

# 化學적으로 再生된 金屬 bracket의 接着 強度와 slot幅徑 變化에 關한 研究

조선대학교 치과대학 교정학교실

高永三 · 李東柱

- 차례 -

圖表目次

英文抄錄

I. 序 論

II. 實驗材料 및 方法

III. 實驗成績

IV. 總括 및 考察

V. 結 論

參考文獻

## I. 緒 論

1955年 Buonocore<sup>16)</sup>가 酸腐蝕術을 紹介하였고 1962年 Bowen<sup>13)</sup>이 BIS-GMA type의 接着劑를 發見하였으며, 1965年 Newman<sup>32)</sup>이 齒牙와 矯正用 bracket의 直接接着을 위하여 酸腐蝕術과 epoxy resin을 使用한 以來 直接 및 間接接着을 爲한 各種 acrylic resin材料와 diacrylate resin 材料들이 使用되어 왔으며 齒牙表面處理方法<sup>11,14,30)</sup>, 多様な bracket 直接附着方法<sup>19,24,25,30,31,32,33,38,47)</sup>, bracket構造 및 接着劑의 成分等에 따른 接着力의 比較研究等<sup>25,42,44)</sup>이 活潑히 施行되어 왔다.

오늘날 金屬bracket의 使用增加와 더불어 bracket再生에 關한 關心이 커졌으며 bracket再生에 關한 많은 研究<sup>3,15,18,22,29,43,45,46)</sup>들이 있었고 實際로 여러 bracket再生會社<sup>20,36)</sup>들에 의해

再生됨으로써 經濟적으로 많은 도움을 주고 있다.

再生過程의 目標은 微細한 base構造物의 損傷이 없고 bracket slot幅徑의 變化없이 bracket으로부터 接着劑를 完全히 除去하는 것이다. 지금까지 使用되고 있는 bracket再生段階는 熱이나 溶劑를 利用한 接着劑의 除去나 電解研磨이다. 商業的인 方法으로는 450°C의 熱로 接着劑를 燒却시켜 除去하기 爲해 電解研磨을 하는 方法(Esmadent)<sup>20)</sup>과 100°C以下에서 震動과 함께 solvent stripping을 한 後 消毒을 爲해 250°C로 熱處理한 다음 짧은 電解研磨을 하는 方法(ortho-cycle)<sup>30)</sup> 등이 있다 그러나 이러한 여러 bracket再生會社들은 再生後 bracket에 影響을 주지 않는것으로 紹介하고 있지만 여러 研究들<sup>3,15,18,22,29,48)</sup>에 의해 問題點들이 提起되어 왔다.

bracket base에 殘存하는 接着劑를 燒却시키기 爲해 加해지는 熱은 金屬의 物理的 性質에 影響을 미친다. 스테인레스 鋼은 強度와 硬度가 減少되기 前인 400~500°C까지는 加熱할 수가 있으나 650°C이상 이 되면 金屬의 強度와 硬度가 減少되며 本來의 光澤으로 電解研磨될 수 없다<sup>45)</sup>. 또한 電解研磨은 거친 表面을 減少시켜서 患者에게 便安感을 주고 酸化膜을 除去하여 變色과 腐蝕을 減少시켜 주지만<sup>37)</sup> slot幅徑을 增加시켜<sup>15, 18,22,29)</sup> 原來의 適切한 torque를 發揮할 수 없고 더 많은 wire의 調整이 必

떨하게 된다. Wheeler等)1980)<sup>46)</sup>, Mascia等)1982)<sup>29)</sup>과朴(1985)<sup>3)</sup>等은熱과電解研磨를利用하여再生한 bracket에서接着强度가減少되었음을報告하였다.

이러한問題點들을改善시키기爲해熱處理와電解研磨를하지않는化學的處理方法<sup>4)</sup>을利用하여再生시킨 bracket과 새 bracket의接着强度和 slot幅徑을測定比較한結果知見을얻었기에報告하는바이다.

