

2級窩洞修復時 齒牙破壞 抵抗力 및 龜裂樣相에 關한 研究

慶熙大學校 齒科大學 保存學 教室

朱翼男 · 朴尙進 · 閔丙淳 · 崔浩永

- 目 次 -

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 實驗結果
- IV. 總括 및 考察
- V. 結 論
 - 參考文獻
 - 英文抄錄
 - 寫眞附圖說明
 - 寫眞附圖

I. 緒 論

口腔內는 恒常 充分한 濕度와 溫度變化가 甚하며 飮食物攝取 및 醱酵作用으로 化學的으로도 安定한 狀態를 維持할 수 없다. 따라서 修復物이 口腔內 裝着되려면 修復物 및 口腔內의 物理的, 化學的 및 生化學的 評價와 그 親和性에 따라 適合한 修復材의 選擇이 必要하다. 이中 物理的 性質은 咀嚼時 齒牙 및 修復物에 加해지는 모든 힘에 堪當할수 있는 抵抗力을 左右하는 要素로서 重要한 問題로 擡頭된다.

Stanford外 3人¹⁾은 齒牙, 레진, 磷酸亞鉛시멘트, 硅酸시멘트 및 아말감의 物性에 對한 研究를 報告하였으며, Black²⁾은 齒牙의 咬合力은 測定齒牙

의 位置와 被測定人 個個人에 따라 差異가 나타남을 報告하였고, Howell과 Manly³⁾도 大白齒, 小臼齒 및 前齒部에 따라 各各 咬合力의 差異가 나타남을 觀察하였다. 또 Manly와 Shiere⁴⁾는 一般的으로 咬合力은 男性이 女性보다 훨씬 強하다고 報告하였다.

自然齒牙에서 臼齒部의 平均咬合力은 約 77kg으로 알려져 있다. 따라서 口腔內에서 齒牙나 周圍組織에도 이와 同 一한 應力이 作用하므로 修復物은 咀嚼中 破壞되지 않도록 充分한 強度를 지녀야 한다.

Cameron^{5, 6)}, Gher外 3人⁷⁾, Goose⁸⁾, Hawks 와 Mullaney⁹⁾, Silvestri와Singh¹⁰⁾ 등은 破壞된 齒牙의 龜裂樣相을 觀察하였고, Eakle¹¹⁾, Goldman¹²⁾, Lloyd¹³⁾, Re外 2人¹⁴⁾, Simonsen外 2人¹⁵⁾ 및 Zidan外 2人¹⁶⁾은 數種修復物로 修復된 齒牙의 破壞抵抗力에 關하여 研究 報告한 바 있다.

또 Lloyd¹⁷⁾, Lloyd와 Mitchell¹⁸⁾은 composite resin自體의 破壞韌性에 對해 報告하였으며, Eakle¹⁹⁾은 修復物의 破壞抵抗力에 關한 研究에서 窩洞을 修復한 境遇가 窩洞을 修復하지 않은 境遇에 비해 높은 破壞抵抗을 나타내므로 修復의 必要性을 強調하였으며, Baxter²⁰⁾는 Composite resin修復 後 龜裂樣相을 觀察하였다.

한편 Joynt外 3人²¹⁾은 修復物의 種類에 따른 破壞抵抗力은 差異가 없음을 報告하였으나 Share 外 2人²²⁾은 修復材의 種類에 따른 破壞抵抗力이 差異가 나타남을 報告하여 서로 다른 結果를 알 수 있다.

이에 著者는 composite resin과 amalgam을 使用하여 小白齒部 2級 窩洞을 充填 後 壓縮應力을 加하여 破壞強度를 求하고 破壞斷面을 觀察하여 多少의 知見을 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

實驗材料로는 矯正을 目的으로 拔齒된 齒牙齶蝕症이 없는 健全한 上顎小白齒 56個에 高銅아말감 (Aristaloy, 韓國-Engelhard), 光重合型레진 (P-30, 3M Co.), 化學重合型레진 (P-10, 3M Co.)을 使用하였다 (Table 1).

Table 1. Restorative materials used in this study

Material	Brand	Lot No.	Manufacturer
Amalgam	Aristaloy	01228816	Hankuk-Engelhard
Resin	P-10	70-2004-8588-9	3M Co., U.S.A.
	P-30	70-2005-0583-5	3M Co., U.S.A.

Table 2. Experimental groups in this study

Group	Experiment condition
I	unprepared, intact teeth as control
II	prepared cavity without restoration
III	prepared teeth restored with amalgam
IV	prepared teeth restored with composite resin (P-10)
V	prepared teeth with beveled enamel margins restored with composite resin (P-10)
VI	prepared teeth restored with light-cured composite resin (P-30)
VII	prepared teeth with beveled enamel margins restored with light-cured composite resin (P-30)

2. 實驗方法

1) 試片製作

拔去된 齒牙는 表面의 附着物을 除去하고, 光學顯微鏡 (Versamet II, Union Co., Japan)으로 微細龜裂이 없는 健全한 齒牙를 選擇하여 100% 相對濕度의 生理的 食鹽水內에서 72時間 保管한 後 實驗하였다.

黃銅製 金型 (直徑 15mm, 높이 18mm)內에 Ortho-resin® (Densply Co.)으로 白堊-珪瑯 境界部位까지 齒根部를 埋沒한후 齒根端 1mm를 削除, 研磨하였다.

窩洞形成은 高速 engine으로써 #57 Carbide bur

(Midwest Co., U. S. A.)를 使用하여 注水하면서 깊이 2.0mm, 폭 2.0mm의 box type의 2級 窩洞을 形成하였고 (Fig. 1), 窩洞面은 3% hydrogen peroxide로 30秒間 洗滌後 乾燥하였으며, 修復은 製造會社의 指示에 따라 形成된 窩洞에 各群에 該當된 修復材로 充填하였으며, 修復方法에 따라 다음과 같이 分類하여 實驗을 實施하였다.

