

## 上釉、研磨及磨光處理 對牙科陶瓷表面性質的影響

呂毓修 楊惠雯 黃明發

臨床上陶瓷修復物於口內裝戴時，可能或多或少均必須進行咬合高度或外形的最終調整，而此調整的過程會破壞原本上釉的表面。牙醫師基於設備、時間以及受限於診療次數，通常僅以某些研磨及磨光器械進行表面處理，未能進行再上釉處理。因此本研究的主要目的是要比較研磨、磨光與上釉處理對陶瓷修復物表面的影響，擬尋找出除了再上釉以外，臨床上最方便且有效的陶瓷表面處理方式。本研究共製作30個試片，分成六組，包括上釉組及使用Shofu Porcelain Adjustment Kit內的四種研磨及磨光器械再配合鑽石磨膏的五組實驗組。以表面粗度計測試每一處理步驟之後試片表面的平均粗度（Ra），並與上釉組試片作比較。結果顯示，以上釉之表面最為平滑，以Dura-White Stone研磨後之表面最為粗糙；當以Shofu Porcelain Adjustment Kit四種器械完成連續性磨光之後，其表面粗度仍較上釉之表面粗糙（ $P < 0.01$ ），但若再以鑽石磨膏進行最後磨光後，則與上釉之表面相當（ $P > 0.05$ ）。

關鍵詞：上釉、研磨、磨光、粗度。

牙科陶瓷修復物具有良好的審美性及生物親和性，近年來廣泛地應用在臨床補綴治療上。為了得到最理想的外觀與性質，一般認為陶瓷修復物表面均須經過上釉（glaze）處理<sup>1</sup>。未上釉或研磨（grind）調整過而未經適當磨光（polish）程序的陶瓷表面，除了較無光澤，影響美觀之外，粗糙的表面可能較容易有牙菌斑的堆積，進而影響牙周組織的健康<sup>2-6</sup>，或造成對咬牙過度的磨損<sup>6,7</sup>，甚且會降低陶瓷修復物的強度<sup>1,8</sup>。然而在臨床實際操作過程中，陶瓷修復物在口內黏固之前或之後，可能需要於診療室內進行咬合關係或外部形態的調整，因此會磨去原本上釉的表面。若調整是發生在

黏固之後，則陶瓷修復物只能在口腔內儘可能作磨光處理，無法進行再上釉（reglaze）；若表面調整是發生於陶瓷修復物於口內黏固之前，則為了減少表面粗糙，可藉助磨光處理及再上釉等方法得到平滑的表面。但一般牙醫師基於減少患者診療次數以及受限於時間、設備等因素，通常修復物大部分在經調整研磨後，常僅以砂紙、橡皮輪或鑽石磨膏等工具進行表面磨光，而未再送回技工室進行上釉處理。因此除了再上釉之外，尋找於診療室內可簡便操作又有效率之磨光方式，應為今日牙醫界探討的主題之一。

關於牙科陶瓷表面性狀的研究，有以電子

顯微鏡 (SEM) 觀察其表面，作定性評估<sup>9-13</sup>，也有以表面粗度計測定其表面粗糙程度，作定量評估<sup>14</sup>；或二者皆有<sup>15-19</sup>；或僅以放大鏡<sup>20</sup>作觀察。而不同的磨光技術與方法會導致不同的結果 (平滑程度之不同)。Sulik及Plekavich<sup>9</sup>二位學者以橡皮輪、滑石粉及氧化錫粉末來磨光經研磨調整過的陶瓷表面，結果發現在SEM觀察下與上釉的表面無法分別。Schlissel等人<sup>10</sup>以肉眼及SEM評估使用11種方法來調整陶瓷義齒之結果，其研究指出其中三種方法是可接受的。Klausner等人<sup>16</sup>以SEM及表面粗度計觀察四種處理方法對陶瓷磨光之影響並與上釉的表面作比較，結果亦顯示磨光的表面與上釉表面沒有差別。Bessing及Wiktorsson<sup>17</sup>同樣以SEM及表面粗度計比較二種不同的陶瓷磨光系統，其結果指出已磨光表面的平均粗度值 (Ra) 低於自動上釉 (autoglaze) 之表面，但SEM評估的結果則恰好相反。Raimondo等人<sup>18</sup>與Patterson等人<sup>18</sup>則指出單獨使用鑽石磨膏不能得到與上釉相同的結果。Goldstein等人<sup>19</sup>以五種磨光系統對二種陶瓷進行磨光處理，結果指出大部份的系統對磨光研磨過的陶瓷面，都可得到臨床上可接受的程度。最近Scurria及Powers<sup>14</sup>二位學者以五種口內磨光器械組合對二種陶瓷進行表面粗度的定量研究，其結果指出精修鑽石磨粒 (finishing diamond points) 加上鑽石磨膏作磨光處理，可得到最平滑的表面且較自動上釉為佳。