## II. 實驗材料 및 方法

矯正治療를爲하여拔去된우식이없는100個의小白齒를물에깨끗이씻고10個씩10群으로나누어다섯群은새 bracket의引張强度를測定하기爲하여, 다른다섯群은剪斷强度를測定하기爲해0.9%生理食鹽水에各各保管하였다. 이중두群은同一한齒牙에새 bracket을두번接着시켰을때接着强度의變化를알아보기爲해對照群으로設定하였다.

bracket의引張强度和剪斷强度를測定하기爲해保管한小白齒의頰面에自家合成樹脂인

Mono-Lok<sup>\*1</sup>을利用하여各各 company A<sup>\*2</sup>, B<sup>\*3</sup>, C<sup>\*4</sup>, D<sup>\*5</sup>와對照群<sup>\*3</sup>의小白齒用 standard edgewise bracket을接着한後 pad邊緣으로 흘러나온過度한 resin은重合反應前에除去하였다. resin이充分히硬化되도록室溫에서30分間放置한後硬石膏에齒牙를植立하고硬石膏가充分히硬化되도록室溫에서1時間放置한 다음0.9%生理食鹽水에保管하였다. 接着强度를測定하기爲하여0.7mm 스테인레스鋼線으로特殊한裝置를考案하여 Fig. 1과 같이適用하였다.

bracket接着24時間後에 Universal Testing Machine(SHIMADZU SEISAKUSHO LTD. KYOTO JAPAN)의 vice에 stone block을 힘의適用方向과齒牙頰面이直角 또는平行되게各各固定한 다음 cross-head의速度를5mm/min. 條件으로하여引張强度和剪斷强度를測定하였다(Fig. 2).

2群의對照群을除外한 bracket들은製造會社別로10個씩한群으로해서化學的處理를하여再生하였다. 化學的再生은95%黃酸을24時間마다새로交換해주면서72時間동안處

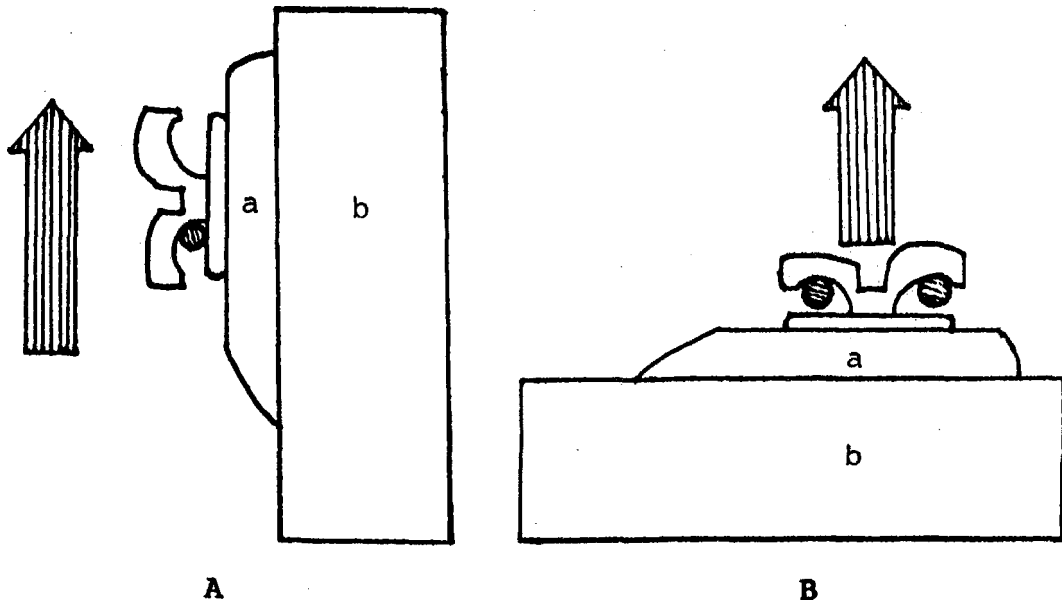


Fig. 1. Illustration of bonded bracket and wire placement.

