

以纖維強化修補壓克力樹脂暫用固定局部義齒之斷裂負荷

本研究旨在評估利用各式纖維強化物修補後，壓克力暫用贗復體的折斷負荷與斷裂形式，並探討纖維種類、表面處理方式與樣本折斷強度、斷裂形式之相互關係。

本實驗共製作 60 個標準化壓克力樹脂後牙區四單位牙橋樣本。10 個完整標準樣本作為正向控制組，其餘 50 個標準標準於兩橋體間切斷後均分成五組實驗組，樣本分別以光照過及未光照過之玻璃纖維（Glass fiber, FiberKor）與聚乙烯纖維（Polyethylene fiber, Construct, Connect）強化並修復。利用萬能材料試驗機測試樣本折斷負荷，和記錄樣本斷裂形式，並利用掃描式電子顯微鏡觀察斷面。結果以 one-way ANOVA 分析顯示經玻璃纖維及聚乙烯纖維強化組別的斷折負荷統計上顯著高於利用樹脂修復的組別（ $P < 0.05$ ）。在纖維強化組別以 Tukey method 事後檢定發現，光照過玻璃纖維及矽烷處理過的聚乙烯纖維強化效果最佳，其斷裂強度與完整樣本無統計上的差異（ $P > 0.05$ ）。斷裂形式方面，經纖維強化過的樣本其斷裂形式大多為部分斷裂。本研究顯示各式纖維強化物修補後，壓克力暫用贗復體的折斷負荷有明顯增加，而纖維的表面處理方式是影響強化效果的主要因素。

吳育琦¹ 王震乾² 羅秋萍³ 洪純正³

1 高雄醫學大學附設中和紀念醫院牙科補綴科

2 高雄醫學大學牙醫學系

3 高雄醫學大學牙醫學研究所

關鍵詞：纖維、壓克力樹脂、修補

聯絡人姓名：王震乾（Jen-Chyan Wang）

通訊處：高雄市十全一路 100 號

電話：07-3121101 ext 2158

傳真：07-3210637

受文日期：民國九十四年七月一日

接受刊載：民國九十四年九月十一日

本研究旨在評估利用各式纖維強化物修補後，壓克力暫用贗復體的折斷負荷與斷裂形式，並探討纖維種類、表面處理方式與樣本折斷強度、斷裂形式之相互關係。本實驗共製作 60 個標準化壓克力樹脂後牙區四單位牙橋樣本。10 個完整標準樣

本作為正向控制組，其餘 50 個標準標準於兩橋體間切斷後均分成五組實驗組，樣本分別以光照過及未光照過之玻璃纖維（Glass fiber, FiberKor）與聚乙烯纖維（Polyethylene fiber, Construct, Connect）強化並修復。利用萬能材料試驗機測試樣本

折斷負荷，和記錄樣本斷裂形式，並利用掃描式電子顯微鏡觀察斷面。結果以 one-way ANOVA 分析顯示經玻璃纖維及聚乙烯纖維強化組別的斷折負荷統計上顯著高於利用樹脂修復的組別 ($P < 0.05$)。在纖維強化組別以 Tukey method 事後檢定發現，光照過玻璃纖維及矽烷處理過的聚乙烯纖維強化效果最佳，其斷裂強度與完整樣本無統計上的差異 ($P > 0.05$)。斷裂形式方面，經纖維強化過的樣本其斷裂形式大多為部分斷裂。本研究顯示各式纖維強化物修補後，壓克力暫用贗復體的折斷負荷有明顯增加，而纖維的表面處理方式是影響強化效果的主要因素。

前言

臨床上常需利用自聚合型壓克力樹脂製作暫用固定補綴物來保護牙髓組織、穩定牙齒位置、咬合功能、牙周組織健康、和增進顏面美觀⁽¹⁾。自聚合型壓克力樹脂價格低廉且易於重襯，但受限於材料本身的強度，常會在結構較脆弱的部位發生斷裂。一些研究提出利用自聚型樹脂之修復強度僅能達到原來的約 35 至 75%⁽²⁾。有關金屬強化物效果，學者認為金屬可以提高樹脂對斷裂的抵抗力⁽³⁾，並增強樹脂的橫向強度⁽⁴⁾。但金屬強化物有不美觀、抗撓曲疲勞能力差、內部應力大等缺點。此修復方法不僅操作過程繁複，且強化效果不彰。

