

〔原著〕 松本歯学 16 : 23~30, 1990

key words : 残留レジン - ディボンディング - 走査型電子顕微鏡 (SEM) - エナメル質

各種ディボンディング (矯正用ブラケット撤去)
法によるエナメル質表面損傷に関する研究

用松忠信, 西本雅弘, 嘉ノ海龍三
吉川仁育, 戸苅惇毅, 出口敏雄

松本歯科大学 歯科矯正学講座 (主任 出口敏雄 教授)

赤羽章司

松本歯科大学 電子顕微鏡室 (赤羽章司 主任技士)

Research on Damage to Enamel Surfaces
Made by Various Methods for Debonding

TADANOBU MOCHIMATSU, MASAHIRO NISHIMOTO, RYUZOU KANOMI
YOSHIYASU YOSHIKAWA, ATSUKI TOGARI and TOSHIO DEGUCHI

Department of Orthodontics, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. T. Deguchi)

SHOJI AKAHANE
Laboratory of Electron Microscope, Matsumoto Dental College
(Chief : S. Akahane, B. Sc.)

Summary

The purpose of this study is to investigate effective procedures for debonding after removal of orthodontic brackets.

After ordinary acid bath, thirty extracted mandibular incisors were bonded with metal brackets using either 4-META/MMA-TBB resin or Bis-GMA resin. After 48 hours, the brackets were removed with a Debonding Instrument[®] (Unitek). The resin remaining on the tooth surface was removed with the following instruments : ① removing pliers ② hand scaler ③ ultrasonic scaler ④ No. 8 steel round bur.

Evaluation was based on observations made of the tooth surface with a scanning electron microscope (SEM), and on the feel of each instrument during use.

The results are the following :

(1) When the removing pliers were used, the enamel surface was observed to have wide

abrasive striations made by the edge of pliers. Though the instrument enabled speedy removal of residual resin, it gave considerable impact to the experimental tooth.

(2) When the hand scaler was employed, the enamel surface was found to have slender scratches along the working direction. As the operation required considerable force, it placed a heavy load not only on the operator but also on the tooth.

(3) When the ultrasonic scaler was applied with strong force, the tooth surface was seen to have a concave wound in the shape of a hemispherical depression. The operation was inefficient as it required a long time.

(4) In case of the No. 8 steel round bur used at low speed, comparatively shallow scratches were observed widely covering the entire surface where the residual resin had been removed. As this method did not require much force, the operation could be performed efficiently.

From the above results, it was felt desirable for the operator to have a good understanding of the characteristics of each instrument, to select it as the occasion calls, and to use it properly. Also, the use of a No. 8 steel round bur without excessive pressure to finish resin removal, after initially removing most of the resin with the removing pliers, is especially believed to be clinically effective as a debonding procedure.

結 言

歯科矯正動的治療終了時に矯正装置であるブラケットを歯から撤去するが、その際、歯面に残留した接着剤（ダイレクトボンディング剤）の除去は、口腔衛生上、並びに審美的な面からも非常に大切な操作である。

本学矯正科における主なブラケット除去操作は、ディボンディングインスツルメントにてブラケットを撤去し、当科にて改造した前歯用バンドリムービングプライヤー¹⁾を使用し、歯面に残留したレジン²⁾を削り落とす方法である。その後、必要に応じて手用スクレーパー、超音波スクレーパー、またはスチール製のラウンドバーを併用して歯面の清掃を行い、ポリッシングクリームとポリッシングブラシにて研磨を行っている。

ブラケットをダイレクトボンディング法にて歯に接着し、除去する操作を行うと、少なからず歯面に損傷を与えることになる。しかし、石崎²⁾は歯面に残留したレジン²⁾を完全に除去し、歯面を充分に研磨すれば、健全なエナメル質表面とほぼ同一の状態が得られると報告している。今回、当科において現在使用しているそれぞれの器具で残留レジン²⁾を除去した際、歯面に与える損傷状態に相違が認められるのか、また、より効果的で、しかも迅速に残留レジン²⁾を除去できる方法はないものか