A: Tensile strength B: Shear strength

Note: Arrow signifies direction of force; a. tooth; b. stone block

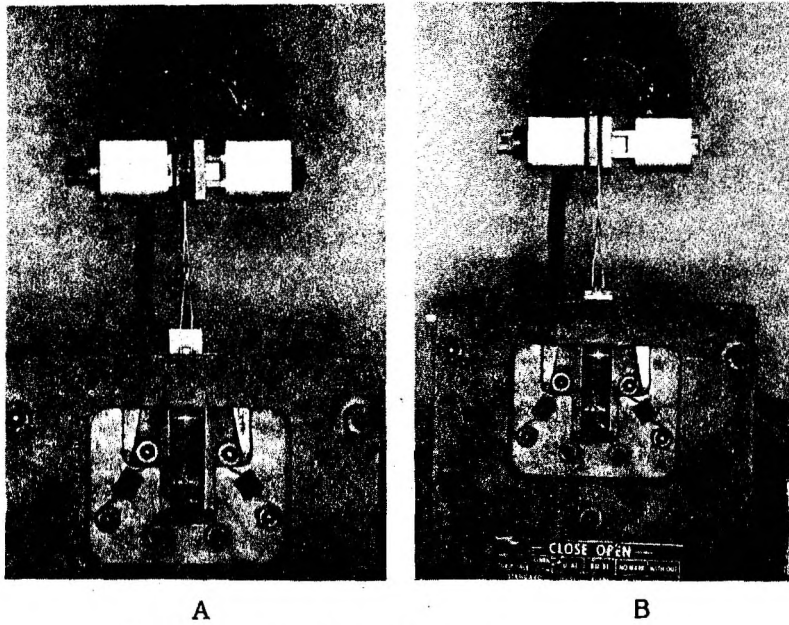


Fig. 2. Setup for testing strength.

A: Tensile strength      B: Shear strength

리한 다음 溶劑를 可能한 完全히 除去하고 蒸溜水로 充分히 洗滌한 後에 空氣噴射로 乾燥시켰다<sup>4)</sup>.

再生 bracket과 對照群의 새 bracket의 引張強度와 剪斷強度를 測定하기 爲해 同一한 100個의 小白齒의 殘存 resin을 hand scaler와 研磨劑로 除去하고 Light Optical Stereomicroscope (Sz-Tr, Olympus Tokyo, Japan) 로 確認한 後에 10個씩 10群으로 나누어 前과 同一한 方法으로 再生 bracket과 對照群의 새 bracket을 接着하고 引張強度와 剪斷強度를 測定하였다. 各 製品의 引張強度와 剪斷強度의 平均值와 標準偏差를 求하고 製品別로 새 bracket과 再生 bracket의 平均間比較檢定은 t-檢定으로 各製品間의 平均比較檢定은 Student-Newman-Keuls Multiple Comparison Test로 施行하였다.

化學的 再生이 bracket slot幅徑에 미치는 影響을 評價하기 爲하여 50個의 小白齒用 bracket을 Topcon Universal Measuring Microscope (TOKYO KOGAGU KIKAI K.K JAPAN)로 slot幅徑을 直接 測定하였다. 測定된 bracket을 移轉과 同一한 方法으로 再生한

後에 slot幅徑을 再測定하여 比較分析하였다. 平均間의 比較檢定은 t-檢定으로 施行하였다.

脫落 樣相을 決定하기 爲하여 齒牙面과 bracket base를 Light Optical Stereomicroscope로 觀察하였다.

- \*1. Mono-Lok : R.M. Co.
- \*2. Co. A premolar bracket : Photoetched base (Tomy)
- \*3. Co. B premolar bracket : Foil-mesh base (Tomy)
- \*4. Co. C premolar bracket : Contur-lok mesh base (R.M.)
- \*5. Co. D premolar bracket : Perforated base (Dentarium)

### III. 實驗成績

各 製品의 再生 前後의 引張強度와 剪斷強度의 平均과 標準偏差는 Table 1, 2와 같다.

