原 著 論 文

義歯修理におけるバルビツール酸誘導体を用いた 常温重合レジンと床用レジンとの接着性

清水 博史 吉永 正治 羽生 哲也 高橋 裕

Bond Strength of a Self-curing Resin with Barbituric Acid Derivatives to a Few Kinds of Denture Base Resin in Denture Repair

Hiroshi Shimizu, Masaharu Yoshinaga, Tetsuya Habu and Yutaka Takahashi

Abstract: A secure bond between self-curing resin and denture base resin is necessary for clinical success in denture repair. This study was conducted to evaluate the bond strengths of a new self-curing resin with barbituric acid derivatives to pour-type denture base resin, heat-cured resin and microwave-cured resin and investigate the effect of surface treatment. The repair surfaces of test specimens were treated in various manners before self-curing resin was applied to the joint. A three-point loading test was carried out to determine the transverse strength of specimens, and the surfaces of the three kinds of denture base resin after surface treatment were observed with a scanning electron microscope.

The results were as follows:

1. The surface treatment with dichloromethane following alumina air abrasive was the most effective on the three kinds of denture base resin.
2. The bond strength of a new self-curing resin with barbituric acid derivatives was weaker than that of conventional self-curing resin to denture base resins without any surface treatment.
3. The effects of any surface treatment with a new self-curing resin with barbituric acid derivatives were inferior to those with conventional resin.

Key words: denture repair, self-curing resin, barbituric acid derivative, surface treatment, transverse strength

I. 緒 言

著者らは、義歯床の修理を想定して、床用レジンに常温重合レジンと強固に接着させる表面処理法について検討している¹⁻³⁾が、これまでは過酸化ベンゾイル (BPO) と芳香族第3級アミンのジメチルパラトルイジン (DMPT) の反応により硬化が始まる、いわば従来型の常温重合レジンとを修理用レジンとして用いてきた。

一方、近年硬化物の色調変化の改善を主な目的として、バルビツール酸誘導体、第4級アンモニウム塩および有機金属化合物の3元系触媒を採用した新しい常温重合レジン⁴⁻⁶⁾が市販され、臨床で急速に普及したようであるが、さらに改良が検討されている^{7,8)}ところである。

このレジンと色調の経時的変化が少なく、機械的強さは市販されている各種の常温重合レジンとほぼ同程度で、適合性はより優れているが、床用レジンとの接着性には改良する点がある⁹⁾と指摘されている。

そこで、本研究はこのバルビツール酸誘導体を触媒系に用いた常温重合レジンと重合様式の異なる3種類の床用レジンとの接着性を検討し、さらにより強固に接着させる表面処理法を見い出そうとするものである。

福岡歯科大学歯科補綴学第1講座 (主任: 羽生哲也教授)
Department of Removable Prosthodontics, Fukuoka Dental
College (Chief: Prof. Tetsuya Habu)
平成10年4月1日受付

II. 実験材料と方法

1. 試料の作製

試料は JIS 規格の抗折たわみ試験 (JIS T 6501) に準じて作製した。

流し込みレジンのボアーレジン P (ロット番号 089402 (粉), 069298 (液), 松風社, 以下 PR と略号で記載) と加熱重合レジンのアクロン (ロット番号 240971 (粉), 260971 (液), ジーシー社, 以下 AC) は, 既報³⁾で述べた方法で重合した。

マイクロウェーブ重合レジンのアクロン MC (ロット番号 221281 (粉), 130151 (液), ジーシー社, 以下 MC) は, FRP フラスコ (ジーシー社) 中の石膏の陰型内にメーカー指示の粉液比で混和したレジンを填入し, 電子レンジ (EM-M 535 T, 出力 500 W, サンヨー社) 内で 3 時間^{9,10)}マイクロウェーブ照射した後, 室温まで放冷して 12 時間後にレジンを取出した。