即 第I群은 對照群으로 未處理된 齒牙로 形成하고, 第II群은 窩洞을 形成하고 修復하지 않은 群, 第III群은 窩洞을 아말감으로 修復한 群, 第IV群은 化學重合型 레진으로 窩洞을 充填한 群, 第V群은 窩洞邊緣部에 斜面을 形成하고 化學重合型 레진으로 窩洞을 充填한 群, 第VI群은 光重合型 레진으로 窩洞을 充填한 群, 第VII群은 窩洞邊緣部에 斜面을 形成하고 光重合型 레진으로 窩洞을 充填한 群으로 各各 分類하였다. 各群은 各各 8個의 齒牙를 使用하였다 (Table 2).

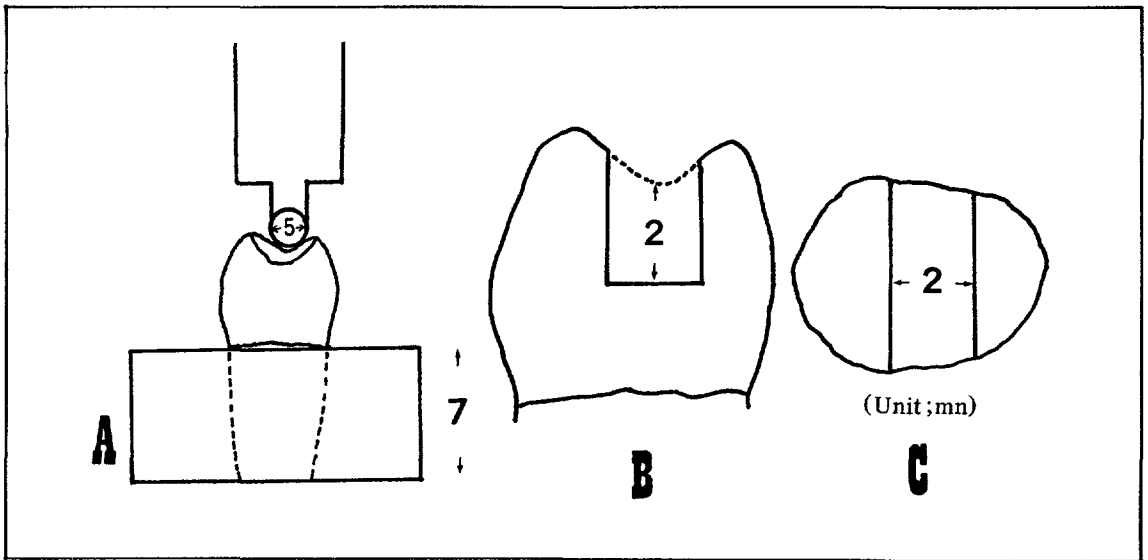


Fig. 1. Schematic representation of method of specimen mounting (A) and proximal view (B) and occlusal view (C) of cavity preparations.

Table 3. Force to fracture in each group

(Unit: Kg. f)			
Group	Mean	SD	Significancy
I	119.57	14.34	
II	62.65	3.83	**
III	127.83	28.64	NS
IV	148.37	33.88	*
V	141.60	31.54	*
VI	154.33	37.86	*
VII	147.40	43.63	NS

** : P < 0.01 * : P < 0.05

2) 壓縮破壞強度試驗

모든 試片은 壓縮破壞強度를 測定하기 前 72時間 동안 37°C 水中에 保管 後 直徑 5.0mm의 ball bearing이 附着된 壓子를 萬能試驗機(Model No. 6025, Instron Co., U. S. A.)에 附着시켜 壓縮應力을 加하여 破壞強度를 測定하였다. 이때 crosshead speed

는 1 mm/min, 最大荷重은 500kg으로 하였고, 壓縮하여 試片이 破壞될 때까지의 強度를 壓縮破壞強度로 하였고, 試驗値는 附着된 自動記錄器에 依하여 記錄하였다.

3) 龜裂樣相 및 破斷面의 觀察

試片의 龜裂樣相은 肉眼의으로 觀察하였고, 破斷面의 觀察을 爲하여 齒牙가 埋沒된 齒根部의 레진을 除去한 後 走査電子顯微鏡(JSM-20, JEOL Co., Japan)으로 觀察하였다.

III. 實驗結果

1. 破壞強度 測定

製作된 試片의 破斷이 나타날 때 까지의 破壞強度의 平均値는 Table 3과 같으며 第I群 卽 對照群은 119.57±14.34kg. f로 나타났으며 窩洞을 形成하고 전혀 充填을 施行하지 않은 第II群은 62.65±3.83kg. f의 破壞強度가 나타났다. 窩洞 形成 後 P-30 光重合型 레진을 充填한 第VI群에선 154.33±37.86kg. f의 가장 높은 破壞強度를 나타내었다.