모든 製品에서 各 再生 bracket의 平均 引張強度와 剪斷強度는 同一한 새 bracket의 平均 引張強度와 剪斷強度와 比較時 統計學的으로

**Table 1.** Tensile strength of new and recycled bracket ( $\text{kg/cm}^2$ )

Sample	New bracket			Recycled bracket			t-value
	X	S.D.	N	X	S.D.	N	
A	74.71	20.10	10	72.77	14.28	10	0.172
B	69.91	21.16	10	67.80	16.83	10	0.247
C	91.81	18.18	10	91.02	28.40	10	0.074
D	31.10	5.36	10	32.68	7.20	10	0.557
Control	68.64	19.19	10	67.80	20.59	10	0.083

**Table 2.** Shear strength of new and recycled bracket ( $\text{kg/cm}^2$ )

Sample	New bracket			Recycled bracket			t-value
	X	S.D.	N	X	S.D.	N	
A	142.85	36.75	10	141.41	41.05	10	0.025
B	135.39	29.09	10	133.90	28.12	9	0.458
C	135.33	27.44	10	137.01	28.49	9	0.131
D	98.82	25.11	10	96.46	21.42	10	0.226
Control	138.14	30.35	10	137.29	34.08	10	0.057

**Table 3.** Bracket slot width in before and after bracket recycling ( $\mu\text{m}$ )

	New	Recycled	Difference
Mean	518.03	518.86	0.83
S.D.	12.51	13.08	
N	50	50	

t: 0.32, P > 0.1

有意한 差가 없었다.

base 形態가 서로 다른 4種類의 새 bracket 과 再生 bracket에서 各製品間 平均 引張强度 와 剪斷强度의 比較檢定은 P=0.01 有意水準에서 Company D bracket이 company A, B, C bracket보다 낮았다.

對照群에서 한번 接着한 齒牙와 두번 接着한 齒牙사이의 接着强度는 統計學的으로 有意한 差가 없었다.

再生 後의 slot幅徑 變化는  $0.83\mu\text{m}$ 로 統計學的으로 有意한 差가 없었다(Table 3).

**Table 4.** Mode of interfacial failure (percent)

	Enamel adhesive	Bracket adhesive	Combination
Tensile	7 (10)	35 (34)	58 (56)
Shear	65 (60)	10 (8)	25 (32)

( ) Recycled bracket

接着劑가 떨어진 樣相은 Table 4에서와 같이 새 bracket과 再生 bracket에서 引張强度 測定時에는 接着劑가 齒牙와 bracket에 部分的으로 붙어서 떨어진 것이 각기 56%, 58%로 가장 많았고 接着劑가 齒牙에 만 붙어서 떨어진 것(34%, 35%), 接着劑가 bracket에만 붙어서 떨어진 것(7%, 10%) 順으로 나타났고 剪斷强度 測定時에는 接着劑가 bracket에만 붙어서 떨어진 것이 각기 65%, 60%로 가장 많았고 齒牙와 bracket에 部分的으로 붙어서 떨어진 것(25%, 32%), 接着劑가 齒牙에만 붙어서 떨어진 것(8%, 10%) 順으로 나타났다.

#### IV. 總括 및 考察

矯正用 接着劑는 methylmethacrylate monomer와 ultrafine powder로 構成된 acrylic resin과, 主로 變形된 epoxy resin으로 構成된 diacrylate resin으로 區分되어 있다. 이 合成樹脂의 基本的인 差異는 acrylic resin은 2次元 構造로 重合된 高分子 物質이고 diacrylate resin은 架橋重合을 한 3次元의인 構造로 된 高分子 物質이다<sup>36)</sup>. 一般的인 高分子 物質의 特徵은 溶劑에 의해서 溶解되지않고 膨潤이 된다는 것이다. 2次元 構造를 지닌 線形高分子 物質은 特定한 溶劑에 無限 膨潤되어 溶液이 되는 境遇도 있으나 架橋重合을 한 高分子 物質은 溶劑에 의해 限界 膨潤이 일어난다<sup>8)</sup>.

最近에는 優秀한 物理的인 性質<sup>48)</sup> 때문에 diacrylate resin이 主로 使用되고 있다.