と考え、実験検討を行った。

材料および方法

1. 実験材料

(1) 実験用ブラケットの被験歯には抜去下顎前歯30本を用いた。これらは本学口腔外科学講座所蔵のもので、抜去後、直ちに10%中性ホルマリン液に浸漬固定されていたものである。

(2) 実験用ブラケットは、基底面がMICRO-LOCボンディングベースであるスタンダードエッジワイズブラケット（トミー社製）を使用した。

(3) ダイレクトボンディング剤は、硬化剤としてトリ-n-ブチルポラン誘導体(TBB)を使用し、さらに4-メタクリロキシエチルトリメリット酸無水物（4-META）を含有するMMA系レジン²⁾のオルソマイトスーパーボンド[®]（サンメディカル社）とビスフェノールAグリシジルジメタクリレート（Bis-GMA）系のアドバンテージ[®]（オーソオーガナイザーズジャパン）の2種類を用いた。

2. 方法

(1) ブラケットを接着する前に、ポリッシングクリームとポリッシングブラシにて被験歯の唇側面エナメル質の研磨を行った。図1は、その歯面のSEM像である（図1）。

(2) 接着面に通常の酸処理を行った後、3人の術者により、それぞれ10本ずつ、ブラケットを被験

歯唇面のほぼ中央部にダイレクトボンディングした, そのうち5本は4-META含有のMMA系レジンであるオルソマイトスーパーボンド[®]を, 残りの5本にはBis-GMA系レジンであるアドバンテージ[®]を使用した(図2).

(3) 硬化後, 室温水中に48時間浸漬した後, 図3に示すディボンディングインストゥルメント[®](ユニテック社)にてプラケット撤去した(図3).

(4) 歯面に残留したレジン, 図4に示す4種類の器具にて除去した. 左より当科でレジン除去用としているリムービングプライヤー, 手用スケーラー, 超音波スケーラーのスペースソニック2000[®](モリタ社製), そしてNo.8のスチール製ラウンドバーである. ここに示すリムービングプライヤーは, 先にも述べたように, 前歯部用バンドリムービングプライヤーを当科にて改造したもので, 刃先はタグライトスチールのままである(図4).

(5) 残留レジンの除去は, 臨床に則した形として,

肉眼的にみて完全に除去されたと思われるまで時間をかけて行った.

(6) 歯面を走査型電子顕微鏡(以下SEMと略す)にて観察するため, 図5に示すようにエアータービンで被験歯を切断した(図5).

(7) 切断した試料は, 通法に従いアルコール脱水, 乾燥後, 金イオン・スパッタコーティング(日本電子製, fine-coat JFC-1100型)を施した(図6).

(8) また, レジン除去時の傷と試料作成時の傷と

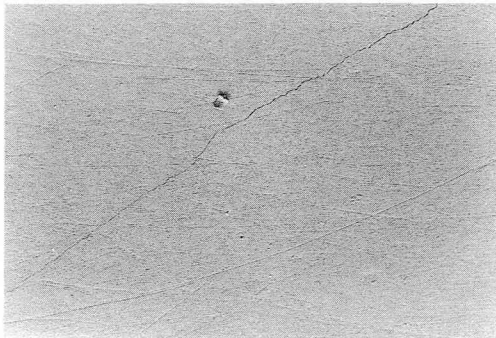


図1: ボンディング前の研磨された歯面のSEM像(×150)