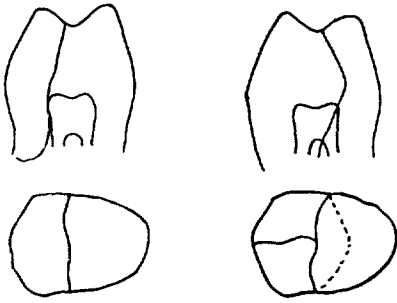


Fig. 2-1. Schematic diagram of tooth fracture in group I

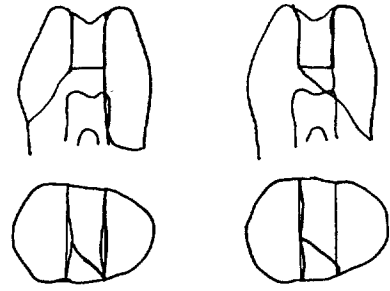


Fig. 2-5. Schematic diagram of tooth fracture in group V

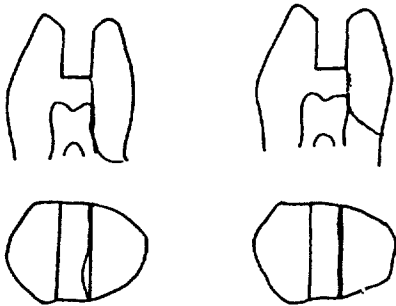


Fig. 2-2. Schematic diagram of tooth fracture group II

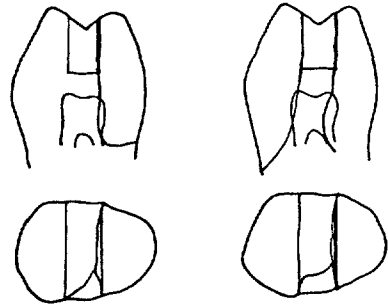


Fig. 2-6. Schematic diagram of tooth fracture in group VI.

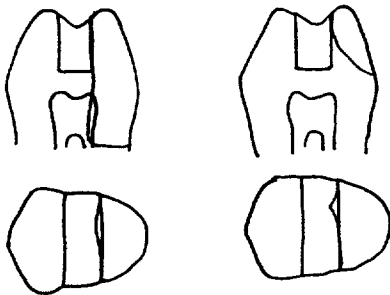


Fig. 2-3. Schematic diagram of tooth fracture in group III

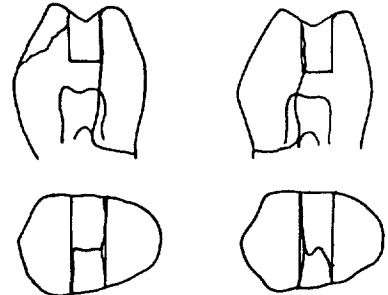


Fig. 2-7. Schematic diagram of tooth fracture in group VII.

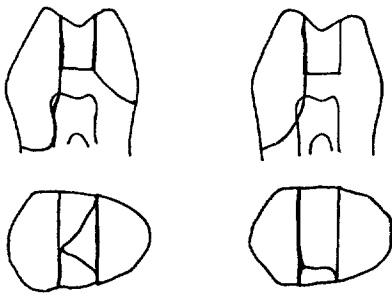


Fig. 2-4. Schematic diagram of tooth fracture in group IV

2. 破断面 觀察

가) 肉眼的 觀察

第 I 群에서의 龜裂은 恒常 齒髓를 通過하며 (Fig. 2-1), 第 II 群 역시 龜裂이 大部分 齒髓腔을 中心으로 進行되나 咬頭部의 2 次的인 龜裂도 確認되었다 (Fig. 2-2).

第 III 群에서 VII 群까지의 破壞像은 龜裂이 修復物

과 齒質과의 境界 卽 窩洞邊緣部에서 始作하여 咬頭部の 破壞(Fig. 2-3)와 窩壁의 線角部分에서 始作하여 齒髓腔을 貫通하여 進行되었다(Fig. 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7).

나) 走査電子顯微鏡的 觀察

對照群 卽 自然齒牙에선 垂直應力 方向과 平行되게 龜裂이 進行되어 齒髓內로 延長되어 있으며(Fig. 3) 龜裂의 進行方向은 象牙細管의 走行方向과 同一한 것을 알 수 있다(Fig. 4).

Ⅱ群 卽 2級 窩洞을 形成하고 修復을 하지 않은 群에선 齒髓壁의 線角部分에서 始作하여 그 方向이 一定하지 않게 進行되나(Fig. 5) 象牙細管의 走行方向에 直角으로 龜裂이 進行된 像이 나타났다(Fig. 6).

Ⅲ群은 amalgam으로 窩洞을 修復한 境遇로서 amalgam內部的 破壞를 나타내고 있다(Fig. 7).

Ⅳ群은 化學重合型 composite resin으로 窩洞을 修復한 群으로서 垂直應力 方向과 비스듬한 龜裂像을 나타내고 있고, 無數한 2次 龜裂이 나타나고 있다(Fig. 8).

V群은 窩洞邊緣部에 斜面을 形成하고 酸腐蝕後 bonding agent를 塗布하고 化學重合型 composite resin으로 修復한 境遇로서 應力이 加해지는 方向에 對해 composite resin의 破壞의 第一段階로서 tire track의 樣相이 나타나고 있다(Fig. 9).

Ⅵ群에선 光重合型 composite resin으로 修復한 群으로서 邊緣部 齒牙-resin境界部에서 resin의 龜裂이 나타나 位置의 變形이 되어있고 齒牙-resin間의 分離된 像이 나타났다(Fig. 10).

Ⅶ群은 窩洞邊緣部에 斜面을 形成하고 酸腐蝕後 bonding agent를 塗布한 다음 光重合型 composite resin으로 修復한 境遇로서 琺瑯質의 不規則한 龜裂과 이 龜裂의 進行 方向과는 다르게 進行된 龜裂像을 觀察할 수 있었다(Fig. 11).