本 教室에서는 矯正用 接着劑가 어떤 特定 溶劑에 膨潤이 일어날 수 있을 것으로 보고 여러 溶劑를 利用해서 實驗한 結果 95% 黃酸溶液에서 가장 쉽게 膨潤이 일어나 bracket base로부터 效果的으로 除去할 수 있었는데 特히 24時間 間隔으로 溶液을 交換해 주면서 72時間동안 處理했을때 效果의이었다. 이 溶液을 利用함으로써 接着劑를 燒却하여 除去할 必要가 없으며 酸化膜과 不純物을 除去하기 爲한 電解研磨도 必要없게 되었다<sup>4)</sup>.

金屬 bracket은 오스테나이트 系統의 스테인레스 鋼으로 만들어지며<sup>10,21,37)</sup> 550~850°C로 加熱되면 結晶粒系의 炭素는 크롬과 作用하여 炭化크롬의 析出物을 形成하게 되어 結晶粒系 腐蝕에 對하여 銳敏해진다<sup>5,6,9)</sup>. 또한 硬化性 acrylic resin은 770°C 주위에서 完全히 熱分解가 일어난다<sup>15)</sup>. Esmadent再生會社(1980)<sup>20)</sup>와 朴(1985)<sup>3)</sup> 등은 金屬의 物理的인 性質의 變化를 防止하기 爲해서 450°C와 350°C로 resin을 燒却하였으나 接着劑가 完全히 除去되지 않아 電解研磨를 施行하였다. 特히 電解研磨는 熱處理後 金屬表面에 殘存된 不純物이나 殘有物을 除去하고 크롬酸化膜의 形成을 誘導하여 金屬을 保護하는 作用을 한다. 그러나 電流密度의

差異로<sup>7,10)</sup> 인해 가장자리와 突出部의 金屬은 影響을 많이 받으나 中央部는 影響을 받지 못하므로<sup>21)</sup> 不純物等이 完全히 除去되지 못하고 殘存하게 된다.

Wheeler等(1983)<sup>46)</sup>과 朴(1985)<sup>3)</sup> 등은 熱處理한 bracket의 接着強度가 減少하는 原因이 殘存된 不純物等에 의한 것이라고 하였고 Mascia等(1982)<sup>29)</sup>은 電解研磨時에 發生하는 bracket base 自體內의 金屬 損失에 의한 것이라고 하였다. 그러나 化學的處理된 bracket base에서는 resin이 完全除去되었고 電解研磨를 하지 않았기 때문에 再生 後의 接着強度에 影響을 미치지 않았던 것으로 飼料된다.

Reynolds等(1976)<sup>40)</sup> (1977)<sup>41)</sup>과 Lopez(1980)<sup>27)</sup> 등은 mesh base bracket이 perforated base bracket보다 優秀한 接着強度를 나타냈다.

各 製品의 引張強度와 剪斷強度의 標準偏差는 先學들의<sup>1,2,3,12,25,26)</sup> 研究結果와 같이 상당히 큰데 그 原因으로는 各 齒牙 법랑질表面의 形態差異와 均一하지 못한 接着劑의 두께<sup>12,17,38)</sup> 酸腐蝕의 범위, 接着過程에서 생기는 誤差等이 있다. 本 研究에서는 법랑질 表面의 形態差異가 接着強度에 미치는 影響이 最小로 되도록 同一한 齒牙를 再利用했다. Jassem等(1981)<sup>23)</sup>과 Mascia等(1982)<sup>29)</sup>은 接着을 爲해 同一한 齒牙를 再利用했을때 接着強度의 差異가 없음을 報告하였다. 本 研究에서도 統計學的으로 아무런 有意差가 없었다.

再生時의 bracket slot幅徑 變化는 torque의 正確性を 低下시키고 最近 pretorqued bracket이 大衆化되고 있다는 觀點에서 더 한층 重要性이 있다. chapman(1979)<sup>18)</sup>은 Esmadent再生機構로<sup>20)</sup> 再生시켰을때 bracket slot幅徑이 再生回數에 比例하여 增加한다고 하였으며 한번 또는 두번 再生까지는 臨床的으로 使用할 수 있다고 하였다. Buchman(1985)<sup>3)</sup> 등은 熱處理 再生時 bracket slot幅徑 變化는 統計學的으로 有意的이었지만 臨床的으로는 거의 無視할만 하다고 하였다. 本 研究에서는 平均差가 0.83 $\mu$ m로서 이는 測定時 誤差에 의한 것으로 생각되며 再生過程에서 電解研

磨가 包含되지 않았기 때문에 bracket slot幅徑에 影響을 미치지 않았던 것으로 思料된다.