1980 年代牙醫界嘗試利用各式纖維來強化壓克力樹脂義齒，八〇年代晚期，學者們體認到有效偶合劑及纖維被樹脂完全浸潤的重要性。因為纖維和樹脂間質的黏結效果對複合物的強度有很大的影響⁽⁵⁾。

關於纖維置放部位，Kanie⁽⁶⁾ 主張玻璃纖維必須放在張力較大的區域。纖維強化型合成物的機械特性佳，強度不比金屬弱，重量卻遠比金屬輕，此外不會鏽蝕、透明度佳、黏結效果好、易修補，與金屬類材質相較之下具有多重優點。

Gregory et al.⁽⁷⁾ 發現上顎全口義齒修復後之曲折強度，與修復材料的彎曲強度、義齒樹脂的黏著性及斷裂型態有關。Vallittu⁽⁸⁾ 利用玻璃纖維強化後牙三單位暫時固定補綴物，儘管纖維在樣本位置不盡理想，但纖維加強卻可提高其斷裂強度。文獻顯示大多研究為利用纖維強化修復全口義齒或強化暫時固定補綴物。尚未有利用纖維強化修復壓克力樹脂所製作的暫時固定補綴物的報告。因此本研究目的在測試以各式纖維強化修補四單位壓克力暫用固定局部義齒的折斷負荷，並探討纖維種類、表面處理方式與樣本折斷強度、斷裂形式之相互關係。期望對於臨床上有關修補、加強長徑距暫用固定局部義齒、材料選擇或技術改進方面能提供有價值的資料。

材料與方法

利用不銹鋼製作金屬模具 (metal jig) (圖 1) 模擬四單位固定補綴物的支台第一

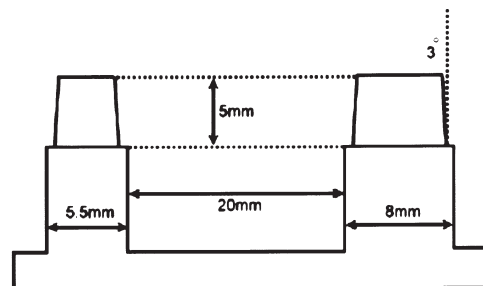


圖 1：為金屬模具和第一小白齒、第一大白齒支柱體的尺寸圖。

小白齒和第二大白齒。於金屬模具上刻四單位固定補綴物的蠟形，用度量卡尺 (Digimatic caliper, Mitutoyo corporation, Tokyo, Japan) 測量義齒外型，並用 Putty polysiloxane 印模材 (condensation-type) — Coltoflax (Lot No.2007 06 LF210; Coltene AG, Altstätten, Switzerland) 將其翻製為自聚性聚甲基丙烯酸甲酯樹脂 (self-cured polymethyl methacrylate resin) (self-cure PMMA resin) — Tempron (Lot No. 0206142-5; GC corporation, Tokyo, Japan) 製成的暫用固定局部義齒，以此範本為基準，製作數個模具以翻製標準化樣本。依照廠商指示粉液比做調扮，並將樣本置入 $50 \pm 1^\circ\text{C}$ 的水浴槽中 10 分鐘使樹脂完全聚合。最後取下樣本置入 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 的蒸餾水中 1 天，再於室溫下、空氣中 ($23 \pm 1^\circ\text{C}$) 放 24 小時使樣本陰乾。分別用度量卡尺測量各連接體處的高度及寬度，確定各樣本誤差值在 ± 0.1 公釐的範圍內。

本研究選用聚乙烯纖維及玻璃纖維作測試。因此二種纖維顏色美觀。其中聚乙烯纖維方面選用 Connect (PE ribbon fiber; 1mm width) (Lot No. 9911065; Kerr UK, Peterborough, United Kingdom) 及 Construct (PE ribbon fiber; 1mm width) (Lot 112505; Kerr UK, Peterborough, United Kingdom)，兩者均為編織型聚乙烯纖維，不同的是 Connect 纖維表面僅經過電漿處理，而 Construct 纖維除了經電漿處理外，還利用矽烷處理纖維表面。至於玻璃纖維則選擇束狀且經矽烷處理的 FibreKor (glass fiber; 2k bundle) (Lot No. 52324; Jeneric/Pentron, Wallingford, CT, USA)，以減少自行用纖