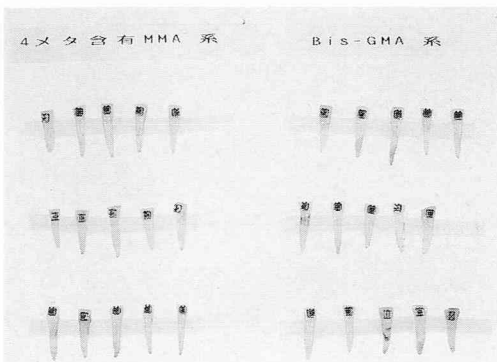


図2: 被験歯へのプラケット接着

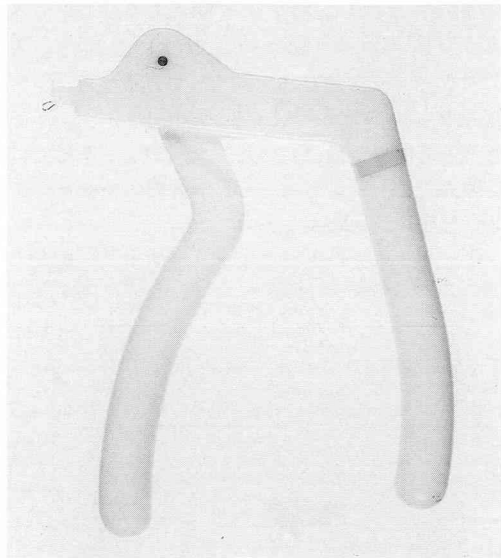


図3: ディボンディングインストゥルメント[®](ユニテック社)

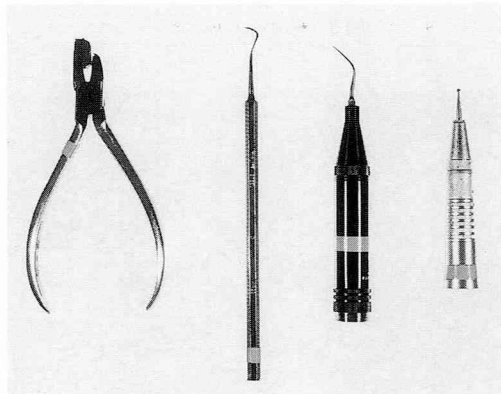


図4: レジン除去に用いた器具

左から①リムービングプライヤー ②手用スケーラー ③超音波スケーラー ④No. 8 スチール製ラウンド・バー

を区別するため、ボンディング前の研磨時、レジンを除去時、歯の切断時、脱水時の各段階において実体顕微鏡（20倍）で歯面の観察を行い、不必要な傷の有無を確認した。

(9) 試料作成後、SEM（日本電子製 JCXA-733型）にて観察を行った。

結 果

1. ブラケット撤去

図7は、ディボンディングインストルメント[®]によるブラケット撤去後の歯面のSEM像である。左はエナメル質への浸透性に優れているMMA系レジン、右はフィラーを含むため、硬化後非常に硬いBis-GMA系レジン使用のものである。今回の実験において、ブラケットを撤去した時点ではレジンのほとんどが歯面に残留した。

2. 残留レジン除去

1) リムービングプライヤーを使用した場合

図8はリムービングプライヤーでの残留レジンを除去後の歯面のSEM像である。MMA系レジンおよびBis-GMA系レジンとも、双方のエナメル質の表面にはリムービングプライヤーによると思われる幅の広い傷が歯の長軸に沿って認められた。歯面の傷の状態にはレジンの違いによる相違は認められなかった。

リムービングプライヤーによる残留レジンを除去するには、歯面に向かって押えつけるような力の入れ方が必要であった。レジン除去は非常に効果的で、能率的であった。

2) 手用スケーラーを使用した場合

図9は手用スケーラーによる残留レジンを除去後の歯面の状態である。手用スケーラーの操作方向に向かって細長い傷が多く認められた。レジンの違いによる歯面の傷の相違は認められなかった。