接着劑가 떨어진 樣相은 剪斷強度 測定時에는 權(1982)<sup>1)</sup>과 朴(1985)<sup>3)</sup> 등의 研究 結果와 같이 接着劑가 齒牙와 bracket에 部分的으로 붙어서 떨어진 것이 새 bracket과 再生 bracket에서 各各 58%, 56%로 가장 많았고 剪斷強度 測定時에는 Knoll(1986)<sup>26)</sup> 등의 研究 結果와 같이 接着劑가 bracket에만 붙어서 떨어진 것이 各各 65%, 60%로 가장 많았다.

本 研究에서는 bracket除去時 힘이 均一하게 適用되었지만 실제 臨床에서는 plier나 scaler 등과 같은 機構로부터 고르지 못한 힘이 適用되어서 bracket自體內에 變形이 招來됨으로써 再生 bracket의 slot幅徑이나 接着力에 影響을 미칠 수 있기 때문에 bracket의 變形을 招來하지 않고 均一한 힘을 適用할 수 있는 機構가 使用된다면 數回에 걸쳐 再生 可能한 優秀한 方法으로 思料된다.

## V. 결 론

著者は base形態가 서로 다른 4가지 矯正用 bracket과 再生 後 同一 bracket의 引張強度와 剪斷強度를 測定 比較하였으며 再生 後 bracket slot幅徑 變化를 測定한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 平均 引張強度와 剪斷強度는 새 bracket과 同一한 再生 bracket 사이에 統計學的으로 有意한 差가 없었다.
2. 새 bracket과 再生 bracket에서 perforated base bracket은 다른 bracket들 보다 接着強度가 낮았다( $p < 0.01$ ).
3. 對照群에서 한번 接着한 齒牙와 두번 接着한 齒牙사이의 接着強度는 統計學的으로 有意한 差가 없었다.
4. 再生 後 bracket slot幅徑 變化는 0.83  $\mu\text{m}$ 로 統計學的으로 有意한 變化를 보이지 않았다.
5. 接着劑가 떨어진 樣相은 새 bracket에서 引張強度 測定時에는 齒牙와 bracket에 部分

的으로 붙어서 떨어진 것이 58%, 剪斷強度 測定時에는 齒牙와 接着劑間의 65%로 가장 많았다. 再生 bracket에서도 이와 비슷한 樣相을 나타냈다.

## 참 고 문 헌

1. 權五源：“矯正用 接着劑의 引張強度”, 「大韓齒科矯正學會誌」, 第12卷, 第1號: 15-20, 1982.
2. 權五源：“Direct bonding bracket의 引張強度”, 「大韓齒科矯正學會誌」, 第2號: 139-144, 1982.
3. 朴昌基：“熱處理한 再生金屬 bracket의 引張強度와 物理的 變化에 關한 研究”, 「大韓齒科矯正學會誌」, 第15卷, 第2號: 261-269, 1985.
4. 方常容：“金屬 bracket의 化學的 再生處理 方法에 觀한 研究”미 발표 1987.
5. 社團法人 大韓金屬學會編：“鐵鋼材料”, 서울, 1981, 탐出版社, pp.174-178
6. 梁勳永, 金水泳：“金屬材料學”, 서울, 1979, 文運堂, pp.96-111, 114-143, 188-228, 232-281.
7. 廉熙澤：“金屬表面處理”, 改正版, 서울, 1979, 文運堂, p.157-159.
8. 尹能民：“溶劑포켓북”, 서울, 1979, 大光書林, pp.23-25.
9. 尹秉河, 金大龍：“金屬의 腐蝕과 防蝕概論”, 서울, 1979, 螢雪出版社, pp.54-65, 126-127.
10. 韓國 綜合特殊鋼 株式會社編：“特殊鋼”, 서울, 1978, pp.191-218.
11. 張英一：“Direct Bonding System의 塗布液이 瑤瑯質 表面에 주는 效果”, 「大韓齒科校正學會誌」, 第3卷, 第1號: 21-28, 1972.
12. Alexander, P., Young, J., Sandrik, J.L., and Bowman, D.: “Bonding strength of three orthodontic adhesives,” Am. J. Orthod., 79:653-660, 1981.
13. Bowen, R.L.: U.S. Pat. 3,006, 112 (Nov.