維浸潤所造成操作上的誤差。在先導實驗中，以直徑 6 公釐的鋼球於完整樣本的第一大白齒中央窩處施力，先以三公斤力量做定位，萬能材料試驗機 (LS 500, Lloyd Instruments LTD, Hampshire, UK) crosshead speed 為 $5.0\text{mm}/\text{min}$ 作測試。結果發現完整樣本最初斷裂點都位於兩橋體間的連接體。以此斷裂處作為參考，備置修補樣本，將補綴物置於金屬模具後放在精密平行拋光儀 (Bachmann milling unit model 82, Cendres & Metaux S. A., Biel-Bienne, Swiss) 上，刻出長 4 公釐、寬 2 公釐、深 4 公釐的凹槽，於兩橋體間製作寬約 0.5 公釐的斷裂面。將 50 個標準樣本刻凹槽、切斷後均分成 5 組，分別用樹脂、樹脂以及加強物作修補。10 個完整樣本為正向控制組 (以 intact control 表示)，單純用樹脂修補的樣本為負向控制組 (以 PMMA resin 表示)。實驗組為利用纖維加強修補的樣本，共有四組，纖維加強物的長度均為 4 公釐。其中兩組分別選用 1 公釐寬的編織型聚乙烯纖維 — Connect (以 Cn 表示) 及 Construct (以 Cs 表示) 強化修補；另外兩組則選用 2k bundle 的 Fibrekor 強化修補，其中一組的纖維未經可見光照聚合 (以 Fb 表示)，另一組則先光照纖維 20 秒 (以 LC-Fb 表示)。將樣本置於金屬模具上，將纖維加強物先用樹脂濕潤再置於凹槽中，並用樹脂填滿凹槽，將其置入 $50 \pm 1^\circ\text{C}$ 的水浴中聚合十分鐘，修磨修補處，使關節處厚度為 5.5 ± 1 公釐。修補好的樣本如前所述利用萬能材料試驗機測試。觀察樣本斷裂形式，分成三種斷裂型：第一型為完全斷裂型，樣本完全斷裂且破碎；第二型為彎曲

斷裂型，樣本斷裂後成彎曲狀，但仍以纖維相連接；第三型為部份斷裂型，樣本雖斷裂仍未彎曲，兩斷面外型銜接良好只有部分樹脂有崩離現象。記錄六組樣本由負荷偏向圖判斷樣本最初斷裂點，並記錄此點樣本的折斷負荷量與斷裂形式。本研究採用統計套裝軟體JMP5.0作各種資料之統計與分析。以 One-way ANOVA 作各組平均斷折負荷及標準差、Tukey method 作各組之事後檢定，並以電子顯微鏡觀察斷裂面。藉由比較各實驗組的差異，分析纖維成分、形式、表面處理方式，以了解影響纖維強化效果的主要因素。

結果

各組樣本平均折斷負荷及標準差如表 1 示。以下為各組樣本平均折斷負荷，由大至小排列強度：最佳的是 LC-Fb 組為 71.50 ± 2.33 公斤；完整樣本組為 66.03 ± 5.51 公斤；Cn 組為 65.90 ± 4.91 公斤；Fb 組為 59.56 ± 7.55 公斤；Cs 組為 52.82 ± 5.19 公斤；強度最差是 PMMA resin 組為 49.63 ± 6.88 公斤。以 one-way ANOVA 檢定顯示修補材料會顯著影響樣本的折斷負荷 ($P < 0.05$)。

表 1：各組平均折斷負荷及標準差

	樣本數 (個)	平均折斷負荷 (公斤)	標準差 (公斤)	事後檢定分組	
LC-Fb	10	71.50	2.33	A	
*Intact control	10	66.03	5.51	A	B
§Cs	10	65.90	4.91	A	B
**Fb	10	59.56	7.55	B	
‡Cn	10	52.82	5.19	B	C
†PMMA resin	10	49.63	6.88	C	