3 種類のレジンは, 耐水ペーパーを順次用いて注水下にて研磨, 整形し, 37°C 温水中に 3 週間以上浸漬した。

各レジンは中央を切断し, 切断面を #1,000 の耐水ペーパーで研磨, 整形して新鮮面を出した。一部の試料はこのまま用い, #1,000 群とした。残りの試料は既報³⁾と同様の方法で艶出し研磨を行った。一部の試料はこの状態で用い, Polish 群とした。さらに残りの試料はこの面に対し種々の表面処理を行い, それぞれの実験群に分けた。表 1 に実験群の略号と各表面処理法を示した。

石膏モールド上で切断面に 3 mm のスペースを設け, 常温重合レジンのユニファスト II (ロット番号 010251 (粉), 101172 (液), ジーシー社, 以下 UF II) を用い筆積み法にてこのスペースを填塞した。従来型のユニファスト (ジーシー社, 以下 UF) (現在はユニファストトラッドとして市販されている) は, 前述のように触媒系として粉末に BPO, 液体に第 3 級アミンの DMPT が含まれているのに対し, UF II は粉末にバルビツール酸誘導体の 1-Cyclohexyl-5-Ethylpyrimidinetrione, 液体に 4 級アンモニウム塩の Diauryl dimethyl ammoniumchloride が含まれている⁴⁾点が異なっている。レジンの硬化後

に, #1,000 の耐水ペーパーで最終的に 68×10×2.5 mm の寸法に仕上げ, 試料とした。参考のため, 3 種類の床用レジン単体の試料 (65×10×2.5 mm) も作製した。試料の個数は各条件ごとに 5 個とした。

2. 3 点曲げ試験

すべての試料は, 完成後 37°C 温水中に 24 時間浸漬した後, 3 点曲げ試験を行った。測定には万能引張り圧縮試験機 TCM 200 (ミネベア社) を用い, 支点間距離 50 mm, クロスヘッドスピード 5 mm/min の条件下で, UF II の修理部中央に圧縮荷重を加え, 破断時の荷重から 3 点曲げ強さを算出した。また, 破断時のたわみ量を応力-時間曲線とチャートスピードから算出した。得られた測定値の平均値と標準偏差を求めた後, 条件ごとに平均値の差の t 検定を行った。

試験後に試料の破断状況を肉眼にて観察し, 分類した。

3. 各表面処理後の床用レジン表面性状の SEM 観察

3 種類の床用レジンに各種の表面処理を行い, 走査型電子顕微鏡 JSM-T 330 (日本電子社) を用いて, 加速電圧 5 kV にてその表面性状を観察した。

III. 結 果

1. 3 点曲げ試験

3 点曲げ強さの結果を図 1~3 に示した。

PR では, SB・DM 群 (48.3 ± 6.2 MPa) が最も大きく, 次いで DM・MMA 群 (36.4 ± 7.8 MPa) と SB 群 (36.4 ± 2.2 MPa), そして DM 群 (30.1 ± 4.9 MPa) の順であった。#1,000 群は 25.3 ± 2.9 MPa, Polish 群は 15.5 ± 4.4 MPa であった。

AC は PR と類似の傾向で, SB・DM 群 (48.7 ± 4.4 MPa) が最も大きく, 次いで DM・MMA 群 (38.8 ± 10.4 MPa) と SB 群 (41.2 ± 6.2 MPa), そして DM 群 (25.6 ± 11.4 MPa) の順であった。#1,000 群は 29.1 ± 3.9 MPa, Polish 群は 20.6 ± 5.7 MPa であった。

MC は他の 2 種類と傾向が異なっており, SB・DM 群 (51.9 ± 3.9 MPa) と SB 群 (49.5 ± 8.3 MPa) が最も大

表 1 Experimental groups and surface treatment methods
実験群と表面処理法

実験群	表 面 処 理 法
SB・DM	耐水ペーパー #1,000 研磨 → 艶出し研磨 → 50 μ m アルミナサンドブラスト → ジクロロメタン 5 秒塗布
DM・MMA	耐水ペーパー #1,000 研磨 → 艶出し研磨 → ジクロロメタンとユニファスト II の液等量混和液 10 秒塗布
SB	耐水ペーパー #1,000 研磨 → 艶出し研磨 → 50 μ m アルミナサンドブラスト
DM	耐水ペーパー #1,000 研磨 → 艶出し研磨 → ジクロロメタン 5 秒塗布
#1,000	耐水ペーパー #1,000 研磨
Polish	耐水ペーパー #1,000 研磨 → 艶出し研磨

