

光重合 레진의 硬度測定에 關한 研究*

서울대학교 齒科大學 齒科保存學敎室

敎授 李 鳴 鍾

第 I 章 緒 論

複合레진은 前齒用 修復材料로써 널리 使用되고 있다. 이는 齒髓組織에 對한 刺戟이 甚하고 金屬充填材에 比해 邊緣漏出이 큰 短點으로 指摘되어 왔으나 從來의 unfilled acrylic resin에 比較하면 自然齒牙와 類似한 色調을 가진 審美的 修復材이고 또한 硬度나 耐磨耗性等的 理工學的 性質이 顯著히 改善되었으며^{1,2,3)} 修復技法의 改良等에 努力한 結果 近來에는 酸處理方法과 paste type 레진을 使用하여 接着性修復을 實施하는等 多樣하게 臨床에 利用되고 있다.

複合레진은 光重合레진과 化學重合레진으로 分類되며 이중 化學重合레진은 硬化促進劑인 aromatic tertiary amine과 重合開始劑인 benzoyl peroxide가 反應하여 重合反應을 일으키는 paste-paste 形態로서 操作이 簡便하나 硬化時間이 짧고 室溫에 影響을 많이 받는 등 實際 使用하기에 不便한 短點이 있다. 이러한 短點을 補完하기 위해 1970年代初에 光重合레진이 開發되었다. 365nm程度의 紫外線 波長으로 重合을 일으키며, pit와 fissure sealants에 쓰이는 unfilled resin과 複合레진으로 紹介되었다.

紫外線이 照射되면 benzoin methyl ether가 파괴되어 free radical을 放出하여 重合이 始作된다. 紫外線 重合레진은 紫外線을 照射시켜야만 重合이 始作되므로 操作時間을 充分히 길게 할수 있고 硬化時間의 調節이 可能한 長點 外에도 氣泡의 生成을 防止할 수 있다. 그러나

紫外線 重合레진은 몇가지 問題點도 갖고 있다. 紫外線으로 60秒 照射時 表面으로 부터 1.5mm의 길이까지만 完全히 重合이 일어난다고 報告된 바 있다. 修復的의 基底部에서 이러한 不完全한 重合은 修復物의 維持를 低下시킨다. 波長이 긴 紫外線은 filler particle에 遮斷되거나 吸收되어 深部를 重合시킬 수 없어서 修復物의 強度를 低下시키고 레진속에 反應하지 않은 benzoyl alkyl ether와 같은 物質은 齒髓刺戟을 惹起한다. 이 短點을 補完하기 위해 layering technique이 使用될 수도 있으나 이 technique 또한 修復物 內에서 틈을 만든다고 Lee等²⁸⁾은 報告하였다. 이런 境遇 邊緣漏出^{4,5,6,7,8,9)} 뿐 아니라 硬化를 數회에 걸쳐 나누어 시행하게 되므로 紫外線 露出이 그만큼 많아져 人體에 나쁜 影響을 미치게 된다.

紫外線 重合레진의 또 하나의 問題點은 時間 經過에 따른 變色과 人體에 주는 有害作用이다.^{10,11,12)} 充分한 保護裝置를 하지 않는 경우 눈에 損傷을 줄 수 있으며 皮膚에도 損傷을 줄 수 있다. 이러한 組織損傷은 紫外線의 強度 및 露出된 時間等에 따라 發生된다.

最近에는 스펙트럼의 靑色系列인 470nm程度의 可視光線으로 重合되는 레진의 使用이 急激히 增加되고 있다. 이 可視光線 重合레진은 操作時間 調節이 可能한 紫外線 重合레진의 長點뿐 아니라 이의 短點도 補完되어 있다. 反應機轉으로서 diaketone과 organic amine의 存在 下에서 radical이 發生되어 反應이 始作된다. 紫外線 重合레진에 比해서 이 可視光線 重合레진

*本 研究은 1986年度 서울대학교 病院 特診研究費로 充當되었음.