IV. 總括 및 考察

破壞될 危險성이 있는 齒牙를 修復하려면 高度의 技術, 時間 및 經濟的인 負擔이 必要하다. 따라서 低廉한 費用으로 充分한 破壞 抵抗性을 지닌 安全

한 修復物이 要求된다. 本研究은 脆弱한 齒牙의 破壞에 對한 抵抗性을 評價하고자 拔去된 56個 上顎小白齒에 MOD窩洞(幅 2.0mm)을 形成하고 amalgam 및 composite resin을 充填시킨 後 壓縮應力을 加하여 破斷이 일어날 때 까지의 破壞強度를 測定하고 또 破斷面을 肉眼的 및 走査電子顯微鏡으로 觀察 分析하였다. Gher外 3人⁷⁾은 齒牙 破壞는 前齒에 比해 臼齒部에서 그 發生頻度가 높다고 報告하였으며 Cameron⁵⁾은 齒牙 破壞는 龜裂이 原因이며 龜裂像에 對한 分類를 施行한 바 있다.

一發的으로 臼齒部 齒牙에 發生된 龜裂이 垂直으로 進行하면 齒根部까지 到達하여 齒牙의 完全 分離가 나타나지만 龜裂이 비스듬하게 進行되면 咬頭等 齒牙一部分의 破壞는 必然的이다. 이와같이 나타나는 齒牙의 龜裂症狀(cracked-tooth syndrome)은 咀嚼時 知覺過敏症 및 痛症을 呼訴하게 된다. 臼齒部の 破壞因子로는 咬頭에 加해지는 咀嚼力이 크거나 이에 對한 齒牙의 抵抗力이 弱한 境遇와 기타 外傷性 外力 등을 들 수 있으며 이때 齒牙의 一部 내지 完全 破壞와 修復物의 脫落이 나타나며 齒周病의 發生으로 進行될 수 있다. Talim과 Gohil²³⁾에 依하면 臼齒部 破斷像을 分類한 報告에서 齒牙의 龜裂이 琺瑯質에 局限되면 그 樣相은 不規則하나 象牙質로 延長되면 거칠어지며, 輕微한 刺戟에도 知覺이 銳敏하게 나타나고 垂直方向의 龜裂은 中心裂溝에서 始作하여 近遠心部로 向해 甚한 痛症과 함께 結局 齒牙의 破斷이 나타난다고 報告한바 있다.

또 本研究에서 自然齒牙의 破壞強度는 119.57 ± 14.34 kg. f, composite resin 修復齒牙 Ⅳ·Ⅴ·Ⅵ·Ⅶ群에선 148.37 ± 33.88 kg. f, 141.60 ± 31.54 kg. f, 154.33 ± 37.86 kg. f, 147.40 ± 43.63 kg. f 등으로 나타나 自然齒牙보다 修復된 齒牙에서 더 높은 破壞強度를 나타냈다. 이는 Simonsen外 2人¹⁵⁾, Share外 2人²²⁾, Re外 2人¹⁴⁾, McCulloch와 Smith²⁴⁾의 研究結果와 類似한 樣相으로 나타났으며, 이와같은 理由는 修復物에 依한 齒牙의 補強 效果가 나타난 것이 아니라 壓縮應力이 加해진 部位가 本研究에서 使用된 方法과 類似하기 때문으로 생각되며, Eakle^{19, 11)}도 composite resin이 弱한 齒牙의 補強效果를 나타내지 못한다고 報告한바 있다. Stanford外 3人¹¹⁾은 自然齒牙는 外部環境要因 및 齒牙 自体의 生

活力 與否에 따른 壓縮破壞強度의 差異는 없음을 報告하였으나 resin보다 自然齒牙가 破壞 抵抗性이 높다고 報告하여 本 研究와는 相異한 結論을 觀察하였다.

또 本 研究에서 amalgam으로 修復한 境遇 127.83 ± 28.64kg. f로 나타나 自然齒牙와 類似한 破壞強度를 나타낸 것은 Joynt外 3人²¹⁾의 研究報告와는 相異하게 나타났으나 本 研究 結果는 amalgam의 彈性係數가 象牙質보다는 높으나 珐瑯質보다 彈性係數가 낮으므로 보다 더 큰 破壞抵抗性이 있기 때문으로 思料된다. 修復하지 않은 齒牙에서는 한쪽 또는 양쪽 邊緣능선(marginal ridge)의 分離는 頰舌側 咬頭를 사이에 두고 龜裂이 進行되기 때문이다(Fig. 2-1).

물론 本 研究에서 自然齒牙에 비해 窩洞을 形成하고 修復하지 않은 境遇가 훨씬 낮은 破壞抵抗性을 나타낸 것은(Table 3) Re外 2人¹⁴⁾의 報告에서와 마찬가지로 窩洞이 擴大된 境遇 窩洞 內壁의 線角 部分에서 龜裂이 發生, 成長, 進行하기 때문으로 나타낸 것으로 생각된다(Fig. 2-2).

本 研究에서 破壞된 樣相은 Fig. 2에서 11까지 나타나 一定한 形態로 分類할 수 없으나 自然齒牙나 修復하지 않은 齒牙에선 龜裂이 進行되어 齒髓腔까지 到達되어 齒牙의 破斷이 나타남을 알 수 있다(Fig. 3~6). 이와같은 樣相(Fig. 4)은 El Mowafy와 Watts²⁵⁾의 報告에서 龜裂이 象牙細管과 平行하게 進展돼 破斷面이 象牙細管과 平行하게 나타난다고 報告한 것과 같은 原因으로 생각되며 龜裂의 移動은 龜裂 先端部가 계속적인 象牙細管의 層을 따라 象牙細管과 垂直되게 움직여 移動할 것으로 생각된다(Fig. 6). 이는 Rasmussen과 Patchin²⁶⁾의 研究報告에서와 같이 象牙細管 內 膠原纖維의 配列이 象牙細管 走行方向과 垂直으로 配列되어 있기 때문에 龜裂의 進行이 이 經路를 따른다고 생각된다.