* Intact control 表示未經修補處理的完整樣本

† PMMA resin 表示以單純用樹脂修補的樣本

‡ Cn 表示 Connect 強化修補的樣本

§ Cs 表示 Construct 強化修補的樣本

|| LC--Fb 表示經光聚合處理的 FibreKor (light-cured FibreKor) 強化修補的樣本

** Fb 表示未經光聚合處理的 FibreKor (non-light-cured FibreKor) 強化修補的樣本

以 one-way ANOVA 和事後檢定，分組相同英文字母表示統計沒有明顯顯著差異 ($P > 0.05$)

由 Tukey method 做事後檢定兩兩比較各組，發現 LC-FC 組平均折斷負荷統計上明顯高於 FC、Cs 或 PMMA resin 組 ($P < 0.05$)，但與 Cs 或完整樣本組沒有統計上顯著差異 ($P > 0.05$)；此外利用 LC-Fb、Cs、Fb 等纖維強化的組別平均折斷負荷統計上明顯高於 PMMA resin 組 ($P < 0.05$)。

觀察各組斷裂形式分佈則 (圖 2)，各種斷裂形式於各組發生的頻率為：第一型完全碎裂型在完整樣本組中最高佔 7/10，

在 LC-Fb 組中最低佔 0；第二型彎曲斷裂型在 Cn 組中最高佔 7/10，在 Cs 組及 LC-Fb 組最低佔 1/10；第三型部分斷裂型在 LC-Fb 組中最高佔 9/10，在完整樣本組最低佔 0/10。

以電子顯微鏡分別觀察四組纖維樣本的斷面，Connect 纖維表面並無樹脂附著，纖維及樹脂界面出現明顯空隙 (圖 3)；Construct 纖維表面有多樹脂顆粒附著 (圖 4)；Fb 組樣本斷面情形，FiberKor

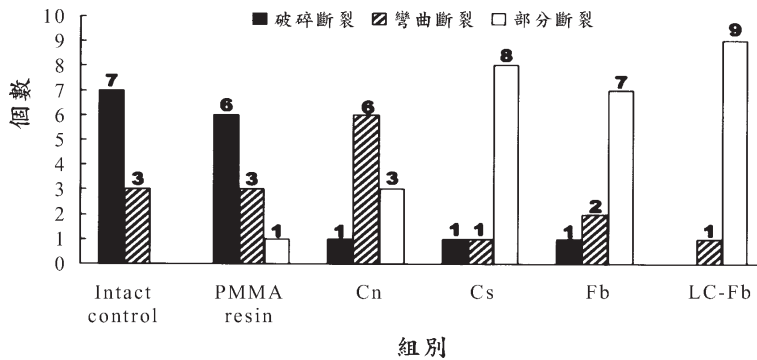


圖 2. 各組樣本不同斷裂形式分佈 (斷裂負荷單位：公斤)

(Intact control — 完整樣本；PMMA resin — 單純用樹脂修補的樣本；Cn — Connect 強化修補樣本；Cs — Construct 強化修補樣本；Fb — non-light-cured FiberKor 強化修補樣本；LC-Fb — light-cured FibreKor 強化修補樣本)

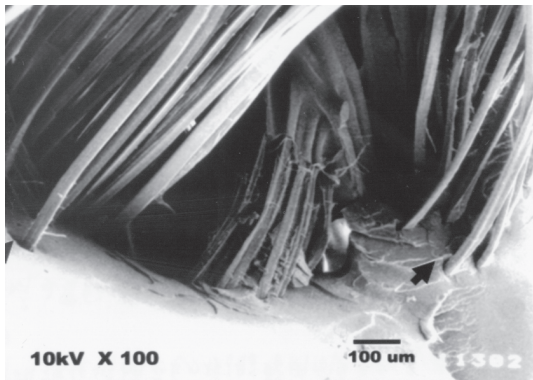


圖 3. SEM 觀察 Connect fiber 樣本斷面 (放大倍率 200 倍)。纖維表面並無樹脂附著，纖維及樹脂的交界面有空隙 (箭號處)，表示纖維有受拉扯而脫出的現象。

