原 著 論 文

支台築造用コンポジットレジンに関する研究

第8報 既製ポスの保持力について

小久保裕司 坪田 有史 小林 和弘 福島 俊士

Composite Resin for Dowel-cores Part VIII Retention of Prefabricated Post

Yuji Kokubo, Yuji Tsubota, Kazuhiro Kobayashi and Shunji Fukushima

Abstract : In continuation of our studies concerning composite resins for dowel-cores, a new dentin primer was examined to improve the retentive force of prefabricated posts to the dentin.

In this study, four series of treatment procedure to be performed on the root canal dentin before cementation and no treatment as the control were examined. After dentin treatment, prefabricated posts were cemented with dual-cured composite core resin and adhesive resin cement. Then their early retentivities were measured and compared with one another.

The following results were obtained :

1. A new dentin primer, Teeth Primer, was very effectivity for improving the retentivity of prefabricated posts in the root canal.
2. When using dual-cured composite core resin as a luting agent, the combination of Teeth Primer and Clearfil Photo Bond was the most recommendable for clinical use, because of its short treating time as well as the very high retentive force. It means that the fixation of prefabricated posts in the root canal and the fabrication of composite resin cores can be performed at the same time.
3. When using paste-type Panavia as a luting agent, acid etching was really effective for retention of the posts. However, the single use of Teeth Primer was estimated to be more desirable clinically because of its shorter treating time.

Key words : prefabricated post, retentive force, adhesive resin cement, composite core resin

I. 緒 言

鶴見大学歯学部歯科補綴学第2講座
Department of Fixed Prosthodontics, Tsurumi University
School of Dental Medicine
平成5年8月6日受付

歯冠修復物の脱落原因は支台築造の不良によるものが大部分を占め¹⁾, 支台築造の成否が術後経過を大きく左右している。鑄造による築造法はほぼ確立されて

おり、適合精度の得られた築造体であれば満足する結果が保証されている。しかし、コンポジットレジンによる支台築造は、術式の簡略化、歯質の保全などの利点を有しているにもかかわらず、一時は積極的に臨床に用いられていたものの^{2,3)}、その後思わぬ失敗に遭遇し⁴⁾、現在では症例を選んで用いられているのが実状である。

今日、接着性コンポジットレジンの研究は急速に進歩しており、その成果を日常臨床に応用する必要がある。そこで、われわれは一連のコンポジットレジンによる支台築造の研究をすすめ、ポスト孔の乾燥の影響⁵⁾や支台築造した歯の残存歯質への応力分布⁶⁾などについて報告してきた。

一般に、接着性レジンを用いた支台築造の場合、接着の対象は象牙質であることがほとんどで、築造窩洞形成後に歯面処理を適切に行うことにより、築盛するコンポジットレジンに歯質に強固に接着することができ、さらに既製ポストの保持力を向上できると考えられる。そこで、前報⁷⁾でのコア部のレジンの接着強さに続いて、今回はポスト部の接着強さについて検討することにした。すでに報告したデュアルキュア型支台築造用コンポジットレジン^{7,8)}とペーストタイプの接着性レジンセメントを合着材として用い、既製ポストのポスト孔に対する保持力を計測した。

その際、各種歯面処理方法が既製ポストの保持力に及ぼす効果、すなわち歯根部の接着強さについて検討し、前報⁷⁾のコア部の接着強さと併せて、歯質に対する有効な処理方法について考察した。

II. 材料と方法

1. 実験材料

表1に実験に用いた材料を示す。歯面処理剤とし

て、40%リン酸溶液であるK-エッチャントゲル、10%次亜塩素酸ナトリウムに増粘剤としてアルミナを14 wt%加えた次亜塩素酸ゲル、MDPやHEMAなどを含有するティースプライマーおよびクリアフィルフォトボンドを用いた。

既製ポストの合着材として支台築造用コンポジットレジンの化学重合と光重合の両方の重合様式を合せもつデュアルキュアコアと従来のパナビアと同じ基本的組成の2ペーストタイプのペーストパナビアを用いた。またペーストパナビアの表面は酸素遮断剤のニューオキシガードで被覆した。