図 1 Effect of surface treatments on transverse strengths of a pour-type denture base resin after repair with a self-curing resin with barbituric acid derivatives
Horizontal bars connect mean values that do not differ statistically significantly ($p < 0.05$)
表面処理がバルビツール酸誘導体を用いた常温重合レジンで修理後の流し込みレジンの曲げ強さに及ぼす影響
線で結んだ箇所は危険率 5% で統計的有意差がない

図 2 Effect of surface treatments on transverse strengths of a heat-cured denture base resin after repair with a self-curing resin with barbituric acid derivatives
Horizontal bars connect mean values that do not differ statistically significantly ($p < 0.05$)
表面処理がバルビツール酸誘導体を用いた常温重合レジンで修理後の加熱重合レジンの曲げ強さに及ぼす影響
線で結んだ箇所は危険率 5% で統計的有意差がない

きく、次いで DM・MMA 群 (29.3 ± 7.8 MPa) と DM 群 (32.1 ± 1.0 MPa) の順であった。# 1,000 群は 21.0 ± 5.5 MPa, Polish 群は 6.0 ± 1.2 MPa であった。

なお, PR, AC, および MC 単体の 3 点曲げ強さは, それぞれ 71.3 ± 10.3 , 138.0 ± 5.8 , 89.9 ± 3.9 MPa であった。

破断時のたわみ量の結果を図 4~6 に示した。いずれの床用レジンにおいても, 値の優劣はそれぞれの 3 点曲げ強さの結果と類似の傾向であった。

PR では, SB・DM 群 (3.9 ± 0.8 mm) が最も大きく, 次いで DM・MMA 群 (3.0 ± 0.5 mm) と SB 群 (2.6 ± 0.2 mm), そして DM 群 (2.2 ± 0.4 mm) の順であった。# 1,000 群は 1.8 ± 0.1 mm, Polish 群は 1.1 ± 0.3 mm であった。

AC では, SB・DM 群 (3.2 ± 0.3 mm), DM・MMA 群 (2.8 ± 0.6 mm) および SB 群 (2.9 ± 0.5 mm) が大きく, そして DM 群 (1.7 ± 0.8 mm) の順であった。DM 群と # 1,000 群 (1.9 ± 0.1 mm) との間に有意差はみられなかった。Polish 群は 1.3 ± 0.3 mm であった。

MC は, SB・DM 群 (3.8 ± 0.3 mm) と SB 群 (3.5 ± 0.8 MPa) が大きく, 次いで DM・MMA 群 (2.1 ± 0.5 mm) と DM 群 (2.1 ± 0.0 mm) の順であった。# 1,000 群は 1.5 ± 0.4 mm, Polish 群は 0.5 ± 0.1 mm であった。

なお, PR, AC および MC 単体のたわみ量は, それぞれ 7.4 ± 1.1 , 5.7 ± 0.8 , 8.3 ± 1.0 mm であった。

破断状況を肉眼的に分類した結果を表 2 に示した。ほとんどの破断は床用レジンと UF II の界面破壊か UF II の一

図 3 Effect of surface treatments on transverse strengths of a microwave-cured denture base resin after repair with a self-curing resin with barbituric acid derivatives
Horizontal bars connect mean values that do not differ statistically significantly ($p < 0.05$)
表面処理がバルビツール酸誘導体を用いた常温重合レジンで修理後のマイクロウェーブ重合レジンの曲げ強さに及ぼす影響
線で結んだ箇所は危険率 5% で統計的有意差がない