手用スケーラーによる残留レジンを除去は、かなりの力と時間が必要で、相当の労力を必要とした。

3) 超音波スケーラーを使用した場合

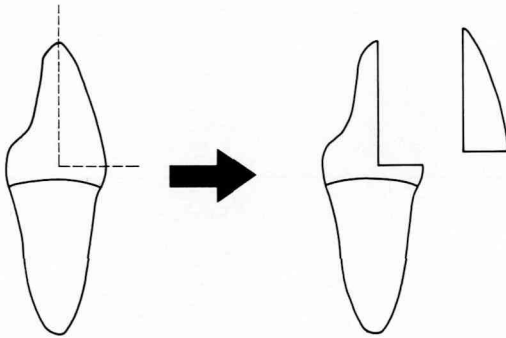


図5：被験歯の切断図

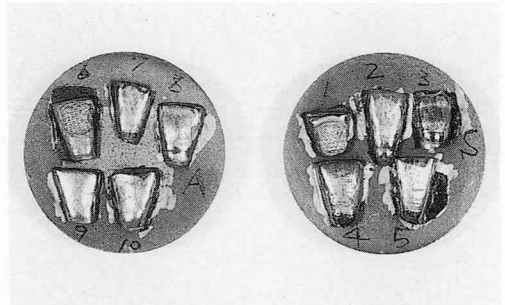


図6：走査型電子顕微鏡用試料

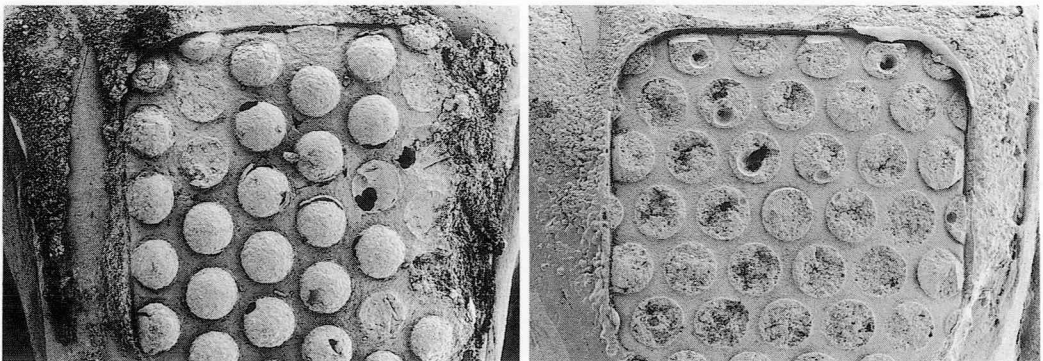


図7：ブラケット撤去直後の歯面SEM像（×15）
（左）MMA系レジン使用 （右）Bis-GMA系レジン使用

図10, 図11は超音波スケーラーによるレジン除去後の歯面の状態である。

である。歯面に目立った傷は生じていない。しかし、レジン除去操作の点では力をそれほど必要としないものの長時間を要した。特に、MMA系