- 27, 1962).
14. Brannstrom, M., Nordenvall, K. Y., and Malmgren, O.: "The effect of various pretreatment method of the enamel in bonding procedures," *Am. J. Orthod.* 74: 522-530, 1978.
  15. Buchman, D.J.L.: "Effects of metallic direct-bond orthodontic brackets," 77: 654-668, 1980.
  16. Buonocore, M.G.: "A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces," *J. Dent. Res.*, 34:849-853, 1955.
  17. Buonocore, M.G.: "Principles of adhesive retention and adhesive restorative materials," *J. Am. Dent. Assoc.*, 67:382-391, 1963.
  18. Chapman, P.L.: "Recycling the orthodontic bonded bracket," M.S. Thesis, Indiana University School of Dentistry, 1979.
  19. Dogon, I.C., Van Leeuwen, M. and Kirklín, M.: "In vivo studies of the "sealing" of fluoride in teeth: Two years of clinical results (Abstr.)," *J. Dent. Res.*, 52:118, 1973.
  20. Esmadent, "BIG JAME" bracket conditioner-polisher E 3762, Esma Chgmicals, Inc. P.O. Box 162. Highland Park, IL 60035 U.S.A., *Am. J. Orthod.*, 92:22A, 1987.
  21. Gaston, N.G.: "Chrom alloy in orthodontics," *Am. J. Orthod.*, 37:779-796, 1951.
  22. Hixon, M.E., Brantley, W.A., Pincsak, J.J., Conover, J.P.: "Changes in bracket slot tolerance following recycling of direct bond metallic orthodontic appliance," *Am. J. Orthod.*, 81:447-454, 1982.
  23. Jassem, H.A., Retief, D.H., and Jamison, H.C.: "Tensile and shear strengths of bonded and rebonded orthodontic attachments," *Am. J. Orthod.*, 79:661-668, 1981.
  24. Johnson, W.T., Hembree, J.H., and Weber, F.M.: "Shear strength of orthodontic direct-bonding adhesives," *Am. J. Orthod.*, 70:559-566, 1976.
  25. Keizer, S., Ten Cate, J.M., and Arends, J.: "Direct bonding of orthodontic bracket," *Am. J. Orthod.*, 69:318-327, 1976.
  26. Knoll, M., Gwinnett, A.J., and Wolff, M.S.: "Shear strength of brackets bonded to anterior and posterior teeth," *Am. J. Orthod.*, 89:476-479, 1986.
  27. Lopez, J.I.: "Retentive shear strengths of various bonding attachment bases," *Am. J. Orthod.*, 77:669-678, 1980.
  28. Maijer, R., and Smith, D.C.: "Variables influencing the strength of metal orthodontic bracket bases," *Am. J. Orthod.*, 79: 20-34, 1981.
  29. Mascia, V.E., and Chen, S.R.: "Shearing strength of recycled direct-bonded brackets," *Am. J. Orthod.*, 82:211-216, 1982.
  30. Miura, F., Nagawa, K., and Masuhara, E.: "New direct bonding system for plastic brackets," *Am. J. Orthod.*, 59:350-361, 1971.
  31. Mon, K., and Dogan, I.L.: "An evaluation of shear strength measurements of unfilled and filled resin combination," *Am. J. Orthod.*, 72:531-536, 1978.
  32. Newman, G.V.: "Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report," *Am. J. Orthod.*, 50:901-912, 1965.
  33. Newman, G.V., Synder, W.H. and Wilson, C.E.: "Arcylic adhesive for bonding attachments to tooth surfaces," *Angle Orthod.*, 38:12-18, 1968.
  34. Newman, G.V., and Facq, J.M.: "The effects of adhesive on the tooth surface," *Am. J. Orthod.*, 59:67-75, 1971.
  35. O'Brien, W., and Ryge, G.: An outline