既製ポストとしてはADポストII（6号・LL）を用いた。

また、既製ポストの合着材として用いた2種類の材料の機械的性質を圧縮強さ、間接引張り強さ、3点曲げ強さを求め比較検討した。

2. 実験方法

1) 既製ポストの保持力の測定

(1) 被着歯面の準備

抜歯直後に生理食塩液中に冷凍保存しておいたヒト下顎小白歯を使用直前に解凍し、常温重合レジン（ユニファースト、ジーシー）に包埋後、歯冠部を切断して歯髓腔を露出させ、歯髓を除去した。その際、包埋したブロックの基底面と上面が平行になるように調整した。次に、ピーソーリーマーの6号（直径1.7 mm）を治具に固定し、深さ4 mmのポスト孔を根面に対し垂直に形成した。

(2) 歯面処理

歯面処理は、表2に示す条件で行った。条件1は未処理とし、条件2～4は前処理剤としてリン酸溶液を用いたもので、そのうち条件4は次亜塩素酸ゲルを併用したものである。条件5はリン酸溶液による前処理

表1 実験材料

種 類	材 料	製造番号
歯面処理剤	K-エッチャントゲル	085
	次亜塩素酸ゲル*	920826
	ティースプライマー*	DPA-7 S, DPB-7 S
	クリアフィルフォトボンド	CAT. 168, UNI. 273
合 着 材	デュアルキュアコア*	CAT. DCRc-1033, UNI. DCRc-941
	ペーストパナビア*	CAT. 2 PC-6 S, UNI. 2 PUEX-7 S
酸素遮断剤	ニューオキシガード*	NOG-6 S
既製ポスト	AD ポスト II	M 1 D 101

*：クラレ試作品

表 2 歯面処理条件

1. 未処理
2. K-エッチャントゲル ⇒ クリアフィルフォトボンド
3. K-エッチャントゲル ⇒ ティースプライマー ⇒ クリアフィルフォトボンド
4. K-エッチャントゲル ⇒ 次亜塩素酸ゲル ⇒ ティースプライマー ⇒ クリアフィルフォトボンド
5. ティースプライマー
6. ティースプライマー ⇒ クリアフィルフォトボンド

図 1 試料 (保持力測定用)

を行わず、ティースプライマー塗布のみで、条件 6 はこれにクリアフィルフォトボンドを塗布したものである。

歯面処理時間は以下に示す通りである。K-エッチャントゲルは 20 秒間処理後、水洗 30 秒間、乾燥 30 秒間を行った。次亜塩素酸ゲルは 60 秒間処理後、水洗 30 秒間、乾燥 30 秒間を行った。ティースプライマーはユニバーサルとキャタリスト液を等量ずつ計量し、30 秒間混和、歯面に塗布後 60 秒間放置し、余剰プライマーを軽圧のエアで 10 秒間飛散させた。クリアフィルフォトボンドはユニバーサルとキャタリスト液を等量ずつ計量し、30 秒間混和、歯面塗布後 10 秒間放置し、余剰部分とアルコール分を軽圧のエアで 10 秒間飛散させた。

ペーストパナビアはユニバーサルとキャタリストを重量比 1:1.06 で計量し、30 秒間練和後、被着面に塗布した。デュアルキュアコーアはユニバーサルとキャタリストを等量ずつ計量し、30 秒間練和後、シリンジを用い塗布した。

(3) 試料の製作

図 1 に完成した試料を示す。

合着材としてデュアルキュアコーアとペーストパナビアを用い、各歯面処理後、AD ポスト II (直径 1.64 mm) をサベヤーを治具としてポスト孔に合着した。

余剰合着材は、注意深く除去し、ペーストパナビアは酸素遮断剤 (ニューオキシガード) で被覆した。

試料は 37°C、相対湿度 100% の恒温恒湿槽内に 24 時間保管後、測定した。

(4) 引抜き試験

引抜き試験により既製ポストの保持力を求めた。ユニトロン (UST-F-1000 P, 上島製作所) により、ロードセル 500 kgf, クロスヘッドスピード 2 mm/min で試験を行った。それぞれの条件で 5 個ずつ試験を行い、その平均値を保持力とした。

2) 合着材の機械的強度の測定

(1) 試料の製作

圧縮試験、間接引張り試験の試料はデュアルキュアコーア、ペーストパナビアともに前項での使用方法と同様に練和し、金型を用い直径 4 mm, 高さ 4 mm の円柱試料を製作した。3 点曲げ試験では 2×2×25 mm の角柱試料を製作した。それぞれ硬化後、金型から取り出し、37°C、相対湿度 100% の恒温恒湿槽内に 24 時間保管後、測定した。