部を含んだ凝集破壊の様相で, 荷重の負荷された UF II 中央での破断は 3 例にみられた。

図 4 Effect of surface treatments on maximum deflections of a pour-type denture base resin after repair with a self-curing resin with barbituric acid derivatives
Horizontal bars connect mean values that do not differ statistically significantly ($p < 0.05$)
表面処理がバルビツール酸誘導体を用いた常温重合レジ
ンで修理後の流し込みレジンのたわみ量に及ぼす影響
線で結んだ箇所は危険率 5% で統計的有意差がない

図 5 Effect of surface treatments on maximum deflections of a heat-cured denture base resin after repair with a self-curing resin with barbituric acid derivatives
Horizontal bars connect mean values that do not differ statistically significantly ($p < 0.05$)
表面処理がバルビツール酸誘導体を用いた常温重合レジ
ンで修理後の加熱重合レジンのたわみ量に及ぼす影響
線で結んだ箇所は危険率 5% で統計的有意差がない

2. 各表面処理後の床用レジ表面性状の SEM 観察

代表例として AC の #1,000 群, Polish 群, SB 群および SB・DM 群の 2,000 倍の SEM 像を図 7 に示した。床用レジンの種類による相違は観察されなかったため、他の 2 種類は割愛した。なお、他と同様 AC の DM・MMA 群と

図 6 Effect of surface treatments on maximum deflections of a microwave-cured denture base resin after repair with a self-curing resin with barbituric acid derivatives
Horizontal bars connect mean values that do not differ statistically significantly ($p < 0.05$)
表面処理がバルビツール酸誘導体を用いた常温重合レジ
ンで修理後のマイクロウェーブ重合レジンのたわみ量に
及ぼす影響
線で結んだ箇所は危険率 5% で統計的有意差がない

表 2 Grouping of fracture sites of test specimens (the number of specimens)
試料の破断面の分類 (試料の個数)

実験群	床用レジンの種類								
	流し込み			加熱重合			マイクロウェーブ		
	界面	混合	凝集	界面	混合	凝集	界面	混合	凝集
SB・DM	0	4	1	0	4	1	0	4	1
DM・MMA	2	3	0	2	3	0	2	3	0
SB	0	5	0	0	5	0	0	5	0
DM	2	3	0	3	2	0	3	2	0
#1,000	5	0	0	5	0	0	5	0	0
Polish	5	0	0	5	0	0	5	0	0

DM 群の SEM 像は、SB・DM 群と同一の像であったので、これらも割愛した。

#1,000 群は、研磨時に耐水ペーパーの粒子によってついたと思われる平行な線条がみられ、粗大な面を呈している。Polish 群は、研磨の効果を反映してのっぺりとした平らな像である。SB 群は、アルミナ粒子によって研削された粗糙で不規則な面になっている。SB・DM 群は SB 群とまったく異なり、規則正しい多孔質な性状に変わっている。強拡大で観察すると、図 8 に示したように孔の形状や大きさはややまちまちである。また、孔の形成されていない部分は非常に平らな面となっている。

図 7 SEM images of surfaces of a heat-cured denture base resin after a few surface treatments (Original magnification×2,000)

- a : Abraded surface with # 1,000 emery paper
 - b : Final polished surface
 - c : Air abrasive surface with alumina
 - d : Treated surface with dichloromethane followed alumina air-abrasive
- 表面処理後の加熱重合レジンの表面性状の SEM 像 (倍率 2,000 倍)
- a : #1,000 耐水ペーパー研磨面
 - b : 艶出し研磨面
 - c : アルミナサンドブラスト処理面
 - d : アルミナサンドブラスト・ジクロロメタン処理面

図 8 SEM image of surface of a heat-cured denture base resin after surface treatment with dichloromethane followed alumina air-abrasive (Original magnification×10,000)
アルミナサンドブラスト・ジクロロメタン処理後の加熱重合レジンの表面性状の SEM 像 (倍率 10,000 倍)