図10は双方とも軽い使用圧で行ったときの状態

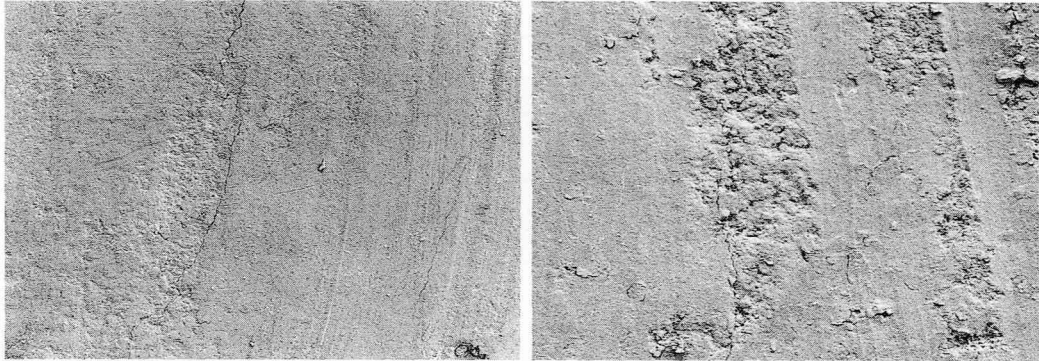


図8：リムービングブライヤー使用後の歯面 SEM 像 (×125)
 (左) MMA 系レジン使用 (右) Bis-GMA 系レジン使用

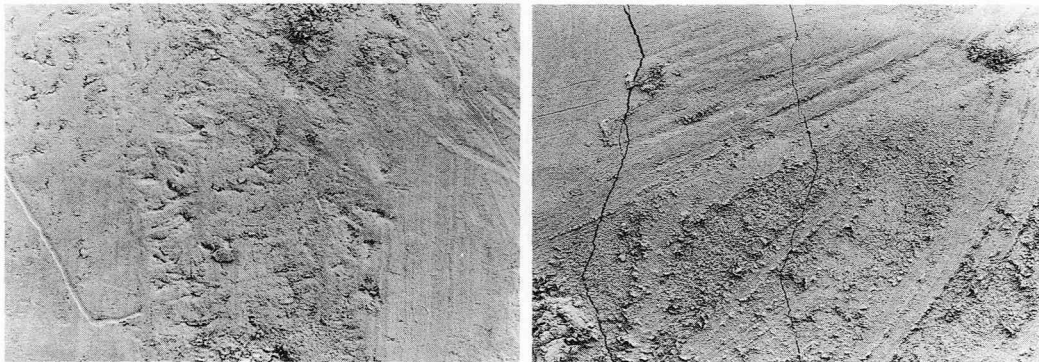


図9：手用スケーラー使用後の歯面 SEM 像 (×50)
 (左) MMA 系レジン使用 (右) Bis-GMA 系レジン使用

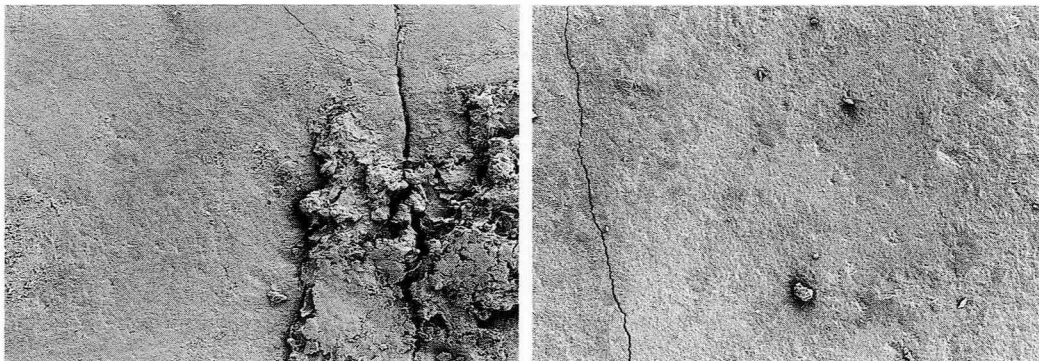


図10：軽い使用圧での超音波スケーラー使用後の歯面 SEM 像 (×125)
 (左) MMA 系レジン使用 (残留レジンの塊が認められる) (右) Bis-GMA 系レジン使用

