J, 135 : 55~59, 1973.
- 42) Thomas, C.J. and Nutt, G.M. : The *in vitro* fungicidal properties of Visco-gel alone and combined with nystatin and amphotericin B, J Oral Rehabil, 5 : 167~172, 1978.
- 43) Quin, D.M. : The effectiveness *in vitro* of micronazole and keteconazole combined with tissue conditioners in inhibiting the growth of *Candida albicans*, J Oral Rehabil, 12 : 177~182, 1985.
- 44) Razek, M.K.A. and Mohamed, Z.M.M. : Influence of tissue-conditioning materials on the oral bacteriologic status of complete denture wearers, J Prosthet Dent, 44 : 137~142, 1980.
- 45) Burns, R., Burns, D.A., DiPietro, G.J. et al : Response of processed resilient denture liners to *Candida albicans*, J Prosthet Dent, 57 : 507~512, 1987.
- 46) Frisch, J., Levin, M.P. and Bhaskar, S.N. : Clinical study of fungal growth of tissue conditioners, J Am Dent Assoc, 76 : 591~592, 1968.
- 47) 皆木省吾 : 義歯床用レジンへのカンジダ属の付着機構における疎水相互作用の関与, 広歯誌, 18 : 1~14, 1987.