은 表面에서 더 深部까지 重合시킬 수 있으며 lamp가 時間이 經過해도 強度가 急激히 減少되지 않아 長時間 使用할 수 있는 長點을¹³⁾ 갖고 있다. 또한 珓瑯質을 透過해서도 레진을 重合시킬 수 있으며 器械의 warming up 時間도 要求되지 않는다. 그러나 光重合레진에 있어서 重合은 光線의 照射面에서 始作하여 레진內部를 透過할 때 일어나며 이때 透過하는 빛은 復合레진의 化學成分¹⁴⁾ 빛의 透過力¹⁵⁾ 波長 照射時間 및 레진과 照射器와의 距離等に 影響을 받아 레진 硬化體 內部로 들어갈수록 점차 그 透過力이 減少되어 硬化가 均一하게 일어나지 않는 것이 缺點의 하나로 指摘되어 왔다.

Salako 와, Cruickshanks-Boyd¹⁶⁾와 de Lange 等¹⁷⁾는 紫外線 重合레진의 硬化深度와 硬化樣像을 報告하였고 Cook¹⁴⁾는 硬化深度는 紫外線 光源와 露出時間에 依存한다고 報告하였다.

Tirtha 等¹⁵⁾는 硬化深度에 影響을 미치는 因子로서 復合레진의 化學組成, mold의 材料와 dimension 및 光源의 強度를 指摘했다. 또한 復合레진의 透過常數(Transmission coefficient)와 光源의 波長도 關係된다고 報告하였다. 光重合레진 硬化體의 深度에 따른 各部位에서 重合이 얼마나 이루어졌나 檢査하는 것은 簡單치 않으나 硬化體에 있어서 硬化度는 硬度和 關聯이 있고 Micro-Knoop Hardness와 重合率 間에는 比例關係가 成立된다는 것을 Hirasawa¹⁸⁾ Asmussen 等¹⁹⁾이 報告하여 硬化된 레진의 特定部位에서 微細硬도를 測定하여 그 部位에서 間接적으로 重合率을 測定하는 것을 可能케 하였다. 레진의 硬度測定은 1984年 Hirasawa 等²⁷⁾ 여러가지 製品의 硬도를 比較測定하는 報告가 있었고 Leung 等²⁰⁾는 레진의 硬度值을 測定하여 레진의 表面으로부터 距離가 멀어짐에 따라 硬度가 減少하여 重合率이 低下됨을 觀察하였다.

이에 著者는 數種可視光線 重合레진의 硬化範圍는 大略 어느 程度이며 照射距離를 變化시킨 境遇 硬化深度의 變化程度를 觀察한바 있어 多少의 知見을 얻었기에 그 結果를 報告하는 바이다.

第II章 實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

本 實驗에 使用된 材料는 國內에서 市販되고 있는 可視光線 照射器에 依해 硬化되는 光重合 復合레진으로 Table I 과 같다.

2. 實驗方法

本 實驗을 위하여 1.8cm×1.8cm×0.5cm의 Teflon mold에 直徑 5mm 깊이 5mm의 圓筒을 만들어 窩洞으로 하여 유리板에 놓고 上記 復合레진이 氣泡가 생기지 않도록 充塡을 하여 celluloid matrix을 넣고 圧接시킨 後에 各 試材의 專用可視光線 照射器로 照射하여 硬化을 시켰다. 한 試材에 3個씩 만들어 이것을 다시 試片 中央部를 縱斷하여 都合 60個의 試片을 製作하였다.

모든 材料의 操作은 製造會社의 指示書에 따랐으며 色調는 Universal paste, 照射時間는 30 秒間씩 試片과 照射器距離는 表面上과 1cm의 두께의 resin plate을 Teflon mold上에 놓고 照射器先端이 接觸하도록하여 照射하여 硬化된 後에 Teflon mold內에서 試片을 除去하여 빛이 透過하지 않는 容器에 37°C 恒溫水을 넣고 1日間 保管後 各 試片 中央部를 切斷器(MC-501)로 縱斷分割하였다. 硬度測定은 試片의 表面 0 mm, 1mm, 2mm, 3mm, 4mm, 5mm, 깊이로 中央部位을 따라 表面에서 深部로 Vicker's hardness tester(MVK-E Type)을 使用하여 硬度測定을 荷定200g 負荷時間 30秒을 加한 條件下에서 硬度을 한 종류의 試材에서 6回을 測定한 硬度 平均値을 얻었다.