由以上多位學者的研究可以得知：由於評估方式不同，磨光器械之差異會造成截然不同之結果。因此，本研究乃以表面粗度計來定量比較一種臨床上常見的磨光器械組合加入鑽石磨膏作連續性表面處理對本體陶瓷表面粗度之影響。

## 材料與方法

本研究擬採用Shofu之本體陶瓷 (Vintage body porcelain, Shofu, Japan) 混合蒸餾水製作試片。試片大小之規格乃模擬臨床瓷金屬融合牙冠的總厚度及參考有關牙科陶瓷試驗規格 (ISO 6872-1984) 之規定，設計為15mm × 6mm × 1.5mm之長方形試片。試片包括三層，即(1)0.3mm厚的燒瓷用鎳鉻合金 (Uni-metal, Shofu, Japan)，(2)0.3mm厚的不透明陶瓷 (Vintage opaque porcelain, Shofu,

Japan)，以及(3)最上層之本體陶瓷。(Fig. 1)。

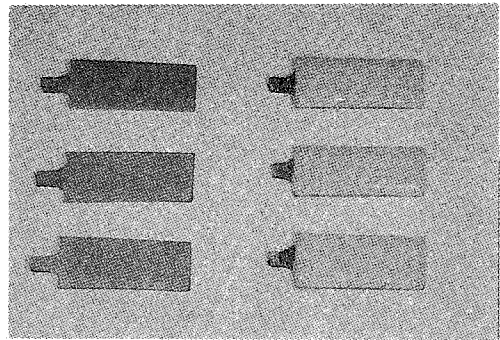


Fig.1. 左：經噴砂處理後之合金片；  
右：完成本體陶瓷燒成後的試片。

試片之蠟型利用0.45mm厚的蠟片 (Sheet wax, GC, Japan) 加以切割製作，連接鑄道後，以磷酸結合包埋材 (Uni-vest phosphate-bonded investment, Shofu, Japan) 進行包埋，之後再進行去蠟及鑄造工作。包埋及鑄造過程均依廠商說明書建議之方法進行。鑄造後的合金片去除鑄道後，使用自動研磨機 (METASERV grinder/polisher, Buehler, USA) 研磨至0.3mm厚，欲燒瓷面以50 μm之氧化鋁粉末進行噴砂處理，再置於蒸餾水中以超音波洗淨10分鐘。之後再於合金片上添加不透明陶瓷，利用瓷牙專用烤爐 (Sunfire 10 plus, Ney, USA) 於真空中加熱至960°C，燒成後之不透明陶瓷層亦控制其厚度約為0.3mm。

另外，為得到均一厚度的試片，先行製作一內徑長15mm、寬6mm及深1.5mm的組合式模具。將上述已添加不透明陶瓷層的試片置於底部，再將本體陶瓷與蒸餾水混合調拌後，填入此模具內，置於超音波振盪器上 (Ceracon II, Shofu Inc.) 振盪30秒，完成填壓 (condensation) 步驟後，直接將模具分離取出試片，置於鋪有白金箔的陶製燒成托盤 (tray) 上。放入瓷牙烤爐內於真空中加熱至940°C，進行本體部陶瓷的燒成。試片之預備乾燥、燒成等步驟均依廠商說明書所建議的程度進行。燒成完成之試片經檢查無較大之氣泡等表面缺陷後，再放入爐內於大氣中加熱至920°C進行上釉步驟。