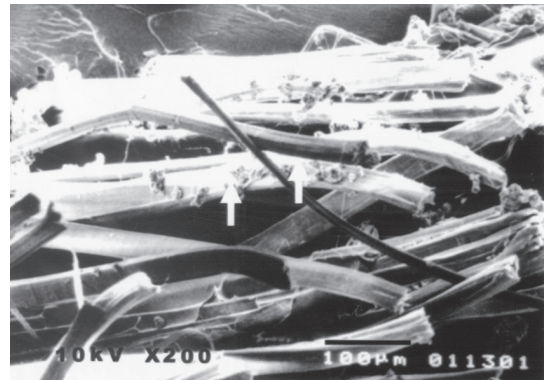


圖 4. SEM 觀察 Construct fiber 樣本斷面 (放大倍率 200 倍)。箭號所示可見纖維表面有多樹脂顆粒附著。

纖維表面有樹脂附著，但纖維及樹脂界面出現裂隙，顯示纖維有脫出現象（圖5），但樣本纖維與樹脂間卻能緊密連結（圖6）；LC-Fb組樣本斷面情形，樹脂與纖維界面間黏著緊密，無絲毫空隙，此外纖維間樹脂明顯發生微斷裂情況（圖7, 8）。

討論

有學者指出除了纖維成分的選擇外，纖維形式、表面處理方式等也會影響強化

效果。纖維形式的影響方面，Rudo 及 Karbhari⁽⁹⁾ 認為編織型纖維強化效果較其他形式佳；Dixon et al.⁽¹⁰⁾ 認為由於長徑距牙橋較易因受力發生撓曲現象，可使用編織型纖維強化；Ladizesky et al.⁽¹¹⁾ 認為使用編織型纖維時，纖維與樹脂的交界面積變大，纖維強化樹脂發生分層的可能性越高，導致強化效果不彰。表面處理方式方面，Gutteridge⁽¹²⁾ 及其他研究發現電漿處

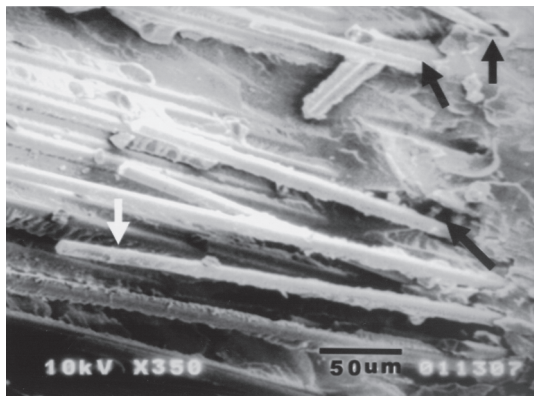


圖 5. SEM 觀察 non-light-cured FibreKor 樣本斷面（放大倍率 350 倍）。纖維表面有樹脂附著（白色箭號所示），但纖維及樹脂界面出現裂隙（黑色箭號所示），表示纖維有脫出現象。

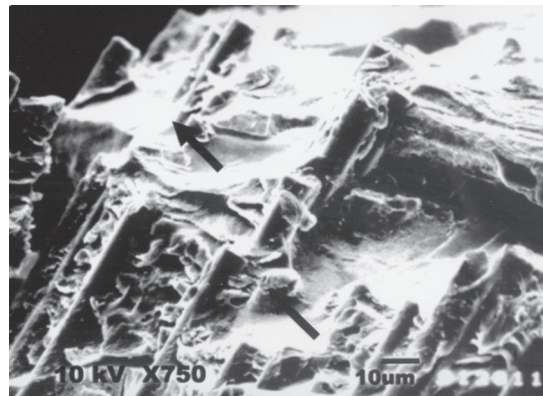


圖 6. SEM 觀察 non-light-cured FibreKor 樣本斷面（放大倍率 750 倍）。纖維與樹脂間緊密連結沒有間隙（箭號所示）。

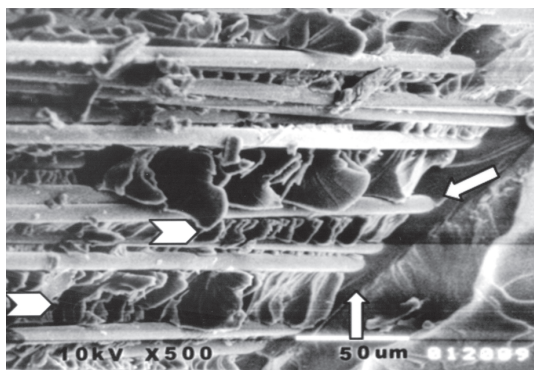


圖 7. SEM 觀察 light-cured FibreKor 樣本斷面（放大倍率 500 倍）。樹脂與纖維交界面黏著緊密無絲毫空隙（⇔所示），此外，纖維間的樹脂間質明顯發生微斷裂（microfracture）情況（⇨所示）。