(2) 測定方法

圧縮強さ、間接引張り強さ、3 点曲げ強さをそれぞれ圧縮試験、間接引張り試験、3 点曲げ試験により求めた。測定には材料試験機、オートグラフ (500 B, 島津製作所) を用いた。圧縮試験はロードセル 500 kgf, クロスヘッドスピード 1.0 mm/min, 間接引張り試験はロードセル 500 kgf, クロスヘッドスピード 10.0 mm/min で行い、3 点曲げ試験は支点間距離 20 mm とし、ロードセル 100 kgf, クロスヘッドスピード 0.75 mm/min で行った。それぞれ 5 個ずつ測定し、平均値をもってそれぞれの機械的強度とした。

III. 結 果

1. 既製ポストの保持力

既製ポストの保持力を図 2 に示し、各種歯面処理条件における保持力の平均値の差の検定を表 3-a, 3-b に示す。

デュアルキュアコーアで合着したとき、未処理では 101.4 N であった。これと比較して、従来の歯面処理

図 2 既製ポスの保持力

表 3-a 各種歯面処理条件における保持力の平均値の差の検定 (デュアルキュアコア)

	2	3	4	5	6
1	N.S.	***	***	**	***
2		**	***	N.S.	***
3			N.S.	N.S.	N.S.
4				N.S.	N.S.
5					N.S.

N.S.: 有意差なし

*: 危険率 5% で有意差あり

**: 危険率 1% で有意差あり

***: 危険率 0.1% で有意差あり

表 3-b 各種歯面処理条件における保持力の平均値の差の検定 (ペーストパナビア)

	2	3	4	5	6
1	***	***	***	***	***
2		*	N.S.	N.S.	N.S.
3			**	**	**
4				N.S.	N.S.
5					N.S.

N.S.: 有意差なし

*: 危険率 5% で有意差あり

**: 危険率 1% で有意差あり

***: 危険率 0.1% で有意差あり

方法である条件 2 では 122.8 N とわずかに大きな値を示したが、有意差は認められず、条件 3~6 はすべて有意差が認められた。条件 3, 4 はそれぞれ 221.2 N, 222.8 N と高い保持力を示したが、両者間に有意差は認められなかった。すなわち、次亜塩素酸ゲル処理の効果は認められなかった。条件 5 のティースプライマーのみでは 169.3 N であり、従来の処理方法である条件 2 より保持力は高かったものの有意差は認められなかった。また、条件 3, 4 よりは低かったが、両者共有差が認められなかった。これに条件 6 のクリアフィルフォトボンドを併用すると 205.0 N と向上したが、ティースプライマーのみと比較して有意差は認められなかった。前処理を行った条件 3, 4 に匹

敵する値となり、これは条件 2 と有意差が認められた。

デュアルキュアコアで合着したときの引抜き試験後の破壊状況は、条件 1 は象牙質とデュアルキュアコアの界面破壊であった。条件 2 は象牙質とデュアルキュアコアの界面破壊で一部デュアルキュアコアは既製ポストから剥離していた。条件 3~6 はデュアルキュアコアと既製ポストの界面破壊であった。

ペーストパナビアで合着したとき、条件 1 の未処理ではデュアルキュアコアで合着したときと同様の値であったが、なんらかの歯面処理をした他の条件ではすべてデュアルキュアコアで合着したときよりも大きな保持力を示した。すなわち、従来の処理方法で

表 4 合着材の機械的強度

	デュアルキュアーコア	ペーストパナビア
圧縮強さ	376.1(5.7)	271.9(9.0)
間接引張り強さ	61.8(4.1)	40.1(2.0)
曲げ強さ	145.4(7.9)	80.3(3.0)

単位: MPa

(): S.D.