Table 1. Composite resins used in the experiments

Code No.	Material	Maker	Batch No.	Type	Activatal light
PLA	Pyrofil light bond Anterior	Sankin	007	Semi Hybrid	Sun cure light
PLP	Pyrofil light bond Posterior	Sankin	163-502	Semi Hybrid	Sun cure light
LFA	Lite-fil Anterior	Shofu	028778	Hybrid	Day light lamp
LFP	Lite Fil Posterior	Shofu	038416	Hybrid	Day light lamp
PCA	Photo Clearfil Anterior	Kuraray	1046	Hybrid	Quid light
PCP	Photo Clearfil Posterior	Kuraray	HPS	Hybrid	Quid light
OCL	Occlusin Posterior	ICI	HH13	Semi Hybrid	Luxor
PFA	Palfique light Anterior & Posterior	Toku Yama Soda	LU 206	SFR	Wite light
SL	Silux Anterior	3M	6B 2R	MFR	Opti lux
P	P-30 Posterior	3M	7U 4D	Hybrid	Optilux

第Ⅲ章 實驗成績

本實驗에서 Vicker's hardnes tester에서 測定한 composite resin의 微細硬度値는 table 2, 3 및 Fig 1.2과 같다.

PLA는 照射 深度는 表面 1mm, 2mm, 3mm, 4mm, 5mm에서 硬度値는 各 104.5, 130.75, 128.0, 119.5, 109.2, 99.3이며 가장 硬度値가 큰것은 1mm의 深度에서 130.75이고, 5mm에서는 99.3으로 變動幅이 甚하게 나타나지 않았다. (Fig.2).

LFA는 深度 3mm까지 밖에 硬度値測定이 可能하였고 4mm에서는 硬度測定이 不可能하였다. 이것은 3mm以上の 깊이에서는 resin의 硬

化가 되지 않는 狀態인것이다. 다른 試片과 特이한 樣像을 보였다.

또한 照射距離를 1cm 떠러진 距離에서 照射한 境遇에서도 同一하게 4mm에서 硬度値 測定이 不可能하였다. (Table 2, 3, Fig.2) PCA와 PCP는 다른 resin보다 硬化値가 월등히 컸으며 또한 PCA와 PCP의 硬化値를 比較하면 大體의 으로 PCA가 큰 變動幅으로 나타났다. (Table 2) 그러나 照射距離가 1cm 떠러진 例에서는 PCA보다 PCP의 硬化値가 크게 나타났다. 照射距離에 따라서 相反된 硬化値가 나타났다. (Table 2, 3) OCL는 다른 composite resin의 試片의 硬化値의 變動幅과 比較하면 變動幅의 變化가 아주 적은 것이 特異한 點이다. (Table 2, 3, Fig.1) PFA와 SL의 硬化値는 다른

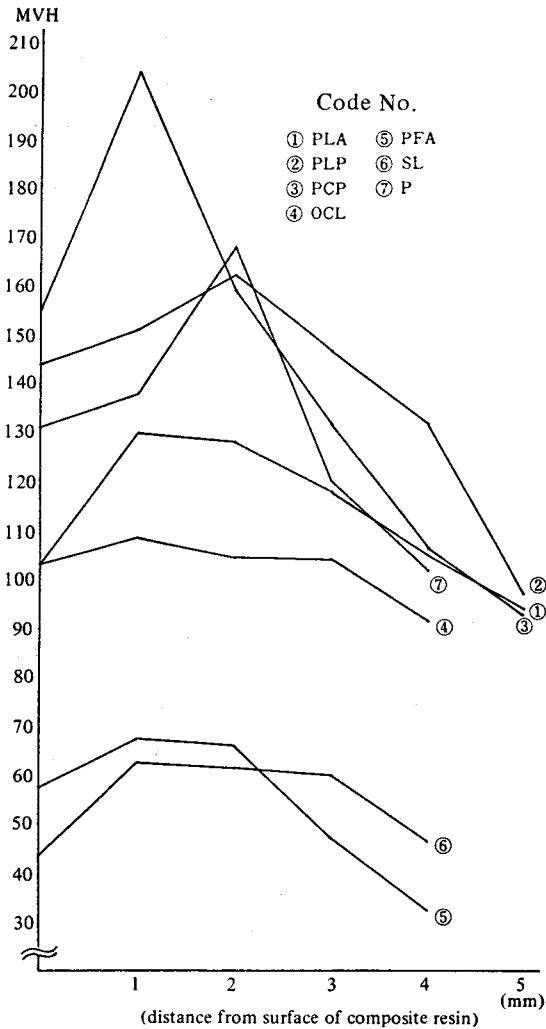


Fig. 1. Micro vickers hardness number No. of anterior and posterior composite resin. Composite resins were cured in condition with zero distance from light tip to composite resin.