30個完成燒成的試片，隨機分成六組，每組各5個試片，分別接受下述之不同的表面處

理方式：(1)Group I：維持試片原本上釉 (initial glaze) 的階段，(2)Group II：以Porcelain Adjustment Kit (Shofu Dental Corp., Menlo Park, Calif) 內的白色磨石 (Lura-White Stone) 進行研磨，(3)Group III：同Group II之處理，但續以同組合內的Standard Ceramiste Point進行磨光處理，(4)Group IV：同Group III之處理，但續以同組合內的Ultra Ceramiste Point進行處理，(5)Group V：同Group IV之處理，但續以同組合內的Ultra II Ceramiste Point進行處理，(6)Group VI：同Group V之處理，但再以毛輪 (felt wheel) 沾取鑽石磨膏 (diamond polishing paste, Ney Co., USA) 進行最後磨光處理。

為了減少操作者間的個人誤差，每一步驟的表面處理，均由同一操作者負責執行且均施予相同的時間。研磨方法為平行試片長軸之方向，採單方向反復進行。而為了模擬臨床實際操作情形，本研究並不特意控制磨光手機的速率或施予之壓力，但要求儘可能在一合理的時間內 (每一步驟約30秒鐘) 得到每一支器械可能達成之最佳磨光效果。

以上經上釉、研磨及磨光等不同表面處理步驟後的試片，在以超音波振盪洗淨後，以表面粗度計 (Surfcorder SE-40G, Kosaka, Japan) 測定試片之平均表面粗度 (average surface roughness, Ra)。測量方法為在每一試片的中央部選取與研磨或磨光方向垂直之三條長3mm的平行線作為觸針 (stylus) 掃描繪圖的區域。(Fig. 2)。

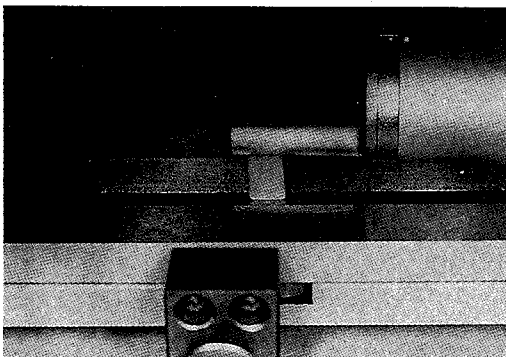


Fig.2.以表面粗度計測試試片表面粗度的情形。

實驗所得之數據，使用單因子變異數分析 (One-way ANOVA) 及杜凱氏事後比較法

(Tukey's posterior comparison) 進行統計分析處理。

## 結 果

30個試片分組接受上釉與不同的研磨及磨光處理步驟之後的平均粗度值 (Ra) 列於表一。由表一之結果可以發現，上釉處理之試片 (Group I)，其平均表面粗度值最小；以白色磨石處理過之試片 (Group II)，其平均表面粗度值最大。Group II到Group V其平均表面粗度值隨著所使用的研磨器械愈來愈細，其粗度值有愈來愈小的傾向，但與Group I間仍具有顯著差異 ( $P < 0.01$ )。若Group V之試片再繼續以鑽石磨膏磨光後 (Group VI)，可發現其粗度值變小。但與Group V間則仍具有顯著差異 ( $P < 0.01$ )，然而與Group I間則不具有統計學上之意義。

Group I的相對差異係數 (CV) 在六組中為最大，Group II則為最小，表示上釉處理雖可得到最光滑的表面，但若於瓷粉填壓過程中沒有振盪完全；或於燒成過程中溫度控制不當，導致瓷粉顆粒間無法完全燒結 (sintering) 在一起，則可能造成之個別差異在六組中是最大的；而以白色磨粒研磨試片後，會使陶瓷表面變得非常粗糙，但此粗糙度在組內則是較一致的。

## 討 論

目前临床上所使用的牙科修復材料，以陶瓷對牙齦組織的親和性最好，此乃因陶瓷本身的性質以及其可以藉著一些表面處理的方式得到一非常平滑的表面<sup>21</sup>。Waerhaug<sup>22</sup>及Kuwata<sup>23</sup>二位學者曾指出，若修復物的表面愈平滑則牙齒斑附著的能力會大大地降低，因此造成牙齦組織發炎的機會也會減少。Henry等人<sup>8</sup>的研究則指出上釉的陶瓷為最衛生的表面。另外，基於美觀之考量，經常選用陶瓷作為修復材料的事實，是不可言喻的。但是牙科陶瓷也有其缺點，即其在表面張力 (surface tension) 下為一易脆的材料，存於陶瓷表面的微小裂隙 (microcracks) 會使此材料的強度降低<sup>1</sup>。McLean及Hughes<sup>8</sup>二位學者的研究報告則指出研磨過的陶瓷表面若沒有重新上釉會降低其抵抗骨折 (fracture) 的能力。Monasky及Taylor<sup>6</sup>