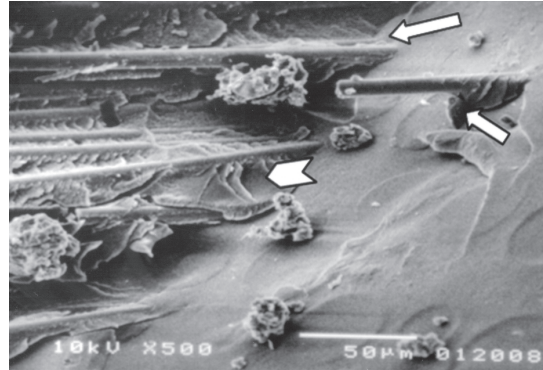


圖 8. SEM 觀察 light-cured FibreKor 樣本斷面（放大倍率 500 倍）。樹脂與纖維交界面黏著緊密無絲毫空隙（⇔所示），此外，纖維間的樹脂間質明顯發生微斷裂（microfracture）情況（⇨所示）。

理並不能有效增加複合物的強度^(13, 14)。Ellakwa et al.⁽¹⁵⁾ 發現樹脂偶合劑可增加撓曲強度及係數，減少樹脂及纖維間會形成裂隙。光聚合除了會影響纖維的物理性質，纖維經光聚合後也會改變表面化學性質進而影響纖維和樹脂間的黏結機轉。

本研究利用二組編織型聚乙烯纖維作測試，結果發現利用 Connect 強化的樣本強度比單純用樹脂修補的樣本強度高，但兩者間統計上無顯著差異。但利用 Construct 強化的樣本，強度幾可完全恢復。以電子顯微鏡觀察，顯示樹脂與 Connect 彼此鍵結不良，Construct 纖維表面有較多樹脂顆粒附著。由此推測單純用電漿處理聚乙烯纖維表面，並不能有效提高纖維與樹脂間的黏結能力。因此利用聚乙烯纖維強化複合樹脂時，利用並慎選樹脂偶合劑是很重要的。

以玻璃纖維-FibreKor 強化修補樣本，經光聚合處理過的樣本平均折斷負荷較完整樣本高百分之八，而未經光聚合理過的樣本強度則只恢復約百分之九十。以電子顯微鏡觀察，顯示經由光聚合的 FibreKor，樹脂與纖維彼此能形成均質成分，補綴物受力時不易彎曲變形，完整性不會被破壞。

經統計分析本研究四組纖維樣本的平均折斷負荷彼此間有差異，但均較單純用樹脂修補的樣本高，且經由 Tukey method 事後檢定，發現除了 Connect 組外，利用其他纖維強化的組別平均折斷負荷都顯著高於單純用樹脂修補的樣本組，表示利用纖維修補，確實可以提高補綴物的強度。比較形式、成分相同但處理方式不同的纖

維強化樣本，發現雖然同樣是連續束狀玻璃纖維或編織型聚乙烯纖維，但處理方式不同，彼此間折斷負荷有很大的差異，例如：Cn、Cs 的折斷負荷統計上差異達顯著性，Fb、LC-Fb 彼此間統計上也顯著不同。相反的，若完善處理纖維表面，但纖維的形式、成分均不相同，彼此間差異不大，例如：LC-Fb 及 Cs 結果統計上無顯著差異。由此佐證影響纖維強化效果的主要因素是纖維和樹脂間質彼此間的黏結能力。