Amalgam으로 窩洞을 修復한 境遇, 龜裂은 應力이 加해지는 方向과 傾斜지게 進行되었다(Fig. 2~3). 이와같은 理由는 Silvestri와 Singh¹⁰⁾에 依하면 側方 剪斷應力이 作用하여 amalgam의 完全 破壞가 나타나며(Fig. 7) 이때 龜裂은 珐瑯質에서 始作되어 象牙質에 이르러 頰舌側으로 進行하여 齒根으로 向하면서 齒牙의 破斷이 나타나 장차 amalgam

의 脫落이 나타날 것으로 思料된다.

또 本 研究에서 나타난 amalgam修復의 破壞強度(Ⅲ群)는 composite resin修復의 境遇(Ⅳ群~Ⅶ群)에 비해 다소 낮게 나타난 理由는 Elderton²⁷⁾의 報告에 依한 結果와 本 研究에 使用한 齒牙의 解剖學의 形態의 差異 및 荷重이 加해진 位置가 修復物 上部 또는 齒牙에 直接 接觸했는지의 差異에 依한 것, 즉 實驗方法의 差異에 依하여 나타난 結果로 생각할 수 있으며, McCullock와 Smith²⁴⁾도 特히 amalgam修復物은 composite resin修復物에 비해 破壞抵抗性을 增加시키지 못함을 報告하여 本 研究의 結果와 類似함을 報告하였다.

한편 本 研究의 Ⅳ群~Ⅶ群까지의 破壞抵抗性間의 有意性은 없었으나 修復하지 않은 齒牙(Ⅱ群)에 比하여 越等한 破壞抵抗性을 나타내 修復의 必要性이 切實하다고 思料된다(Table 3). 그러나 修復의 境遇 修復材와 種類에 따라 齒牙破斷은 多樣하게 나타날 수 있다. McCullock와 Smith²⁸⁾는 修復材의 收縮 膨脹이 齒牙 破斷의 原因이 될 수 있다고 報告하였으며, 또 Davidson外 2人²⁹⁾과 McCullock와 Smith²⁴⁾ 등은 resin修復物은 收縮으로 因해서 破壞가 促進되므로 收縮을 最少로 하기 위하여서는 加層方法(incremental technique)을 利用해야 한다고 強調한 바 있다. Snyder³⁰⁾의 報告에 依하면 殘餘齒質을 最大로 保護할 수 있도록 窩洞의 隣接面部의 開放을 最少로 하여야 한다고 主張하였다.

最近의 保存施術은 自然齒牙를 最大限으로 保護하는 豫防의 方法이 強調되고 있다. 이를 爲해서 修復하기 前 窩洞 形成 段階에서부터 保存的 施術이 必要하다.

本 研究의 V群과 Ⅶ群에서 窩洞 邊緣部에 斜面을 形成하고 酸腐蝕法을 利用, bonding agent를 塗布한 理由는 臨床에서 窩洞의 外形을 縮少하여 咬合面 幅의 높~높 이내로 形成하여 齒牙의 破壞抵抗性을 向上시키고 resin修復物의 壽命을 延長시키고자 한 것이다.

Denehy와 Torney³¹⁾도 前齒部의 下部侵蝕된 珐瑯質(undermind enamel)을 廣範圍하게 除去시키는 것보다 酸腐蝕法과 bonding agent를 塗布하는 方法을 利用한 珐瑯質을 強化시키는 保存的 施術을 主唱하였다. 그러나 本 研究에서는 V群과 Ⅶ群에서 보다 窩洞의 邊緣部에 斜面을 形成하지 않은 Ⅳ群과 Ⅵ

群에서 더욱 큰 破壞抵抗성을 나타내었다. 이는 統計學的으로 有意성은 없었으나 窩洞內 珐瑯質의 走行方向과 composite resin 充填時 充填壓의 差異 등으로 破壞強度의 差異가 나타났다고 思料된다.

Mondelli外 4人³²⁾과 Porte外 3人³³⁾, Goel外 3人³⁴⁾도 齒牙의 破壞抵抗성은 修復物보다는 窩洞 形成이 가장 重要한 原因이라고 報告한 바 있으며, Mackenzie³⁵⁾도 2級 MOD窩洞 修復은 酸腐蝕方法을 併用하는 것이 齒牙를 保護하고 가장 좋은 方法이라고 強調하였다.

本 研究에서는 壓縮應力下에 齒牙의 龜裂 및 破斷像(Fig. 2~11)은 自然齒牙에서 一定한 形態로 規定할 수 없으나(Fig. 2-1), 龜裂의 進展은 齒髓腔을 向하였으며(Fig. 3) 窩洞形成한 齒牙에선 窩壁內 線角의 한쪽 部分에서 始作해서 象牙細管을 따라 破斷線(Fig. 5)이 進行되거나 더 成長하면 象牙細管의 走行方向과 垂直되게 龜裂이 成長될 수 있다(Fig. 2-2). 또 窩洞을 修復한 境遇(Fig. 2-3~2-7) 龜裂이 窩緣을 따라 進行되며, 咬頭의 破斷도 發生하여(Fig. 8~Fig. 11) 齒牙가 작은 조각으로 破壞되었다. 修復物內의 破斷(Fig. 7)과 composite resin內의 龜裂像(Fig. 8~11)도 나타나 이의 進行은 象牙細管의 走行方向과 密接한 關係를 지닌다. Zidan外 2人¹⁶⁾은 修復物 特히 resin 修復物의 破斷을 觀察할 수 있었으며, 窩洞邊緣部 가까이에 位置한 部位에서 修復物의 破壞가 始作됨을 觀察하여 窩洞에선 齒質과의 境界部가 가장 脆弱하게 나타났다고 報告하였다. 또 Rasmussen³⁶⁾은 齒牙의 破斷面像에 對한 研究에서 象牙-珐瑯 境界部에 近接되어 象牙質의 龜裂이 增加되며 象牙-珐瑯 境界에서 破壞가 最大에 到達함을 觀察하여 龜裂의 進行 成長樣相을 觀察한 바 있다.