表一：試片經不同表面處理步驟之後的平均粗度值 (Ra)

組別	N	Mean ( $\mu\text{m}$ )	SD ( $\mu\text{m}$ )	CV (%)
Group I	5	0.20	0.03	15.00
Group II	5	1.23	0.06	4.88
Group III	5	0.81	0.08	9.88
Group IV	5	0.62	0.05	8.06
Group V	5	0.37	0.04	10.81
Group VI	5	0.24	0.03	11.50

N, 試片數目; Mean, 平均值; SD, 標準偏差; CV, 差異係數

\*磨光順序及器械:

Group I : Initial Glaze Control

Group II : Shofu Dura-White™ Stones

Group III : Shofu Dura-White™ Stones + Standard Ceramiste® Points

Group IV : Shofu Dura-White™ Stones + Standard Ceramiste® Points + Ultra Ceramiste Points

Group V : Shofu Dura-White™ Stones + Standard Ceramiste® Points + Ultra Ceramiste Points + Ultra II Ceramiste Points

Group VI : Shofu Dura-White™ Stones + Standard Ceramiste® Points + Ultra Ceramiste Points + Ultra II Ceramiste Points + Ney Diamond Polishing Paste

的研究也指出, 研磨過的陶瓷表面, 若沒有再上釉, 至少應被仔細磨光以減少其表面的粗糙程度。因此, 各種表面處理方法的最終目的不外乎是為了尋找一種除了再上釉之外, 可於診療室內迅速、有效地磨光陶瓷表面的方法, 或甚至取代傳統的上釉方式。

Sulik及Plekavich<sup>9</sup>指出, 對陶瓷而言, 任何磨光技術的成功程度決定於陶瓷修復物在製作過程中是否有填壓 (condensation) 完成。因為陶瓷內的氣泡不可能完全借助磨光而完全去除, 就如同自然上釉燒成的過程也是不可能完全去除陶瓷內部的氣泡, 二者是一樣的道理。若陶瓷填壓良好, 則愈可能利用磨光技術以便得到與上釉一樣光滑的表面。本研究中, 於瓷粉堆築的過程中使用超音波振盪器振盪30秒之目的, 即是為了使所有試片之瓷粉堆築能達到完全填壓之程度, 或至少儘量是均一之處理方式。

Zalkind等人<sup>10</sup>之研究証實了任何研磨器械都會使陶瓷的表面變得粗糙, 而接續的上釉過程可減少些粗糙度。然而, 陶瓷表面的粗糙度不可能僅靠上釉就可完全克服, 意謂著不可能

恢復未研磨前的平滑度。唯一可能的方法是在上釉前先行以氧化鋁粉末噴砂處理研磨過的表面, 再進行上釉燒成, 方可能到一與自然上釉一樣平滑的表面。Bessing及Wiktorsson<sup>17</sup>二位學者比較二種磨光方法之差異, 建議使用滑石粉及白堊 (chalk) 之磨光方法可能較適合於實驗室內操作, 而Porcelain Adjustment Kit雖然價格較為昂貴, 但可能是較適合於口內操作。Raimondo等人<sup>18</sup>之研究則建議在以鑽石磨膏磨光陶瓷前, 先以Shofu磨光系統平滑陶瓷表面, 但此研究僅以肉眼及SEM作定性觀察, 而此種評估方法是較不客觀的。基於上述三篇報告, 本研究使用Shofu Porcelain Adjustment Kit作為磨光器械之組合, 再加此鑽石磨膏, 以表面粗度計作較具客觀性的定量評估。另外, 雖然SEM照片可提供除了粗糙度以外的其餘訊息, 但這些訊息卻不易以統計的方法加以分析處理。這也是為什麼本研究捨棄電子顯微鏡 (SEM) 作為評估試片粗度的原因。