纖維加強物會影響樣本的斷裂形式，Samadzadeh et al.⁽¹⁶⁾ Gegauff 及 Pryor⁽¹⁷⁾ 指出纖維強化可阻斷裂隙延伸避免破碎斷裂發生。Ramos et al.⁽¹⁸⁾ 認為斷裂會發生在補綴物張力側。Ladizesky et al.⁽¹¹⁾ 指出，當變形量達到一定程度時，樹脂會發生裂隙或分層的現象導致斷裂。當纖維與樹脂間鍵結良好時，可使斷裂強度增加，並能抵抗裂隙延伸⁽¹⁸⁾。纖維與樹脂交界面的強度必須達到能限制樹脂尺寸改變，才能有效支持應力⁽¹⁹⁾。纖維與樹脂若能有效偶合，通常斷裂會於樹脂間質內，很少產生在纖維與樹脂的交界面⁽²⁰⁾。本研究將樣本斷裂形式分為三型探討，除了破碎斷裂型外，還有彎曲斷裂及部分斷裂。結果發現破碎斷裂幾乎全部發生於未用纖維強化的樣本，經纖維處理的樣本幾乎不會發生完全碎裂。各組樣本發生斷裂形式的比例有明顯不同，且與折斷負荷有關聯。由 Tukey method 做事後檢定，顯著提高樣本強度的組別，如 light-cured Fibrekor、Construct、non-light-cured FibreKor，樣本幾乎均發生部分斷裂，至於彎曲斷裂則大

部分發生於 Connect 組。纖維強化效果最顯著的 light-cured FibreKor 組樣本不因受力而彎折，且纖維不會自樹脂間質中脫出，反而是橋體處的樹脂間質會發生部分崩落的情形。

以操作便利性而言，Connect 纖維雖已由過漿處理，仍會因表面受到污染降低與樹脂間質間的黏結能力。Construct 纖維不僅先由過漿處理，並利用樹脂偶合劑滲透，不致因操作過程污染纖維表面，使用上便利許多。FibreKor 是經過矽烷處理的玻璃纖維，表面的偶合劑具有黏性，不論是否先經過光聚合處理，利用壓克力樹脂先浸潤處理都極為便利。

本研究的目的是希望能以簡便且經濟的利用市售纖維強化、修補 PMMA 樹脂製作的暫時固定補綴物，以降低再斷裂的機率。但本實驗設計與實際臨床運用仍有差異，無法瞭解口腔內水分、溫度變化、牙周韌帶、黏著劑及重複受力後材料疲乏對補綴物強度造成的影響。這些因素對實驗結果的影響，有待進一步的釐清。

結論

本研究利用樹脂及 FibreKor、Construct、Connect 纖維強化物修補自聚合型 PMMA 樹脂後牙區四單位長徑距暫時固定補綴物，利用纖維加強修補的樣本，除 Connect 組外，斷裂負荷都顯著高於單純用樹脂修補的樣本，顯示纖維強化可提高修補後長徑距暫時固定補綴物的斷裂強度。經纖維加強修補樣本的斷裂形式大多為部分斷裂，與完整樣本或樹脂修補樣本大多為破碎斷裂有所不同，纖維的介入明顯改變了斷裂的形式。在 LC-FC 及 Cs 組

中，不同形式的纖維只要經過適當的表面處理均能提高樣本斷裂強度，顯示表面處理是影響纖維修復強度的主要因素。

誌謝

本研究經費由高雄醫學大學口腔醫學院牙研所與口衛所專班部分補助，特此致謝。

參考文獻

1. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD. Fundamentals of fixed prosthodontics. 2nd ed. Chicago: Quintessence Publishing Co 1982.
2. Beyli MS, von Fraunhofer JA. Repair of fracture acrylic resin. J Prosthodont 1980; 44: 497-50.
3. Vallittu PK, Lassila VP. Reinforcement of acrylic resin denture base material with metal or fiber strengtheners. J Oral Rehabil 1992; 19: 225-30.
4. Vallittu PK. A review of method used to reinforce polymethyl methacrylate resin. J Prosthodont 1995; 4: 183-7.
5. Levenson MF. The use of a clear, pliable film to form a fiber glass-reinforced splint. J Am Dent Assoc 1986; 112: 79.
6. Kanie T, Fujii K, Arikawa H, Inoue K. Flexural properties and impact strength of denture base polymer reinforced with woven glass fibers. Dent Mater 2000; 16: 150.
7. Gregory L, Polyzois, Andreas G, Andreopoulos. Acrylic resin denture repair with adhesive resin and metal wires: Effects on strength parameters. J Prosthet Dent 1996; 75: 381-7.
8. Vallittu P.K. The effect of glass fiber reinforcement on the fracture resistance of a provisional fixed partial denture. J Prosthet Dent 1998; 79: 125-30.