- of dental materials and their selection, Philadelphia, 1978, W.B. Saunders Company, 307-319.
36. Ortho-cycle company, 1231 Ross Ave., St. Louis, Mo.: Product information materials, 1987.
  37. Phillips, R.W.: Skinner's science of dental materials, ed. 7, Philadelphia, 1973.
  38. Retief, D.H., Dreyer, C.J., and Gavron, G.: "The direct bonding of orthodontic attachments by means of an epoxy resin adhesive," *Am. J. Orthod.*, 58:21-40, 1970.
  39. Reynolds, I.R.: "A review of direct orthodontic bonding," *Br. J. Orthod.*, 2:171, 1975.
  40. Reynolds, I.R., and Von Fraunhofer, J.A.: "Direct bonding of orthodontic attachments to teeth: The relation of adhesive bond strength to gauze mesh size," *Br. J. Orthod.*, 3:91-95, 1976.
  41. Reynolds, I.R., and Von Fraunhofer, J.A.: "Direct bonding in orthodontics: A comparison of attachments, Br." *J. Orthod.* 4:65-69, 1977.
  42. Sheykholeslam, Z., and Brandt, S.: "The role of acid etching in rebonding," *J. Clin. Orthod.*, 13:58-61, 1979.
  43. Siomka, L.V., and Powers, J.M.: "In vitro bond strength of treated direct-bonding metal bases," *Am. J. Orthod.*, 88:133-136, 1985.
  44. Thanos, L.E., Munholl, T., and Caputo, A.A.: "Adhesion of mesh-base direct-bonding brackets," *Am. J. Orthod.*, 75:421-430, 1979.
  45. Wheeler, J.J., and Ackerman, R.J.: "Bond strength of thermally recycled metal brackets," *Am. J. Orthod.*, 83:181-186, 1983.
  46. Wright, W.L., and Powers, J.M.: "In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets," *Am. J. Orthod.*, 87:247-252, 1985.
  47. Zachrisson, B.U., and Brobakken, B.O.: "Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different brackets types and adhesives," *Am. J. Orthod.*, 74:62-77, 1978.
  48. Zachrisson, B.U.: Bonding in orthodontics, in "Orthodontics" by Graber, T.M., and Swain, B.F., St. Louis, 1985, C.V. Mosby Company, pp. 485-563.



— ABSTRACT —

## A STUDY OF BONDING STRENGTH AND CHANGE OF BRACKET SLOT WIDTH OF CHEMICALLY RECYCLED METAL BRACKETS

Ko Young-Sam, Lee Dong-Joo

*Department of Dentistry, Graduate School, Chosun University*

The purpose of this study was to measure and compare tensile and shear strength for 4 types of new direct-bonding brackets and same brackets after recycling and to evaluate the change of bracket slot width after recycling.

Four types of new direct-bond brackets were bonded to recently extracted human premolar teeth and the tensile and shear strength was measured by Universal Testing Machine. The brackets were recycled by chemical process and the tensile and shear test was repeated.

To evaluate the change of the bracket slot width, slot width was measured by the Topcon Universal Measuring Microscope before and after recycling.

Following results were obtained:

1. There was no statistically significant difference between the tensile and shear strength of recycled brackets and those of new brackets.
2. In both new and recycled brackets, the tensile and shear strength of perforated base bracket was lower than those of photoetched, foil mesh and contou-lok mesh base brackets.  
( $P < 0.01$ )
3. There was no statistically significant difference in bonding strengths of control group bonded only once and two times.
4. There was no statistically significant difference in the change of the bracket slot width after recycling process.
5. Of the failure, the combination type (58%) in the tensile strength and the tooth adhesive interface (65%) in the shear strength was the most common type.