レジンのオルソマイトスーパーボンド[®]においては除去が困難であった。

図11は残留レジンを完全に、しかも早く除去し

ようとして使用圧を強くし、削るように操作したときの状態である。歯面にはえぐれたような凹型の傷跡が生じ、歯質の損傷が大きくなっている。

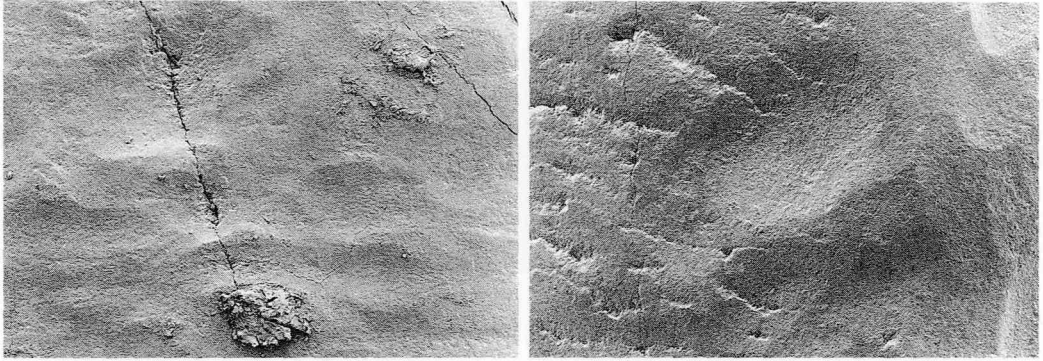


図11：強い使用圧での超音波スケーラー使用後の歯面 SEM 像（×50）
（左）MMA 系レジジン使用 （右）Bis-GMA 系レジジン使用

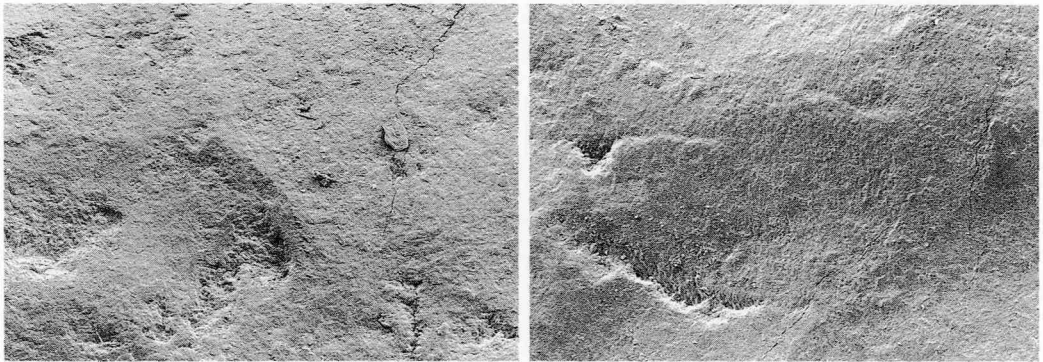


図12：超音波スケーラーによる損傷を受けた歯面 SEM 像（×150）
（左）MMA 系レジジン使用 （右）Bis-GMA 系レジジン使用

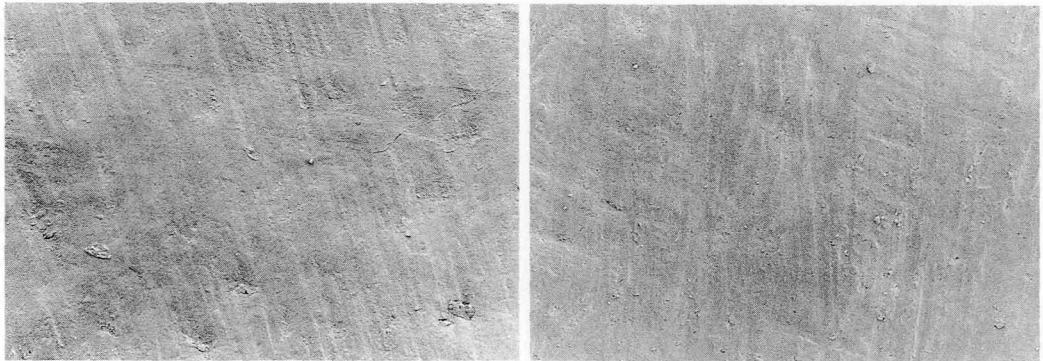


図13：No. 8 のスチール製ラウンドバー使用後の歯面 SEM 像（×150）
（左）MMA 系レジジン使用 （右）Bis-GMA 系レジジン使用

損傷を受けた部分をさらに拡大してみると、図12に示すようにエナメル質が破壊されているのが認められる。

レジンの種類による歯面の損傷状態の相違はほとんど認められなかった。

4) スチール製ラウンドバー (No.8) を使用した場合

図13はスチール製ラウンドバーによるレジン除去後の歯面の状態である。広範囲にわたり浅く細かい傷が認められるが、手用スケーラー、超音波スケーラー使用の歯面に比べ比較的滑らかな感を呈している。使用レジンの違いによる歯面の損傷状態の相違はここでも認められなかった。