IV. 考 察

床用レジンの修理を想定したレジン同士の接着を評価する場合、引張り試験では床用レジン本体で破断する説明の困難な例がみられ^{1,2)}、さらに規制の難しい荷重方向のずれが結果に大きく影響する。剪断接着試験では床用レジン本体がえぐり取られたような特異的な様式で破断する例が多く³⁾、これも界面の接着強さの評価には適していない。これらに対し、3点曲げ試験はほとんどの例で測定値の優劣を裏づける破断状況を示し³⁾、最も適切と思われたのでこの評価法で判定した。

今回も研磨材が付着したままの被着面に対して表面処理を行ったので、常温重合レジンが接着しにくい苛酷な条件となっている。一方、臨床では義歯の修理に先立ち、破損部周辺を一層研削して新鮮面を露出させることが多いので、これを想定した耐水ペーパーの #1,000 で研磨した面

についても比較, 検討した。

今回は, SB・DM 群と DM・MMA 群の 2 つの実験群を新たに設定した。前者には, UF と床用レジンに際して, 単独でそれぞれ効果のみられたサンドブラスト処理³⁾とジクロロメタン 5 秒処理^{2,3)}を併用することにより, さらに大きな効果を期待した。後者には, Rupp ら¹¹⁾の報告を参考に, ジクロロメタンの効果と UF II の液による浸透性の向上などを期待した。ジクロロメタンの含有量が 1/2 となるので, 処理時間は 2 倍の 10 秒とした。

UF II を用いて修理を行う場合, 3 種類の床用レジンいずれに対しても, 破折面周辺にサンドブラスト処理を行った後に, さらにジクロロメタン 5 秒処理を施すのが最も効果的であることがわかった。床用レジンの種類によっては, SB 群や DM・MMA 群にもある程度の効果がみられた。

SB 群については, アルミナ粒子による表面の粗雑化によって機械的結合力が強化されたことや表面積が増加したことなどが関与しているものと考えられる。この後にジクロロメタン処理を施すことによって, 粗雑化された面を残しつつさらに表面が多孔質になったものと予想された。しかしながら SEM 像を観察すると, SB・DM 群, DM・MMA 群および DM 群の 3 者は, 3 種類の床用レジンいずれに対しても, 予想に反して平らな表面上に多数の孔が形成されたようなほとんど同一の像を呈していた。ジクロロメタンによる表面性状の変化は顕著で, 研磨面の表面構造のみならず, サンドブラスト処理によって研削された粗雑な表面構造をも全く消失させていた。形成された孔の直径は, 大方 1 μm 以下という非常に小さなものであり, レジンの粉末中のポリマー粒子の大きさから考えて, この孔にポリマー粒子がはいり込むようなことはありえないが, 孔のなかにはいったモノマーは拡散, 重合するので, いわゆる投錨効果や表面積の増大が関与しているものと推定される。しかしながら, SEM による表面性状の形態的変化の観察からは, SB・DM 群の値が向上したことは説明できず, この点は今後明らかにしなくてはならない。

DM・MMA 群については, 前者による床用レジンの多孔質化および架橋ポリマーを押し広げる作用と, 後者による床用レジン内部へのモノマーの浸透, 拡散¹²⁾の相乗効果によるものと思われる。しかしながら, モノマーの拡散が過剰になると数多くのクラックが広範囲に生じ, 曲げ強さが低下する¹²⁻¹⁴⁾ので, 詳細については再考の余地が残されている。

MC は, 他の 2 種類の床用レジンに比べて SB 群がやや高く, DM・MMA 群が低い傾向にあった。このことの理由の説明は現在困難であるが, 本レジンの粉末に PMMA, BPO 以外の成分が配合してある¹⁵⁾ことと何らかの関連があるかもしれない。

たわみ量については, 床用レジン自体の性質に影響され

図 9 Comparison of transverse strengths of denture base resins after repair with a self-curing resin with barbituric acid derivatives and a conventional resin (final polishing surface)

バルビツール酸誘導体を用いた常温重合レジンと従来型常温重合レジンで修理後の床用レジンの曲げ強さの比較 (艶出し研磨面)