る条件 2 では 260.3 N とデュアルキュアーコアで合着したときの約 2 倍の保持力を示した。条件 1 と比較して条件 2 はデュアルキュアーコアで合着すると有意差が認められなかったが、ペーストパナビアで合着すると有意差が認められた。さらに、条件 3 の K-エッチャントゲル、ティースプライマー処理後、クリアフィルフォトボンドを塗布したものが 358.0 N とすべての処理条件のなかで最も高い保持力を示し、条件 4, 5, 6 と有意差が認められた。しかし、次亜塩素酸ゲルによる処理を追加した条件 4 では、244.6 N と保持力の増加は認められなかった。条件 4, 5, 6 はそれぞれ 244.6 N, 237.3 N, 242.6 N とほぼ同じで、各々の条件の間に有意差は認められなかった。

ペーストパナビアで合着したときの引抜き試験後の破壊状況は条件 1, 2 はすべて象牙質とペーストパナビアの界面破壊であった。条件 3, 4 はペーストパナビアと既製ポスの界面破壊であった。条件 5, 6 は主にペーストパナビアと既製ポスの界面破壊であったが、一部既製ポスの表面にペーストパナビアが付着しており、その量は条件 5 のほうが多かった。

2. 合着材の機械的強度

表 4 に機械的強度を示す。圧縮強さ、引張り強さ共にデュアルキュアーコアのほうがペーストパナビアより約 1.5 倍の強さを示した。曲げ強さは約 1.8 倍であった。また、縦弾性係数はデュアルキュアーコア 16.1 GPa, ペーストパナビア 9.5 GPa であった。

IV. 考 察

一般にコンポジットレジンによる支台築造は歯根部に既製ポスを併用するのが望ましいとされている⁹⁾。既製ポスの形態については多くの研究が報告されているが、主として機械的な保持力増加や応力を目的としたものが多かった¹⁰⁻¹³⁾。この既製ポスの合着にコア部築盛用のコンポジットレジンを用いるこ

とができれば、臨床操作はかなり簡略化できるものと思われる。そこで、本研究ではこの方法と既製ポスを接着性レジンセメントで合着する従来の方法とを初期の保持力により比較した。

1. 既製ポスの保持力

デュアルキュアーコアで既製ポスを合着したとき、未処理および従来の処理方法では低い保持力であった。これにティースプライマーを用いると約 2 倍の保持力が得られた。これは引抜き試験後の破壊状況から、HEMA や MDP などを含むティースプライマー¹⁴⁾により歯質とレジンの接着界面が改善され保持力向上につながったためと考えられる。このことは、ティースプライマー処理のみでも、従来の処理方法の 122.8 N から 169.3 N と約 1.5 倍になっていることから裏付けられる。

若林¹⁵⁾は次亜塩素酸ゲルで象牙質コラーゲン層を溶解除去し、ハイドロキシアパタイトを接着界面に露出させボンディング剤をコラーゲン層を介することなく接着させることは、接着強さだけでなく辺縁封鎖性の向上にも効果があると推察している。一方、Anthony ら¹⁶⁾は次亜塩素酸による処理後、コンポジットタイプのレジンセメントで既製ポスを合着したが保持力は向上しなかったとしている。本研究では次亜塩素酸ゲルの処理により象牙質表面が粗造⁷⁾になり、機械的な保持力が向上することを期待した。しかし、実際には保持力の向上はみられなかった。この理由の 1 つとして、デュアルキュアーコアはフィラー含有量が 82% と高く、流動性は必ずしも高くないためと考えられる。一方、条件 4 の次亜塩素酸ゲルで処理後、流動性の優れるペーストパナビアで合着したときも保持力が向上しなかったのは、密生した長いタグ¹⁶⁾がある程度は保持力向上に期待できても、必ずしも初期の引抜き試験に有効なものとならなかったと考えられ、加速劣化試験に期待される。引抜き試験後の破壊状況はデュアルキュアーコアと既製ポスの界面破壊であり、条件 3, 4, 6 はほぼ同じ保持力を示していることから、根管象牙質と合着材は十分な接着状態といえる。さらに高い保持力を得るには、デュアルキュアーコアと既製ポスの接着強さを高める必要がある。

ペーストパナビアで合着したとき、従来の処理方法(条件 2)でもデュアルキュアーコアで合着したとき得られた最大保持力以上であった。ペーストパナビアは流動性が優れているため、処理面の細部、深部まで

侵入するためと思われる。ティースプライマーを用いると保持力はさらに向上し、ペーストパナビアに対してもティースプライマーの有効性が示唆された。また、ティースプライマーはペーストパナビアの重合触媒が含まれており、これも高い保持力が得られた一因と考えられる。これに対し、次亜塩素酸ゲルを併用したときは、デュアルキュアコアのときと同様に保持力の向上はみられなかった。若林¹⁵⁾は次亜塩素酸ゲルにより処理した象牙質にパナビア EX で SUS 304 を合着したとき、耐久性試験に良好な結果を示したとしており、既製ポストの保持力に関して現在検討中である。また、ティースプライマー処理後、ボンディング剤で処理しても保持力の向上はみられなかった。