スチール製ラウンドバーの低速回転での残留レジン除去は、手用スケーラーのように力を必要とせず、簡単でしかも能率的であった。

考 察

ブラケット撤去後の残留レジン除去に関する研究は、'70年代から'80年代前半にかけての海外の文献に多く報告されている³⁻⁷⁾。しかし、これらの研究でレジン除去操作のために用いられている器具の中には、カーバイトバー、サンドペーパー、ダイヤモンドバー等歯質切削効力の非常に高いものが含まれている。当然の事ながら、残留レジン除去後のエナメル質表面は、できる限り元の“normal”な状態に戻すことが望ましいものと思われる。したがって、歯面に対し、必要以上に損傷を与える可能性があるような切削器具による残留レジンの除去は、好ましい事ではないと思われる。勿論、今回我々が実験に使用したレジン除去のための器具も、エナメル質に対し少なからず損傷を与えていた。

4種類の器具によるレジン除去後の歯面の状態を比較してみると、スチール製ラウンドバーを低速で回転させ、歯面への接触圧を弱くして操作することで、歯面への損傷が最小限に抑えられるものと考えられる。また、どの器具を使用しても最後に研磨を行うが、スチール製ラウンドバーによる傷が最も浅く、したがって最も簡単に消すことができるものと推測される。一方、リムービングブライヤーや手用スケーラーによりできた深い傷は、過去の研究からも報告されているように³⁾、研磨によって完全に消し去る事は難しいものと思

れる。

レジン除去のための操作時間の面では、スチール製ラウンドバーおよびリムービングブライヤーによる除去が能率的であったように思われる。逆に、手用スケーラー、超音波スケーラーは、前者に比較して非能率的であった。また、今回の実験では、抜去歯を固定台などで固定することなく左手に把持し、右手にインスツルメントを持ってレジン除去操作を行ったため、臨床上感じることでできない患者側の負担となると思われる不快感を左手が直接感じる事となった。この左手が受けた感覚から歯への刺激、患者への負担に関して考えてみると、スチール製ラウンドバーと超音波スケーラーが、衝撃が少ないという点から優れているように思われる。逆に、手用スケーラーは、操作にかなりの力を必要とする事も含めて、歯や患者への負担が大きいことが推測される。また、リムービングブライヤーも、かなりの衝撃があった。

今回の実験に用いられたボンディング剤は、Bis-GMA系のペーストタイプレジンと4-META含有のMMA系の粉液タイプのレジンであった。過去の報告によると、前者はフィラーを多量に含んでいるため重合後には非常に硬くなり、残留レジンの除去が困難な場合があり、除去時にエナメル質を誤って切削したり、損傷する危険性があるといわれている^{3,6-8)}。一方、MMA系レジンにはフィラーを全く含まないため、除去は比較的容易であり、エナメル質を損傷する危険性はほとんどなく、インスツルメントで残留レジン除去した後、研磨剤を用いて研磨することにより、形態的にはボンディング前のエナメル質と同様の歯面にすることが可能であるとされている^{2,8,9)}。このようにレジンの種類によって異なった見解が示されているが、今回我々の行った実験では、超音波スケーラー使用の際、MMA系レジンのオルソマイトスーパーボンド[®]の除去が困難ではあったものの、その他のインスツルメントでのレジン除去操作にはレジンの種類による差はほとんど認められなかった。