ていた。正確に正比例するわけではないが, 大方 3 点曲げ強さが大きいほど大きい傾向にあり, 修理後の床用レジンの機械的性質を表す指標にある程度なりうるといえる。しかしながら, UF で修理した場合と異なり, 床用レジン単体のたわみ量に匹敵するような例はみられなかった。このことは, 新しい常温重合レジン内部での凝集破壊が SB・DM 群に 3 例しか生じなかったこととあわせて, 後述の床用レジンに対する接着性の不足を示唆している。

PR と AC の艶出し研磨面に対して, UF II と UF で修理したときの 3 点曲げ強さを図 9 に示した。UF II の床用レジンに対する接着強さは, UF に比較して約 1/2 であることがわかる。また, サンドブラスト処理後に, UF II と UF で修理したときの 3 点曲げ強さを図 10 に示した。この結果は, 表面処理を行っても UF II の床用レジンに対する接着強さが, UF に比較してなお約 1/2 に止まることを示唆している。

常温重合レジンと床用レジンの接着に関しては, 両者の成分の組成が大きく関与しているものと思われ, 両者の成分が近いもの同士の組合せでは強固に接着し, 床用レジンの表面処理の効果も大きいのではないかと予想される。UF II と UF において, 粉末や液体の主成分に大きな変更はないため, 今回 UF II が UF より床用レジンとの接着性に劣っていたのは, UF II に 3 種類の床用レジンと異なる触媒系が採用されていることが最大の理由と推測される。一方, 今回使用した 3 種類の床用レジンと異なり, 同じ系統の触媒系を採用しているパラプレス (クルツァー社) や イントプレス (クルツァー社)¹⁶⁾などの床用レジンに対してはより強固に接着する可能性があるため, 現在検討中である。また, UF II の硬化時間が UF のそれより短く設定

図 10 Comparison of the effects of surface treatment with alumina air-abrasive on transverse strengths of denture base resins after repair with a self-curing resin with barbituric acid derivatives and a conventional resin
 パルピツール酸誘導体を用いた常温重合レジンと従来型常温重合レジンを用いて修理したときのアルミナサンドブラスト処理の効果の比較

図 11 Comparison of transverse strengths of three kinds of denture base resin before and after repair with a self-curing resin with barbituric acid derivatives with surface treatment with dichloromethane followed alumina air-abrasive
 3種類の床用レジン自体とアルミナサンドブラスト・ジクロロメタン処理後にパルピツール酸誘導体を用いた常温重合レジンで修理したときの曲げ強さの比較

されているために、床用レジンと接触している部分の有効なモノマーが存在する時間が短くなり、浸透、拡散効果が低下したことが関与している可能性も想像される。

各床用レジン単体と UF II を用いた場合の SB・DM 群の 3 点曲げ強さを図 11 にまとめて示した。PR 単体、AC 単体、および MC 単体の 3 点曲げ強さには差がみられたが、表面処理後の 3 点曲げ強さにほとんど差がみられなかったため、曲げ継手効率は PR (68%)、MC (58%)、AC (35%) の順に小さくなるという結果となった。UF を用いた場合には約 90% の継手効率³⁾が得られたことと比べると、UF II を用いる場合の表面処理の効果は劣っているといえる。

今回、UF II を用いて床用レジンの修理を行う場合の有効な表面処理法がある程度明らかになったが、その効果は十分とは思われなかった。したがって、さらに効果的な表面処理法を模索していく必要がある。臨床的に問題となるのは、もともと義歯床の厚さが薄い場合をはじめ修理用レジンの量や厚さが全体的に確保できないような厳しい状況や、接合部において修理用レジンが結果的に薄くなった場合の辺縁部の剝離であるため、修理用レジンの厚さや接合形態との関連も重要な課題である。また、処理効果が長期に渡って持続するかどうかは不明であり、接着耐久性についても検討が必要である。