composite resin의 試片와 比較하면 아주 낮은 硬度值을 나타냈고 또한 PFA와 SL는 近似한 硬度值로 나타냈다. 그러므로 硬度值의 曲線도 거의 같은 曲線으로 나타났다. (Table 2, 3, Fig. 1) P는 照射거리 3mm에서 168.5로 硬化值가 아주 높았으며, 4mm에서는 102.5의 硬化值를 나

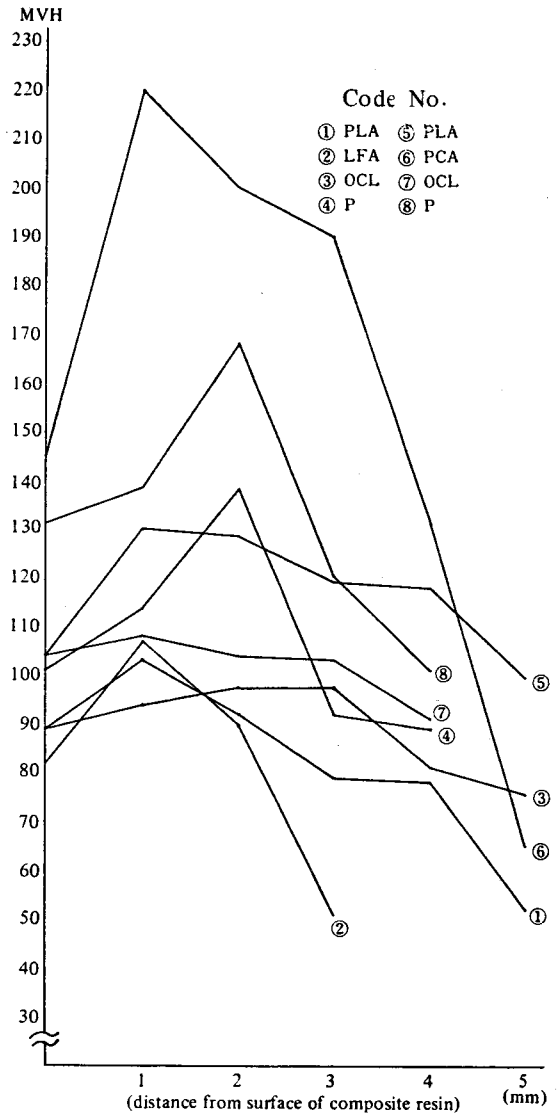


Fig. 2. Micro vickers hardness number of anterior (1, 2) and posterior (3, 4) composite resin cured by light in distance of zero millimeter (5, 6, 7, 8) and 1cm (1, 2, 3, 4) from light tip to surface of composite resin.

타냈다. 前齒用 composite resin와 臼齒用 composite resin의 硬化值를 比較하여 보면 前齒用 composite resin인 SL PFA, PLA와 臼齒用 composite resin인 P.OCL.PLP.PCP의 硬化值를 比較하면 全般的으로 臼齒用 composite

Table 2. Microvicker's hardness number of composite resin cured by distance of zero millimeter from light tip to surface of composite resin

Depth (mm) Composite resin	Surface	1	2	3	4	5
Pyrofil light bond Anterior	104.5	130.75	128.0	119.5	109.2	99.3
Pyrofil light bond Posterior	144.0	151.5	162.5	147.0	132.5	97.1
Lite-fil Anterior	125.5	142.0	245.0	73.5		
Lite-fil Posterior	116.0	122.0	95.0	92.1	56.8	
Photo clearfir Anterior	146.0	221.0	205.5	190.5	131.0	66.2
Photo clearfir Posterior	155.0	204.0	159.5	131.5	106.2	93.0
Occlusin Posterior	103.8	108.5	104.5	104.1	91.6	
Palfique light A.P	57.5	67.5	66.7	47.7	32.7	
Silux Anterior	43.4	62.7	61.5	59.65	46.2	
P-30 Posterior	131.0	138.0	168.5	120.2	102.5	

resin이 大體的으로 컸으며 特히 pcp는 1mm 深度에서 204.0의 높은 硬度齒을 나타냈으나 深度 거리에 따라서 急激히 弱화되어 5mm에서는 다른 試片의 硬度値와 近似한 93.0의 硬度値로 變動幅이 甚하였다.