ま と め

この研究の目的は、矯正用ブラケット撤去後の効果的なレジン除去操作を見出すことにある。

30本の抜去下顎前歯を用い、通常の酸処理後、

金属ブラケットを4-META/MMA-TBBレジ
ン、および Bis-GMA 系レジ
ンにて接着した。48
時間後、ブラケットをディボンディングインス
ルメント[®](ユニテック社)で撤去した。歯面に残
留したレジンは、①リムービングブライヤー ②
手用スケーラー ③超音波スケーラー ④ No.
8 のスケール製ラウンドバーの4種類の器具をそ
れぞれ単独に用いて除去した。

評価は、走査型電子顕微鏡 (SEM) によるエナ
メル質の損傷状態の程度の観察、およびそれぞ
れの器具の使用感に基づいて行い、以下の結果を得
た。

- (1) リムービングブライヤーを使用した場合は、
ブライヤーの刃先によるものと思われる幅の広い
傷が歯面に認められた。操作性では、残留レジ
ンを迅速に除去することが可能であったが、歯に対
してはかなりの衝撃があった。
- (2) 手用スケーラーを使用した場合は、エナメル
質に操作方向に沿って細長い傷が認められた。操
作は強い力を必要とするため、術者のみならず歯
への負担も大きいものと想像された。
- (3) 超音波スケーラーを使用した場合は、歯面に
強い力を加えて操作したところ、円球を押しつけ
たような凹型の傷が認められた。また、レジ
ン除去には長時間を要するため、非能率的であった。
- (4) No. 8 のスチール製ラウンドバーを低速回転
で用いた場合、広範囲にわたるが比較的浅い傷が
レジ
ン除去歯面全体に生じた。しかし、強い力を
必要とせず、能率的に操作できた。

以上の結果から、それぞれの器具の特徴を十分
に把握し、その場に応じた器具の選択をし、適切
に使い分けることがより望ましいものと思われる。
特に、臨床上有効と思われるレジ
ン除去方法は、リムービングブライヤーで大まかに残留レジ

ンを除去した後、さらに残留しているレジ
ンを No. 8 のスチール製ラウンドバーにて強い圧力
を加えずに除去することである。これによって、そ
の後の歯面の研磨が容易になり、歯面への損傷状
態を最小限に抑えることができるものとする。

文 献

- 1) 戸苅悖毅 (1986) ークリニカルヒントーボンディ
ング剤リムーバー (前歯用バンド撤去鉗子の再利
用)。近東矯歯誌, 21: 104.
- 2) 石崎 正 (1973) Direct Bonding System に関す
る研究 第1報: 走査型電子顕微鏡による接着機
構ならびに為害性の検討。日矯歯誌, 32:
227-237.
- 3) Gwinnett, A. J. and Gorelick, L. (1977) Micro-
scopic evaluation of enamel after debonding:
Clinical application, Am. J. Orthod. 71: 651
-665.
- 4) Zachrisson, B. U. (1977) A posttreatment evalu-
ation of direct bonding in orthodontics, Am. J.
Orthod. 71: 173-189.
- 5) Roulean, B. D., Marshall, G. W. and Cooley, R.
O. (1982) Enamel surface evaluations after clinical
treatment and removal of orthodontic
brackets. Am. J. Orthod. 81: 423-426.
- 6) Burapavong, V., Marshall, G. W., Apfel, D. A.
and Perry, H. T. (1978) Enamel surface charac-
teristics on removal of bonded orthodontic
brackets. Am. J. Orthod. 74: 176-187.
- 7) Zachrisson, B. U. and Arthun, J. (1979) Enamel
surface appearance after various debonding
techniques. Am. J. Orthod. 75: 121-137.
- 8) 前田眞琴 (1987) 矯正用接着剤撤去後におけるエ
ナメル質表面の性状に関する研究。日矯歯誌, 46:
777-788.
- 9) 中川一彦 (1969) レジン製矯正ブラケットとエナ
メル質との接着に関する研究 (第2報) エナメル
質の前処置効果について。日矯歯誌, 28:
278-285.