本研究中, 若試片之表面是維持其原本上釉的階段 (Group I), 則其表面是最平滑的, 粗度值最小。一旦以Porcelain Adjustment

Kit作連續性磨光後，可發現以Dura-White™ Stone研磨之表面最為粗糙（Group II）；但若再以Standard Ceramiste Point進行磨光（Group III），則試片表面可變得平滑些，粗度值較Group II為小；但即使一直磨光至此組合之最後一支時，即Ultra II Ceramiste Point（Group V），所得試片之平均表面粗度值仍高於上釉組（Group I）試片，且具有統計學上的意義（ $P < 0.01$ ）。此結果意謂著，以Shofu Porcelain Adjustment Kit作連續性磨光處理並不能得到與上釉一樣平滑的表面，更遑論若僅以此組合內的某一支器械或中斷此連續性磨光處理步驟了。但若於連續性磨光步驟處理之後，再以毛輪沾取一種市面上可得之鑽石磨膏進行最後磨光處理（Group VI），則所得試片之平均表面粗度值與上釉組（Group I）間不具有統計學之意義，但與完成連續性磨光處理步驟之試片（Group V）間仍有顯著差異（ $P < 0.01$ ）。此結果更証實了Shofu Porcelain Adjustment Kit對陶瓷試片之磨光效果是無法與上釉相比的，但若輔以鑽石磨膏則可得到與上釉匹比之表面。

對於陶瓷的表面究竟該多光滑才算是夠平滑呢？關於這點，則向未有研究報告。但是大多數的磨光系統所得之平均粗度值均低於牙釉質與牙釉質接觸區間的粗度值（ $0.64 \mu m$ ）<sup>24</sup>。當然，陶瓷的磨耗特性與其他復形材料或牙釉質不同，但在向未有報告研究陶瓷的磨耗與其他材料間的磨耗關係以前，基於各方面的考量，我們只能儘可能地使陶瓷修復表面達到愈平滑的程度愈好。

此外，本研究所使用的陶瓷試片在測量其平均表面粗度值（Ra）時，是可以不必刻意控制試片各層之厚度，但考慮到表面處理步驟可能影響陶瓷的強度<sup>1,8</sup>，及為了之後欲進行的彎曲強度測試（flexural strength test），則必須對試片各層的厚度嚴格控制。

## 結 論

本研究以表面粗度計來測量Shofu Porcelain Adjustment Kit及鑽石磨膏對本體陶瓷表面作磨光處理後的影響。根據本研究，可推得下列之結論：

1. 對陶瓷而言，上釉處理可得到最為光滑的表面。

2. Shofu Porcelain Adjustment Kit內的四種研磨及磨光器械，對陶瓷試片的表面處理效果，隨著研磨粒子愈來愈細，則所得之粗度值愈小；但與上釉之表面間均具有顯著差異（ $P < 0.01$ ）。
3. 使用此組合對陶瓷試片作連續性磨光處理無法得到與上釉表面一樣光滑的表面（ $P < 0.01$ ），但若再配合鑽石磨膏作最後磨光處理，則可得到與上釉表面匹比的平滑度（ $P > 0.05$ ）。
4. 臨床上使用此器械組合來磨光調整過的陶瓷修復物時，建議需作連續性磨光處理，並以毛輪沾取鑽石磨膏作最後磨光，方能得到可以接受的平滑度。

## 謝 誌

感謝中山醫學院專題研究計畫補助部分經費（計畫編號83-NS-B-008），特此致謝。

## 參考文獻

1. McLean JW. Science and Art of Dental Ceramics, Vol. I. The Nature of Dental Ceramics and their Clinical Use. Quintessence Publishing Co, Berlin, 1979.
2. Podshadley A, Harrison JD. Rat connective tissue response to pontic materials. J Prosthet Dent 1966; 16:110-118.
3. Henry PJ, Johnston JF, Mitchell DF. Tissue changes beneath fixed partial dentures. J Prosthet Dent 1966; 16:937-947.
4. Stein RS. Pontic residual ridge relationship: a research report. J Prosthet Dent 1966; 16:251-285.
5. Clayton JA, Green E. Roughness of pontic materials and dental plaque. J Prosthet Dent 1970; 23:407-411.
6. Monasky GE, Taylor DF. Studies on the wear of porcelain, enamel and gold. J Prosthet Dent 1971; 25:299-306.
7. Harrison A. Wear of combinations of acrylic resin and porcelain on an abrasion testing machine. J Oral Rehabil 1978;