V. 結 論

パルピツール酸誘導体を用いた新しい常温重合レジンと

重合様式の異なる 3 種類の床用レジンとの接着性を評価し、さらにより強固に接着させる表面処理法を見い出すことを目的として検討した結果、以下の結論が得られた。

1. 3 種類の床用レジンいずれに対しても、サンドブラスト処理に引き続きジクロロメタン 5 秒処理を行うのが最も効果的であった。
2. パルピツール酸誘導体を用いた常温重合レジンとは、従来型常温重合レジンに比べ、床用レジンに対する接着性に乏しかった。
3. パルピツール酸誘導体を用いた常温重合レジンとは、従来型常温重合レジンに比べ、床用レジンの表面処理効果が小さかった。

本論文の要旨は、第 97 回日本補綴歯科学会学術大会（1997 年 5 月 30 日、長崎）において発表した。

文 献

- 1) 清水博史, 羽生哲也, 中 四良ほか. 有機溶媒の床用レジンに対する表面処理効果 第 1 報 各種溶媒が結合強さに及ぼす影響. 補綴誌 38: 119-125, 1994.
- 2) 清水博史, 中 四良, 井上弘明ほか. 有機溶媒の床用レジンに対する表面処理効果 第 2 報 処理時間が引張り結合強さに及ぼす影響. 補綴誌 38: 706-713, 1994.
- 3) 清水博史, 羽生哲也, 中 四良ほか. 有機溶媒の床用レジンに対する表面処理効果 第 3 報 評価法の再検討ならびに加熱重合型と流し込み型床用レジンに対する効果の比較. 補綴誌 40: 1063-1070, 1996.

- 4) 星合和基, 平沼謙二, 川添堯彬ほか. 常温重合レジン “ユニファスト II[®]” の臨床使用結果. 補綴誌 38 : 986-996, 1994.
- 5) 星合和基, 金澤 毅, 平沼謙二ほか. 常温重合レジン “ユニファスト II[®]” の物性, 適合度について. 補綴誌 39 : 494-500, 1995.
- 6) Hoshiai K, Tanaka Y, Hiranuma K. Comparison of a new autocuring temporary acrylic resin with some existing products. J Prosthet Dent 79 : 273-277, 1998.
- 7) 長谷川 明, 勝 誠, 星合和基ほか. パルビツール酸誘導体を用いた歯科用常温重合レジンにおける触媒の影響. 補綴誌 41 : 613-619, 1997.
- 8) 長谷川 明, 勝 誠, 星合和基ほか. パルビツール酸誘導体を用いた歯科用常温重合レジンの変色に関する検討. 補綴誌 42 : 11-19, 1998.
- 9) 温 月姍, 宮崎光治, 堀部 隆. マイクロ波重合法による義歯床用レジンの理工学的性質. 福岡歯大誌 14 : 158-162, 1987.
- 10) 安藤申直, 今野一敏, 長田伸一ほか. マイクロ波重合法によるアクリリックレジン床の内面適合. 歯科技工 15 : 354-362, 1987.
- 11) Rupp NW, Bowen RL, Paffenbarger GC. Bonding cold-curing denture base acrylic resin to acrylic resin teeth. J Am Dent Assoc 83 : 601-606, 1971.
- 12) 原嶋郁郎, 中林宣男, 平澤 忠. レジンとレジンの接着. 接着歯学 3 : 156-164, 1993.
- 13) 中 四良. 曲げ強さからみたレジン床義歯修理法の研究. 福岡歯大誌 19 : 293-317, 1992.
- 14) Beyli MS, von Fraunhofer JA. Repair of fractured acrylic resin. J Prosthet Dent 44 : 497-503, 1980.
- 15) 温 月姍. マイクロ波重合用レジンに関する基礎的研究. 福岡歯大誌 18 : 1-19, 1991.
- 16) 平林 茂, 那須郁代, 原嶋郁郎ほか. 歯科用メタクリルレジンに関する研究 (第 9 報) 加熱重合レジン, ヒートショックレジン, 流し込みレジンおよび常温重合レジンの組成について. 歯材器 3 : 338-349, 1984.