또한 深度거리 2mm있어서 P.PCP.PFP의 各各의 硬度値는 類似한 變動幅을 가지고 있으며 深度 5mm에서도 다시 2mm와 同一하게 PFP, PCP, PLA가 거이같은 點에서 합치게 되는 特異한 變動幅이었다. OCL는 다른 試片과 다르게 硬度値의 變動幅이 아주 적으며 또한 硬度値도 아주 적은 resin 이었다. 前齒用 composite resin에 있어서 SL, PFA, PLA는 白齒用인 P. OCL.PFP.PCP.와의 硬度値를 比較하면 모든 試材에서 많은 差異가 보이나 다만 PLA는 OCL

보다는 큰것으로 나타났으며 SL, PFA는 거이 近似한 硬度値를 가지고 있으나 白齒用 resin 보다는 아주 적은 硬度値인것이다. (Fig.1)

composite resin과 그에 該當되는 可視光線 照射器을 使用하여 照射距離에 差異을 두고 試片表面에 直接 照射時와 1cm의 距離은 두고 照射한 모든 試片의 硬度値는 一律的으로 差異가 나타났다. PLA는 前者에 104.5, 後者는 88.7의 硬度値의 變動幅이었고 深度에 따라서 表面에서 5mm 까지의 깊이에 있어서 硬度値 曲線 模樣은 上下로 同一한 curve으로 나타났다. 다른 모든 試片에서 硬度値에 差異가 있을뿐 硬度値의 曲線 모양은 同一한 樣相이었다. 다만 PCP는 LFA와 比較하여 보면 많은 차이의 曲線 樣相이었다. (Fig.2)

Table 3. Microvicker's hardness number of composite resin cured by light in distance 1cm from light tip to surface of composite resin.

Depth (mm) / Composite resin	Surface	1	2	3	4	5
Pyrofil light bond Anterior	88.7	103	91.6	78.8	78.0	51.8
Pyrofil light bond Posterior	119.0	141.0	165.5	125.0	100.7	86.1
Lifefil Anterior	81.5	107.0	89.8	50.9		
Litefil Posterior	103.0	129.0	119.0	109.0	58.9	
Photo clearfil Anterior	92.5	150.0	119.0	111.5	92.6	73.3
Photo clearfil Posterior	199.0	124.5	167.5	153.0	133.0	93.9
Occlusin Posterior	88.95	94.2	97.5	97.6	80.8	75.3
Palfique light A.P	56.4	63.8	60.0	53.2	38.7	
Silux Anterior	41.4	48.7	45.5	41.2	34.2	
P-30 Posterior	101.5	113.5	138.0	92.4	89.5	

第IV章 總括 및 考察

近來에 composite resin은 前齒用 充填材로서 널리 사용되고 있고 또한 臼齒部의 修復도 가능한 것으로 擡頭되고 있어 前臼齒를 막라한 修復材로 轉向하고 있다. 이에 따라 여러 種類의 새로운 複合레진 修復材가 登場하고 있으며 점차 filler의 粒子크기도 減少시켜 複合레진의 物理的 性質도 크게 改善되고 있다. 또한 많은 種類의 光重合 複合레진은 이들 個個의 長點을 充分히 發揮하려면 반드시 적절한 可視光線 照射器가 必要한 것이다. Buonocore 등⁸⁾은 複合레진 修復後 邊緣漏出을 觀察한 實驗에서 紫外線 重合레진이 化學重合레진 보다 邊緣閉鎖에 效果的이라고 報告하였다.

그러나 紫外線은 人體組織有害성이^{10,11,12)} 있으므로 生物學的으로 安定한 可視光線을 照射하

여 重合하는 레진이 開發되며 現在는 紫外線 重合레진 보다는 可視光線 重合레진을 主로 使用하게 되었다.