以上の 研究 報告를 살펴보면, 形成된 窩洞은 반드시 修復하여야 破壞抵抗성을 增加시킬 수 있으며, 窩洞 形成時 象牙質 部位가 破壞에 對한 抵抗성을 지닌 重要한 部位로 생각할 수 있다. 따라서 象牙質의 構造의 研究과 더불어 修復材의 開發 및 窩洞內壁의 破壞抵抗성을 改善시킬 수 있는 窩洞 形成에 對한 研究가 계속 必要하다.

V. 結 論

拔去된 上顎 小白齒 56個에 幅 2.0mm, 길이 2.0mm

의 MOD 2級 窩洞을 形成하고 修復方法에 따라 第Ⅰ群은 對照群으로 未處置된 齒牙로 形成하고, 第Ⅱ群은 窩洞을 形成하고 修復하지 않은 群, 第Ⅲ群은 窩洞을 牙質으로 修復한 群, 第Ⅳ群은 化學重合型 레진으로 窩洞을 充填한 群, 第Ⅴ群은 窩洞邊緣部에 斜面을 形成하고 化學重合型 레진으로 窩洞을 充填한 群, 第Ⅵ群은 光重合型 레진으로 窩洞을 充填한 群, 第Ⅶ群은 窩洞邊緣部에 斜面을 形成하고 光重合型 레진으로 窩洞을 充填한 群의 7群으로 分類하여 充填한 後(Table 2) 破壞強度 및 破壞樣相을 觀察한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 窩洞을 形成하고 修復하지 않은 群(Ⅱ群)에서 가장 낮은 破壞強度를 나타내었으며 Ⅵ群에서 가장 높은 破壞強度를 나타내었다.
2. 龜裂의 進行은 齒髓腔을 通過하였다.
3. 窩洞을 修復한 境遇(Ⅲ~Ⅶ群)에서의 龜裂은 咬頭破斷을 同伴하여 나타났다.
4. 窩洞을 形成한 境遇(Ⅱ~Ⅶ群) 修復有無와 關係없이 齒髓壁의 線角部分에서 龜裂이 始作되었다.

REFERENCES

1. Stanford, J.W., Weigel, K. V., Paffenbarger, G.C., and Sweeny, W.T.: Compressive properties of hard tooth tissues and some restorative materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, 60: 746-756, 1960.
2. Black, G.V.: Practical utility of accurate studies of the physical properties of teeth and of filling materials. *Dent. Cos.*, 38: 302-310, 1896.
3. Howell, A.H., and Manly, R.S.: An electronic strain gauge for measuring oral forces. *J. Dent. Res.*, 27:705-712, 1948.
4. Manly, R.S., and Shiere, F.R.: Effect of dental deficiency on mastication and food preference. *Oral Surg.*, 3:674-685, 1950.
5. Cameron, C.E.: The cracked tooth syndrome: additional findings. *J. Am. Dent. Assoc.*,

- 93:971-975, 1976.
6. Cameron, C.E.: Cracked-tooth syndrome. *J. Am. Dent. Assoc.*, 92:405-411, 1964.
 7. Gher, M.E., Dunlap, R.M., Anderson, M.H., and Kuhl L.V.: Clinical survey of fractured teeth. *J. Am. Dent. Assoc.*, 114: 174-177, 1987.
 8. Goose, D.H.: Cracked tooth syndrome. *Brit. Dent. J.*, 150:224-225, 1981.
 9. Hawks, M.L., and Mullaney, T.P.: A false diagnosis of a cracked tooth: report of case. *J. Am. Dent. Assoc.*, 114:478-479, 1987.
 10. Silvestri, A.R., and Singh, I.: Treatment rationale of fractured posterior teeth. *J. Am. Dent. Assoc.*, 97:806-810, 1978.
 11. Eakle, W.S.: Fracture resistance of teeth with class II bonded composite restoration. *J. Dent. Res.*, 64:178, Abst. No. 28, 1985.
 12. Goldman, M.: Fracture properties of composite and glass ionomer restorative materials. *J. Dent. Res.*, 62:Abstract No. 190, 1983.
 13. Lloyd, C.H.: Resistance to fracture in posterior composites. *Brit. Dent. J.*, 155: 411-414, 1983.
 14. Re, G.J., Draheim, R.N., and Norling, B.K.: Fracture resistance of mandibular molars with occlusal Class I amalgam preparations. *J. Am. Dent. Assoc.*, 103:580-583, 1981.
 15. Simonsen, R.J. Barouch, E., and Gelb, B.: Cusp fracture resistance from composite resin in class II restoration. *J. Dent. Res.*, 62:254, Abstracts. No. 761, 1983.
 16. Zidan, O., Asmussen, E., and Jorgensen, K.D.: Microscopical analysis of fractured restorative resin/etched enamel bonds. *Scand. J. Dent. Res.*, 90:286-291, 1982.
 17. Lloyd, C.H.: The fracture toughness of dental composites. *J. Oral Rehabil.*, 11: 393-398, 1984.
 18. Lloyd, C.H., and Mitchell, L.: The fracture toughness of tooth coloured restorative materials. *J. Oral Rehabil.*, 11:257-272, 1984.
 19. Eakle, W.S.: Increasing the resistance of teeth to fracture: bonded composite resin versus glass ionomer cement. *Dent. Mater.*, 1:228-230, 1985.
 20. Baxter, P.W.: Management of vertical incomplete fractures of posterior teeth with composite resin. *Brit. Dent. J.*, 162: 219-221, 1987.
 21. Joynt, R.B., Wieczkowski, G., Klockowski, R., and Davis, E.L.: Effects of composite restorations on resistance to cuspal fracture in posterior teeth. *J. Prosthet. Dent.*, 57: 431-435, 1987.
 22. Share, J., Mishell, Y., and Nathanson, D.: Effect of restorative materials on resistance to fracture of tooth structure in vitro. *J. Dent. Res.*, 61:247, Abstr. No. 622, 1982.
 23. Talim, S.T., and Gohil, K.S.: Management of coronal fractures of permanent posterior teeth. *J. Prosthet. Dent.*, 31:172-178, 1974.
 24. McCulloch, A.J., and Smith, B.G.N.: In vitro studies of cusp reinforcement with adhesive restorative material. *Brit. Dent. J.*, 161: 450-452, 1986.
 25. El Mowafy, O.M. and Watts, D.C.: Fracture toughness of human dentin. *J. Dent. Res.*, 65:677-681, 1986.
 26. Rasmussen, S.T., and Patchin, R.E.: Fracture properties of human enamel and dentin in an aqueous environment. *J. Dent. Res.*, 63:1362-1368, 1984.
 27. Elderton, R.J.: Cavo-surface angle, amalgam margin angles and occlusal cavity prepara-