- 5:111-115.
8. McLean JW, Hughes TH. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxide. *Brit Dent J* 1965; 119:251-267.
  9. Sulik WD, Plekavich EJ. Surface finishing of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 1981; 46:217-221.
  10. Schlissel ER, Newitter DA, Renner RR, Gwinnett AJ. An evaluation of post adjustment polishing techniques for porcelain denture teeth. *J Prosthet Dent* 1980; 43:258-265.
  11. Newitter DA, Schlissel ER, Wolff MS. An evaluation of adjustment and post adjustment finishing techniques on the surface of porcelain-bonded-to-metal crowns. *J Prosthet Dent* 1982; 48:388-395.
  12. Zalkind M, Lauer S, Stern N. Porcelain surface texture after reduction and natural glazing. *J Prosthet Dent* 1986; 55:30-34.
  13. Raimondo RL, Richardson JT, Wiedner B. Polished versus autoglazed dental porcelain. *J Prosthet Dent* 1990; 64:553-557.
  14. Scurria MS, Powders JM. Surface roughness of two polished ceramic materials. *J Prosthet Dent* 1994; 71:174-177.
  15. Smith GA, Wilson NHF. The surface finish of trimmed porcelain. *Br Dent J* 1981; 151:222-224.
  16. Klausner LH, Cartwright CB, Charbeneau GT. Polished versus autoglazed porcelain surfaces. *J Prosthet Dent* 1982; 47:157-162.
  17. Bessing C, Wiktorsson A. Comparison of two different methods of polishing porcelain. *Scand J Dent Res* 1983; 91:482-487.
  18. Patterson CJW, McLundie AC, Stirrups DR, Stat DA, Taylor WG. Refinishing of porcelain by using refinishing kit. *J Prosthet Dent* 1991; 65:383-388.
  19. Goldstein GR, Barnhard BR, Penugonda B. Profilometer, SEM, and visual assessment of porcelain polishing methods. *J Prosthet Dent* 1991; 65:627-634.
  20. Morrow RM, Brown Ce, Larkin JD, Bernui R, Rudd KD. Evaluation of methods for polishing porcelain denture teeth. *J Prosthet Dent* 1973; 30:222-226.
  21. Goldstein RE. *Esthetics in Dentistry*. JB Lippincott Co, Philadelphia, p.69, 1976.
  22. Waerhaug J. Presence or absence of plaque on subgingival restorations. *Scand J Dent Res* 1975; 83:193.
  23. Kuwata M. *Theory and Practice for Ceramo-Metal Restorations*. Quintessence Publishing Co, Chicago, P.100,1980.
  24. Willems G, Lambrechts P, Braem M, et al. The surface roughness of enamel-to-enamel contact areas compared with the intrinsic roughness of dental resin composites. *J Dent Res* 1991; 70:1299-1305.

## Effects of glazing, grinding and polishing treatment on the properties of dental porcelain surface

Yuh-Shiou Lu, Huey-Wen Yang, Ming-Fa Huang

In clinical practice, it is occasionally necessary to modify the occlusal relationships and contour of the ceramic restorations. This adjustment procedure will break the glazed surface. Based on the equipments, time and appointments, most dentists usually used some grinding and polishing instruments to smooth the surface instead of reglazing. The purpose of this study was to compare the effect of grinding, polishing and glazing on the surface properties of the ceramic restorations, in order to recommend an efficient and effective sequence for the polishing of the ceramic restorations which have had their autoglazed surface altered. Six groups, each consisting of

five specimens were subjected to glazing, polishing sequences of Shofu Porcelain Adjustment Kit and diamond polishing paste. The surfaces following each treatment were evaluated for average roughness (Ra) with a surface roughness tester. The results indicate that the glazed surface is the smoothest, while the surface adjusted with the Dura-White Stone is the roughest. Significant difference is existed between the sequential polishing method of Shofu Porcelain Adjustment Kit and the glazing ( $P < 0.01$ ). No significant difference is found in the resulting roughness values between the glazing and the diamond polishing paste ( $P > 0.05$ ).

Key words: glazing, grinding, polishing, roughness.