Newman²¹⁾, Ruyter²²⁾ 등에 의하면 可視光線 레진이 紫外線 重合레진보다 짧은 時間에 더 깊게 硬化된다고 報告하였고 또한 珐瑯質에도 效果의으로 透過함을 觀察하였다. 可視光線 重合레진을 化學重合레진과 比較한 結果 기계적 物理的 性質이 優秀하고 變化를 必要로 하지 않기 때문에 操作이 簡便하여 近來에는 그 使用이 急激히 增加 추세에 있다.

Newman의 報告에 依하면 紫外線 重合레진의 硬化深度는 20秒동안 照射한 境遇 0.64~3.10mm인데 比해 可視光線 重合레진은 2.06~4.86mm까지 硬化함을 觀察하였다. 本 實驗의 境遇에는 硬化深度는 3~4mm사이인 것으로 나타났다. 本 實驗에서 可視光線의 照射時 光線을 通過시키지 않은 Teflon mold를 使用하여 可視光

線이 直徑 5mm의 구멍을 통해서만 照射되도록 하였다. Denyer 等²³⁾은 여러가지 mold를 사용하여 可視光線 重合레진의 硬化深度를 測定한 實驗에서 光線을 通過시키는 mold를 사용하여 實驗한 境遇가 光線을 通過시키지 않는 mold를 사용하여 實驗한 境遇보다 훨씬 깊게 硬化함을 觀察하였으나, 實際 臨床에서는 可視光線이 窩洞 表面에 照射되기 때문에 可視光線의 硬化深度를 測定하는 實驗에서는 빛의 通過시키지 않는 mold를 사용하여 實驗해야만 實際 臨床에 適用한 價値가 있다고 思料된다. Swartz 等¹³⁾은 珐瑯質을 통해서 可視光線을 照射시킨 境遇 可視光線 重合레진이 얼마나 硬化되는가를 알아보기 위해 中切齒의 象牙質을 除去하고 레진修復을 한後 0.7~1mm 두께의 珐瑯質層을 통해서 可視光線을 照射시킨 境遇 레진들은 모두 硬化되고 20秒동안 照射한 境遇보다 40秒동안 照射한 境遇에서 더 깊게 硬化되고, 色調가 밝은 색일수록 더 깊게 硬化된다고 報告 하였다.

따라서 本實驗에서는 實驗의 誤差를 減少하기 위해서 Universal color를 사용하여 實驗하였다. Killian²⁴⁾은 可視光線 重合레진을 硬化시켜 1時間과 24時間 經過後에 各各 硬度를 測定한 結果 後者가 前者보다 그 硬度價가 若干 增加하는 것으로 미루어보아 可視光線 重合레진은 可視光線의 照射가 끝난 後에도 어느 程度 더 硬化가 계속된다고 報告하였다. 本 實驗에서는 光線 照射直後 1日동안 빛이 透過하지 않는 容器에 保管하였다가 測定하였다.

Leung 等은²⁰⁾ 그의 實驗에서 可視光線 重合레진을 사용하여 硬化深度를 測定한 結果 60秒間 照射하여도 3.5mm 깊이까지 硬化되지 않았는데, 300秒間 照射한 境遇에는 3.5mm 깊이까지 硬化됨을 觀察하였다. 따라서 實際 臨床에서 두께 4mm 以上の 큰 窩洞에서는 照射時間을 길게 延長하기 보다는 2-3회에 나뉘서 積層法으로 充填하는 것이 바람직 하다고 보겠다.

Cook¹⁴⁾ Kilian²⁵⁾, Dennison²⁶⁾ 等은 光重合레진의 硬化 深度에 影響을 미치는 要因들은 複合레진의 化學的組成成分, 光線의 透過度, 波長 및 光度이라 하였고 Leung²⁰⁾, Swart¹³⁾, Denyer와 Shaw 等²³⁾은 硬化된 레진에서 硬度를 測定하여

레진의 表面으로 부터 深部로 들어갈 수록 硬度가 低下하며 平澤²⁷⁾ 等은 表面에서 0.5mm 程度 깊이까지는 硬度가 增加하고 그 以上 深部로 들어갈 수록 減少하여 0.5mm 근방에서 硬度價가 最大임을 觀察하였다. 本 實驗에도 있어서도 대개 1.0mm~2.0mm에서 最大의 硬度價를 나타냈다. 0.5mm 深部에서 表面으로 나올수록 硬度가 低下하는 것은 酸素가 레진 表面層에서 그 重合을 방해하기 때문이다.