- tions. *Brit. Dent. J.*, 156:319-324, 1984.
28. McCulloch, A.J., and Smith, B.G.N.: In vitro studies of cuspal movement produced by adhesive restorative materials. *Brit. Dent. J.*, 161:405-409, 1986.
 29. Davidson, C.L., de Gee, A.J., and Feilzer, A.: The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J. Dent. Res.*, 63:1396-1399, 1984.
 30. Snyder, D.E.: The cracked-tooth syndrome and fractured posterior cusp. *Oral surg.*, 41:698-704, 1976.
 31. Denehy, G.E., and Torney, D.L.: Internal enamel reinforcement through micromechanical bonding. *J. Prosthet. Dent.*, 36:171-175, 1976.
 32. Mondelli, J., Steagall, L., Ishikiriama, A., Navarro, M.F.S., and Soares, F.B.: Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J. Prosthet. Dent.*, 43:419-422, 1980.
 33. Porte, A., Lutz, F., Lund, M.R., and Swartz, M.L.: Cavity designs for composite resin. *J. Dent. Res.*, 62: Abstracts No. 764, 1983.
 34. Goel, V.K., Khera, S.C., Senthil, G., and Chen, R.: Effect of cavity design on stresses in first molar. *J. Dent. Res.*, 64:350. Abst. NO. 1577, 1985.
 35. Mackenzie, D.F.: The reinforcing effect of mesio-occlusodistal acid-etch composite restorations on weakened posterior teeth. *Brit. Dent. J.*, 161:410-414, 1986.
 36. Rasmussen, S.T.: Fracture properties of human teeth in proximity to the dentinoenamel junction. *J. Dent. Res.*, 63:1279-1283, 1984.

– Abstract –

A STUDY ON THE FRACTURE RESISTANCE AND CHARACTERISTICS OF TEETH IN CLASS II CAVITY RESTORATIONS

Jin Ho Cho, Ho Young Choi, Byung Soon Min, Sang Jin Park

Dept. of Operative Dentistry, Division of Dentistry, Kyung Hee University

The purpose of this study was to examine the fracture strength and characteristics of teeth with MOD cavity preparation.

Freshly extracted sound maxillary premolars were cleaned and stored in normal saline solution 37°C for 72 hours before experiments.

The roots of teeth were embedded in a self-curing resin, and the exposed crown were maintained in a vertical position by a modelling wax in a brass ring.

The MOD cavities were prepared with No. 57 carbide bur under high speed to a depth of 2.0mm and a width of 2.0mm (Fig. 1).

All the prepared teeth specimens were divided into 7 groups according to the mode of cavity form and restorative materials (Table 1, 2):

Group I, unprepared, intact teeth as control

Group II, prepared cavity without restoration

Group III, prepared teeth restored with amalgam

Group IV, prepared teeth restored with composite resin (P-10)

Group V, prepared teeth with beveled enamel margins restored with composite resin (P-10)

Group VI, prepared teeth restored with light-cured composite resin (P-30)

Group VII, prepared teeth with beveled enamel margins restored with light-cured composite resin (P-30)

After placement of restorations, all of the specimens were stored in water at 37°C for 72 hours before testing.

All of the specimens were tested on the Instron Universal Testing machine (No. 6025) in order to evaluate the strength of fracture.

One metal ball 5.0mm in diameter contacting the specimens parallel to the occlusal surface was used to in this study (Fig. 1).

The fracture characteristics of the specimens were examined with naked eye and in the scanning electron microscope (JSM-20).