9. Rudo DN, Karbhari VM. Physical behaviors of fiber reinforcement as applied to tooth stabilization. *Dent Clin North Ame*, 1999; 43: 7-35.
10. Dixon DL, Fincher M, Breeding LC, Mueninghoff LA. Mechanical properties of a light-polymerizing provisional restorative material with and without reinforcement fibers. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 510-4.
11. Ladizesky NH, Ho CF, Chow TW, Ward IM. Acrylic resins reinforced with woven highly drawn linear polyethylene fibres. 3. Mechanical properties and further aspects of denture construction. *Aust Dent J* 1993; 38: 28-38.
12. Gutteridge DL. Reinforcement of polymethyl methacrylate with ultra-high-modulus polyethylene fibre. *J Dent* 1992; 20: 50-4.
13. Ladizesky NH, Chow TW, Cheng YY. Denture base reinforcement using woven polyethylene fiber. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 307-14.
14. Ladizesky NH, Cheng YY, Chow TW. Acrylic resin reinforced with copped high performance polyethylene fiber-properties and denture construction. *Dent Mater* 1993; 9: 128-35.
15. Ellakwa AE, Shortall AC, Shehata MK, Marquis PM. Influence of bonding agent composition on flexural properties of an ultra-high molecular weight polyethylene fiber-reinforced composite. *Oper dent* 2002; 27: 184.
16. Samadzadeh A, Kugel G, Hurley E, Aboushala A. Fracture strengths of provisional restorations reinforced with plasma-treated woven polyethylene fiber. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 447-50.
17. Gegauff AC, Pryor HC. Fracture toughness of provisional resins for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1987; 58: 23-29.
18. Ramos VJ, Runyan DA, Christensen LC. The effect of plasma-treated polyethylene fiber on the fracture strength of polymethyl methacrylate. *J Prosthet Dent* 1996; 76: 94-6.
19. Chow TW, Cheng YY, Ladizesky NH. Polyethylene fiber reinforced polymethyl methacrylate — Water sorption and dimensional changes during immersion. *J Dent* 1993; 21: 367-72.
20. Jancar J, DiBenedetto AT. Fiber reinforced thermoplastic composites for dentistry. Part 1. Hydrolytic stability of the interface. *J Mater Sci Mater Med* 1993; 4: 555-8.

Fracture load of fiber-reinforced repaired acrylic resin provisional fixed partial denture

Yu-Chi Wu¹, Jen-Chyan Wang², Cho-Ping Rong³, Chun-Cheng Hung³

¹Division of Prosthodontics, Department of Dentistry, Kaohsiung Medical University Chung-Ho Memorial Hospital

²Faculty of Dentistry, Kaohsiung Medical University

³Graduate Institute of Dental Sciences, Kaohsiung Medical University

The purpose of this study was to evaluate the fracture load and fracture pattern of repaired acrylic resin provisional restoration, which had been reinforced with various fibers. It also aimed to investigate the relationships between type / surface treatment of fibers and fracture pattern / fracture strength of samples. In the experiment, first, 60 standardized 4-unit bridge samples (n=60) over mandibular posterior region were fabricated with PMMA resin. Next, they were divided into 6 groups evenly. Besides 10 intact samples as control group, other 50 samples were repaired with resin or glass fiber (with or without light curing) / polyethylene fibers (with or without silane treatment). The fracture load of samples were tested with an universal testing machine and fracture pattern of all specimens were recorded. The fracture surfaces of selective samples were observed under SEM. All data were statistically analyzed using one-way ANOVA and Tukey's pairwise comparison test. The results indicated the fracture load of glass / polyethylene fiber-reinforced groups were statistically significant higher than acrylic resin repaired group ($P<0.05$). However, there is no statistical difference between fiber-reinforced groups and intact sample groups. As for fracture pattern, most of all samples are display "partial" fracture. The results of present study showed acrylic resin FPD reinforced with glass or polyethylene fibers do exhibit higher fracture loads as compared to samples without reinforcement. The way of surface treatment to fibers seems to be a dominate factor influence the fracture load of a long-span repaired provisional FPD.

Key words: fiber, acrylic resin, repair

Correspondence: Jen-Chyan Wang

Address: 100, Shih-Chuan 1st Road, San Ming District, 807 Kaohsiung City, Taiwan

Kaohsiung Medical University

TEL: 07-3121101 ext 2158

FAX: 07-3210637

Submitted: July, 1, 2005

Accepted: September, 11, 2005