이와 같이 硬化가 不均一하게 되어 硬度의 減少를 가져오고 이로 인해서 相對的으로 transverse strength를 감소시킨다고 Tritha¹⁵⁾는 報告하였고 硬度價가 높으면 磨耗에 對한 저항이 크다고 Dennison²⁶⁾은 보고하였다. 本 實驗에서 使用한 可視光線 複合레진이 材料에 따라서 다른 硬度값을 나타낸 것은 開始劑와 환원제의 종류, monomer의 조성, filler의 種類 및 함유량, 광선의 파장과 광도 등이 달라 이들의 因子가 서로 作用하기 때문인 것으로 思料된다. 같은 種類의 resin 試片에 있어서 照射距離에 差異가 있으면 硬度價도 달라지며, 그러나 같은 曲線形態을 이루며, 同一한 composite resin에 있어서 前齒用과 臼齒用 resin의 試片에서도 硬度價의 變動幅도 多樣하게 나타났다.

第V章 結 論

著者は 數種의 composite resin과 그에 該當되는 light system을 材料로 하여 該當 製品의 該當 light로 可視光線 重合레진의 表面으로 부터 深度 및 照射距離에 따른 微細硬度를 測定比較하기 위하여 直徑 5mm 길이 5mm의 Teflon tube 上에 上記 可視光線 重合레진을 充填後 celluloid matrix을 놓고 加壓 充填後 30秒間 照射을 試片表面과 1cm떨어진 距離에서 照射하여 試片을 製作하였다.

硬度 測定은 試片의 中央部位을 縱斷分割하여 中心線에서 表面 1mm, 2mm, 3mm, 4mm, 5mm의 深部으로 vichers hardness tester을 이용하여 200gr의 荷重을 30秒間 加하여 硬度값을 얻은 結果는 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 試片表面으로 부터 1mm部位에서 最大 硬

度值을 나타냈으며 그 以下の 深部に 들어 갈수록 硬度值은 減少하였다.

2. 臼齒用 composite resin은 前齒用 composite resin 보다 레진의 硬度值은 大體의으로 컸었다.

3. 照射器를 composite resin 表面에 接觸시켜 重合시킨 硬度值은 1cm 距離에서 硬化시킨 것 보다 높았다.

4. 硬化 深度에 따른 硬度值 變化의 樣像은 照射距離와 關係없이 類似하였다.

REFERENCES

1. Skinner and Phillips.: The Science of dental materials, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 234, 1967.
2. Scott, W.R. and Roydhouse, R.H.: Clinical use of a composite restorative, J. Canad. Dent. Ass., 34:469-475, 1968.
3. Gotfredsen, C.: Physical properties of a plastic filling materials, Acta. Odont. Scand., 27-6, 595-615, 1969.
4. Going, R.E., Massler, M. and Dute, H.L.: Marginal penetration of dental restorations by different radioactive isotopes. J. Dent. Res. 39:273, 1960.
5. Chow, M.H.: Effects of sealants placed over composite resin restorations. J. Pros. Dent. 44:531, 1980.
6. Hembree, J.H. and Andrews, J.J.: In situ-evaluation of marginal leakage using an ultraviolet light activated resin system. JADA, 92:414, 1976.
7. Jensen, E., Odont, C., and Handelman, S.L.: In vitro assessment of marginal leakage of six enamel sealants. J. Pros. Dent. 39: 304, 1978.
8. Buonocore, M.G., and Sheykholeslam, Z.: Evaluation of an enamel adhesive to prevent marginal leakage: An in vitro study. J. Dent. Child, 40:119, 1973.
9. Rafei, S.A., and Moore, D.L.: Marginal penetration of composite resin restorations as indicated by a tracer dye. J. Pros. Dent. 34:435, 1975.
10. Forbes, P.D.: Effects of long wave ultraviolet light on the skin of mice, Proc. Fourth Int. Con. Photobiology, 1972, p. 343.
11. Zigman, S. and others: Ocular protein alterations by near UV light, Exp. Eye Res. 15:255 Mar. 1973.
12. Birdsell, D.C., Bannon, P.J. and Webb, R.B.: Harmful effect of near ultraviolet radiation of sealant and composite resin. J. Amer. Dent. Ass. 94, 311, 1979.
13. Swartz, M.L., Phillips, R.W. and Rhodes, B.F.: Visible light activated resins-depth of cure. JADA, 106:634-637, 1983.
14. Cook, W.D.: Factors affecting the depth of cure of UV polymerized composites. J. Dent. Res. 59:800-808, 1980.
15. Tirtha, R., Fan, P.L., Dennison, J.B. and Powers, J.M.: In vitro depth of cure of photo-activated composites. J. Dent. Res. 61:1184-1187, 1982.
16. Salako, N.O. and Cruickshanks-boyd, D.W.: Curing depths of materials polymerized by ultraviolet light, Br. Dent. J. 146:375-379, 1979.
17. de Lange, C., Bausch, J.R. and Davidson, C.L.: The curing pattern of photo-initiated dental composite, J. Oral Rehabil. 7:369-377, 1980.
18. 平沢忠・永光達雄: 重合過程におけるタクリルレジンのかたち変化. 齒理工誌. 15: 211-218, 1974.
19. Asmussen, E.: Restorative resins; hardness and strength vs. quantity of remaining double bond. Scand. J. Dent. Res. 90: 484-489, 1982.