The results obtained from this study were as follows:

1. The mean fracture strength was the highest in group VI and that in group II was the lowest.
2. The progress of crack of teeth propagated into the pulp cavity.
3. In case of the group of the restored teeth, the crack occurred to be accompanied with cuspal fracture.
4. The crack of restored teeth was initiated along the pulpo-axial line angle of the cavity.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 3.** Crack line of natural tooth (group I) progress into the pulp (x 25).
- Fig. 4.** The photomicrograph of the fractured surface of natural tooth (group I) propagated along the line of the dentinal tubules (x 3,500).
- Fig. 5.** The photomicrograph of the fractured surface of unrestored tooth (group II) to be initiated by the line angle of cavity wall.
Secondary cracks (arrow) is to be seen.
- Fig. 6.** The photomicrograph of the fractured surface of unrestored tooth (group II) appeared to be perpendicular to line of the dentinal tubules (x 3,500).
- Fig. 7.** The photomicrograph of the crack propagation of teeth restored with amalgam (group III) to be directed to the inner part of amalgam restorations (x 50).
- Fig. 8.** The photomicrograph of the fractured surface of teeth restored with composite resin P-10(group IV) formed perpendicular to the axis of applied stress and fracture initiated to the junction of enamel-dentin, and propagated by the secondary cracks (arrow) (x35).
- Fig. 9.** The photomicrograph of the fractured surface of teeth with beveled enamel margin restored with composite resin P-10 (group V) appeared to be fractured in appearance with tire track (x 350).
- Fig. 10.** The photomicrograph of the fractured surface of teeth restored with composite resin P-30 (group VI) formed along the tooth-resin interface(arrow) (x 350).
- Fig. 11.** The photomicrograph of the fractured surface of teeth with beveled enamel margin restored with light cured composite resin P-30 (group VII) formed in the enamel and cracked to the inner part of composite resin by the secondary cracks (x 35).

논문 사진부도 ①

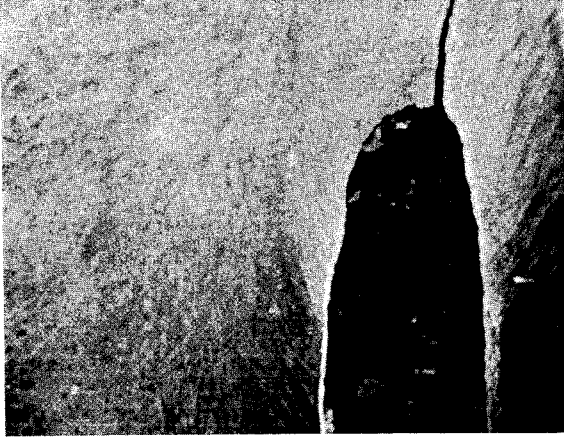


Fig. 3.



Fig. 4.

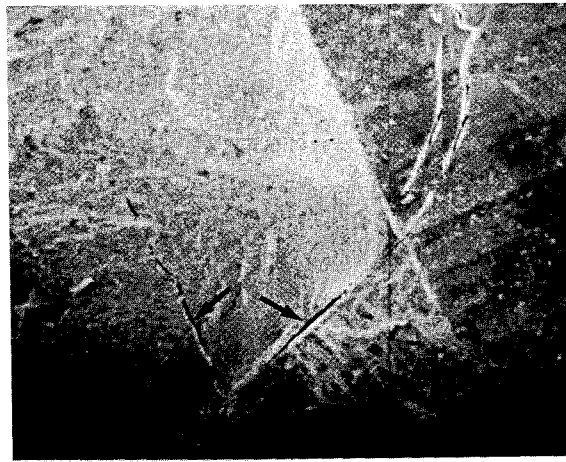


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

논문 사진부도 ②

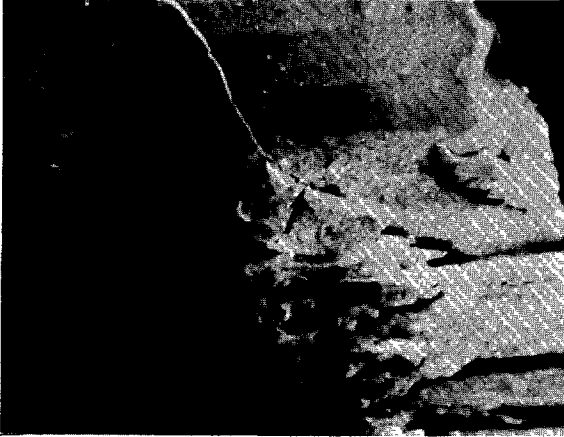


Fig. 8.



Fig. 9.

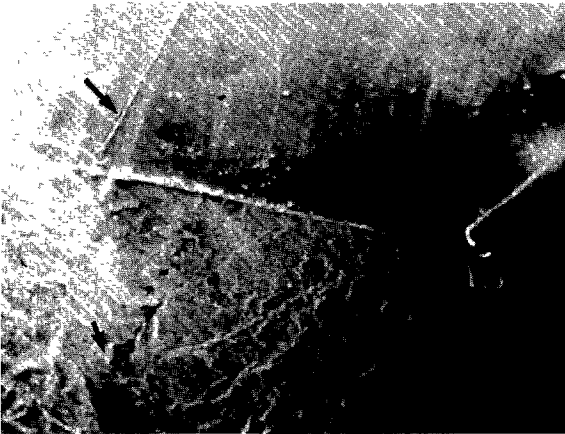


Fig. 10.

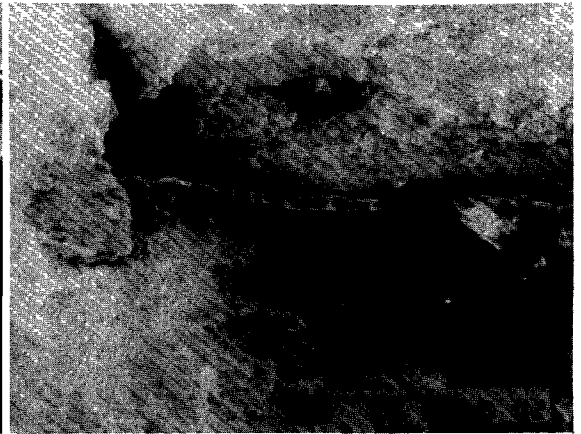


Fig. 11.