前回の報告⁷⁾では歯冠部において、クリアフィルフォトボンド塗布後ペーストパナビアを塗布すると接着強さは低下する傾向にあった。しかし、今回既製ポストをクリアフィルフォトボンド塗布後、ペーストパナビアで合着したが、特に保持力が低下する傾向は認められなかった。これは、歯冠部ではクリアフィルフォトボンド塗布後に照射したが、歯根部ではしなかったためと思われる。照射によりボンディングレジンに象牙質に浸透硬化し、象牙質に対して高い接着強さを示すが、ペーストパナビアとの接着強さは向上するに至らなかった。また、歯冠部では象牙質面上に高さ 10 mm のデュアルキュアコアを築盛し、その上面から照射を行ったため重合収縮が相対的に大きくなり、ペーストパナビアを塗布すると接着強さが低下したと考えられる。本研究の歯根部においてクリアフィルフォトボンド塗布後に照射していないので、低下傾向は顕著でなかったと考えられる。クリアフィルフォトボンド塗布後、照射をしなかったのは、臨床においてポスト孔が深くなったり、細くなった場合、塗布後照射をしても塗布面に十分光が到達しない恐れがあり、これを想定しているため化学重合に依存した。ペーストパナビアは流動性に優れているため、リン酸溶液によるエッチング処理が有効に機械的保持力の向上に働くと考えられる。

しかし、臨床的な操作性を考え、歯面処理時間の短縮を意図すると、デュアルキュアコアで合着するとき、条件5の象牙質をリン酸溶液によるエッチング処理を行わずティースプライマー処理する方法、または条件6のティースプライマー処理後、クリアフィルフォトボンドを塗布する方法が、保持力が大きいだけでなく処理時間が短くなり望ましいと思われた。

さらに、従来の処理方法である条件2と比較して大きな保持力が得られたのは、条件6のティースプライマー処理後、クリアフィルフォトボンドを塗布する方法であることから、前報⁷⁾のデュアルキュア型の支台築造用レジンに象牙質に築盛し、接着強さを測定した結果を考えあわせると、この支台築造用コンポジットレジンによる歯冠部、歯根部の同時歯面処理後、同時築造の可能性が示唆された。

しかし、デュアルキュアコアは流動性に劣り、適合の良いポストでは合着時にバックプレッシャーの生ずる可能性がある。これは歯根破折の危険性を意味し、十分な注意が必要と思われる。

一方、ペーストパナビアで合着するならば、さらに簡便な条件5で十分であると考えられる。すなわち、ピーソーリーマーでポスト孔形成後、規格化された既製ポストを合着材のパナビアで植立、余剰合着材を歯冠部築盛時にそのまま接着に利用する従来の方法は、条件5に最も良く適合し、既製ポスト併用のコンポジットレジンによる支台築造の術式の1つとして推奨することができる。しかし、本研究は初期の保持力を求めたものであり、臨床応用へ向けて加速劣化試験による耐久性を現在確認中である。

臨床では根管治療の薬剤¹⁸⁾や根管充填時のユーージノール系糊剤がレジンの重合を阻害するとされている¹⁹⁾。今後、これら薬剤が既製ポストの保持力に及ぼす影響についても検討する必要があると考えられる。

2. 合着材の機械的強さ

引抜き試験では既製ポスト、合着材、歯質とそれぞれの間に剪断力が働くが⁹⁾、機械的強度はデュアルキュアコアの方がペーストパナビアよりも高いにもかかわらず、保持力は低い傾向にあった。引抜き試験後、合着材が既製ポストに付着していた状況から推察すると、合着材と歯質の界面の状態、すなわち歯面処理条件の差がある程度まで保持力の差となって表れたと考えられる。また、ペーストパナビアと比較してデュアルキュアコアの流動性の低さも原因となっていると考えられる。

デュアルキュアコアは縦弾性係数が高いにもかかわらず、既製ポストの保持力がペーストパナビアより小さかったのは、剪断力に対して有効な縦弾性係数の範囲のあることを意味しているかもしれないが不明である。

V. 結 論

合着材として支台築造用デュアルキュアー型コンボジットレジンとペーストパナビアを用い、初期における既製ポストの保持力について各種歯面処理法の効果について検討した。その結果、以下の結論を得た。