20. Leung, R., Fan, P.L. and Johnston, W.M.: Exposure time and thickness on polymerization of visible light composite. IADR Abstracts 623, 1982.
21. Newman, S.M., Murray, G.A. and Yates, J.L.: Visible lights and visible light-activated composite resins. J. Pros. Dent. 50:31, 1983.
22. Ryter, I.E. and Oysaed, H.: Conversion in different depth of ultraviolet and visible light activated composite materials. Acta Odontol, Scand. 1982, 40, 179-192.
23. Denyer, R. and Shaw, D.J.: Cure evaluation of visible light composites by knoop hardness measurements. J. Dent. Res. 61:271, 1981.
24. Killian, R.J. and Mullen, T.J.: Light-cured composites; Dependence of test results on test parameters. IADR Progr & Abst. 59: No. 203, 1980.
25. Killian, R.J.: Visible light-cured composites: Dependence of cure on light intensity. IADR Progr & Abst. 58: No. 603, 1979.
26. Dennison, J.R. and Crain, R.G.: Physical properties and finished surface texture of composite restorative resin. JADA. 85: 101-108, 1972.
27. 平沢忠・平林茂：可視光線重合レジンの硬化特性と光照射器の互換性(下) 歯界展望. 64: 1097~1111, 1984.
28. Lee, H.L., Orłowski, J.A. and Rogers, B.J.: A comparison of ultraviolet curing and self-curing polymers in preventive, restorative and orthodontic dentistry. Int. Dent. J. 1976, 26:134-171.

– ABSTRACT –

A STUDY ON THE HARDNESS IN VISIBLE LIGHT COMPOSITE RESIN

Prof. Myung Jong Lee

Department of Conservative Dentistry, College Dentistry, Seoul National University

The purpose of this study was to measure Micro vicker's hardness of 4 kinds of anterior Composite resins (Pyrofil light bond anterior, Lite-fil anterior, Photo clear fil anterior, Silux) and 6 kinds of posterior Composite resin (Pyrofil light bond posterior, Lite-fil posterior, Photo clear fil posterior, Occlusin posterior, Palfique light posterior, P-30, posterior) according to deference of depth and distance of light tip from surface of composite resin.

Each composite resin was filled into Teflon tube of 5mm in diameter and 5mm in depth, celluloid matrix was covered and the light in accordance with each composite resin was irradiated in distance of zero millimeter and 1cm from light tip to surface of composite resin for 30 seconds. Specimens were sectioned longitudinally with cutting device. Microvicker's hardness measurements were made at the depth of surface, 1mm, 2mm, 3mm, 4mm and 5mm from the surface to deep portion. Vicker's hardness numbers were taken on each depth under 200gm load for 30 seconds with MVK-E.

The following results were:

1. The highest hardness value was measured at 1mm depth. Then the deeper the depth, the lesser the hardness was observed.
2. The hardness value of anterior composite resins is lower than one of posterior composite resins.
3. Hardness number of composite resin irradiated in distance of zero millimeter from surface of composite resin was higher than one of 1cm from surface of composite resin.
4. The pattern of hardness change at varying depth was similar to all the experimental material with no relation to distance of light from specimen.