1. 象牙質に対しティースプライマーを塗布することは、新しい歯面処理方法として根管に対する既製ポストの保持力の向上に有効であった。

2. デュアルキュアーコアで合着する場合、処理時間の短縮を考えるとティースプライマー、クリアフィルフォトボンドを塗布する方法が望ましいと思われた。これにより、既製ポストの合着とコアの築盛を同時に行える可能性が示唆された。

3. ペーストパナビアで合着する場合、酸処理を行うと高い保持力が得られた。しかし、処理時間の短縮を考えると、ティースプライマー処理する方法も有効であった。

本論文の内容の一部は、第 89 回日本補綴歯科学会学術大会 (平成 5 年 5 月 28 日、札幌) において発表した。

文 献

- 戸代原孝義, 渡辺律子, 丹下幸信ほか: 支台築造に関する臨床的観察(2)―脱落歯冠修復物における支台築造―, 補綴誌, 28: 271~283, 1984.
- 星野 哲, 佐野好孝, 花村典之: 支台築造の比較統計的観察, 鶴見歯学, 5: 5~9, 1979.
- 神山稔巳, 田中恵美, 尾崎元紀ほか: 支台築造の比較統計的観察 第 2 報, 補綴誌, 32: 1253~1260, 1980.
- 阿部井寿人: 接着歯科の最前線, 補綴臨床別冊, 175~180, 医歯薬出版, 東京, 1991.
- 坪田有史, 小林敏栄, 設楽幸治ほか: 支台築造用コンボジットレジンに関する研究 第 4 報 既製ポストの合着方法について, 鶴見歯学, 19: 203~209, 1993.
- 野口幸彦, 近藤誉一郎, 坪田有史ほか: 支台築造用コンボジットレジンに関する研究 第 6 報 有限要素法による応力解析, 鶴見歯学, 20: 401~413, 1994.
- 小久保裕司, 設楽幸治, 小林敏栄ほか: 支台築造用コンボジットレジンに関する研究 第 7 報 各種象牙質歯面処理剤が接着強さに与える影響について, 補綴誌, 37: 769~776, 1993.
- 小久保裕司, 小林敏栄, 設楽幸治ほか: 支台築造用コンボジットレジンに関する研究 第 5 報 デュアルキュアー型について, 補綴誌, 37: 536~542, 1993.
- 中野浩輔, 矢谷博文, 藤田栄伸ほか: コンボジットレジンによる支台築造の実験的研究 第 1 報 メタルポストによる築造体の補強効果およびメタルポストの長さ太さが築造体の維持力に及ぼす影響, 補綴誌, 35: 103~110, 1991.
- 神山稔巳: コンボジットレジン支台築造用のポスト形態に関する研究, 鶴見歯学, 14: 1~20, 1988.
- 神山稔巳, 林 忠義, 熊沢裕幸ほか: 支台築造用既製ポストに関する研究 第 1 報 テーパーポストについて, 鶴見歯学, 14: 483~489, 1988.
- Burns, D.A., Krause, W.R., Douglas, H.B. et al: Stress distribution surrounding endodontic post, J Prosthet Dent, 64: 412~418, 1990.
- Felton, D.A., Webb, E.L., Karoy, B.E. et al: Threaded endodontic dowels: Effect of post design on incidence of root fracture, J Prosthet Dent, 65: 179~187, 1991.
- 山下 敦: 接着歯科の最前線, 補綴臨床別冊, 262~264, 医歯薬出版, 東京, 1991.
- 若林 元: 増粘剤を添加した有機質溶解剤による新しい象牙質被着面処理ならびにボンディング材に関する研究, 歯材器, 12: 279~294, 1993.
- Anthony, H.L.T., Albert, H.T. and James, H.G.: Effects of various cementation methods on the retention of prefabricated posts, J Prosthet Dent, 58: 309~313, 1987.
- 真坂信夫, 加藤喜郎, 熱田 充ほか: 接着歯科の最前線, 補綴臨床別冊, 51~78, 医歯薬出版, 東京, 1991.
- 舟木和海紀, 二宮節子, 高木明夫ほか: 根管内におけるレジンの接着強さー根管治療薬の影響についてー, 接着歯学, 7: 77~84, 1989.
- 金竹哲也: 歯科理工学通論, 407~408, 永末書店, 京都, 1978.