

เซรามิกอินเลย์ Ceramic Inlays

นิตยานันท์ จิตววรรณรัตน์¹, ภาวิศุทธิ แก่นจันทร์², นภาพร อัจฉริยะพิทักษ์²

¹ฝ่ายทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

²ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Nitayanan Jittawannarat¹, Pavisuth Kanjantra², Napaporn Adcharyapitak²

¹Dental Department, Khumeung Hospital, Buriram

²Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University.

ชม.ทันตสาร 2553; 31(2) : 17-25

CM Dent J 2010; 31(2) : 17-25

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเซรามิกส์ได้รับการพัฒนาให้มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี มีความแข็งแรงมากขึ้น จนสามารถนำมาใช้ในการบูรณะบริเวณฟันหลังได้ ทำให้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยเฉพาะงานที่เกี่ยวข้องกับความสวยงาม บทความนี้ได้กล่าวถึงการนำเซรามิกส์มาใช้ในการผลิตชิ้นงานอินเลย์ ซึ่งเป็นวัสดุบูรณะสำหรับฟันหลัง โดยอธิบายถึงข้อบ่งชี้และข้อห้ามของการรักษาด้วยเซรามิกอินเลย์ ขั้นตอนการทำงานในคลินิก ผลสำเร็จทางคลินิกและอัตราการอยู่รอดของวัสดุบูรณะ รวมทั้งสาเหตุของความล้มเหลวที่เป็นไปได้ โดยสรุปจากการศึกษาในปัจจุบัน

คำสำคัญ: เซรามิกส์ เซรามิกอินเลย์

Abstract

Due to improved ceramic materials and bonding techniques, ceramics have been increasingly used for posterior restorations especially those with highly aesthetic requirements. This paper surveys the current knowledge of ceramic inlay restorations, covering the indications and contra-indications, clinical treatment procedures, survival rates, clinical performance and also causes of failures in recent clinical studies.

Keywords: ceramics, ceramic inlays.

Corresponding Author:

ดร.ภาวิศุทธิ แก่นจันทร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50202

Dr. Pavisuth Kanjantra

Assistant Professor, Department of Restorative Dentistry and
Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University,
Chiang Mai 50202

Tel. 66-53-944457 E-Mail: dnrti002@chiangmai.ac.th

บทนำ

อินเลย์ (inlays) หมายถึง สิ่งบูรณะฟันที่มีลักษณะเป็นสิ่งบูรณะภายในตัวฟัน (intra-coronal restorations) โดยมีขอบเขตอยู่บริเวณด้านบดเคี้ยวและด้านประชิดของฟันหลัง การสร้างอินเลย์เป็นการบูรณะโดยอ้อม (indirect restorations) โดยสร้างวัสดุจากภายนอกช่องปากหลังกรอแต่งโพรงฟันแล้วนำมายึดในโพรงฟันที่เตรียมไว้ ซึ่งสามารถทดแทนเนื้อฟันที่สูญเสียไป มีความแนบสนิทกับผนังและขอบของโพรงฟัน (marginal adaptation) ที่เตรียมไว้⁽¹⁾ สามารถจำแนกประเภทของอินเลย์ตามวัสดุที่ใช้สร้างชิ้นงาน ดังนี้⁽¹⁾

อินเลย์โลหะ (metal inlays) นิยมใช้โลหะที่มีทองคำเป็นองค์ประกอบ มีข้อดีคือ สามารถสร้างขอบชิ้นงานได้แนบสนิทกับขอบของโพรงฟันที่เตรียมไว้ สามารถรีดขอบให้บาง เพื่อลดการเกิดรอยรั่วซึม (leakage) หรือการบุซ้ำ (secondary caries) บริเวณขอบได้ อย่างไรก็ตามอินเลย์โลหะมีข้อจำกัดที่สำคัญคือ สีไม่สวยงาม

อินเลย์สีเหมือนฟัน (tooth colored inlays) เนื่องจากปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันอย่างต่อเนื่องมากขึ้น อีกทั้งผู้ป่วยตระหนักเรื่องความสวยงามแม้ในฟันหลัง จึงมีการนำวัสดุสีเหมือนฟันมาใช้ในการบูรณะมากขึ้น โดยวัสดุสีเหมือนฟันที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ เรซินคอมโพสิต (resin composites) และเซรามิกส์ (ceramics) เรซินคอมโพสิตมีข้อดีคือ สร้างชิ้นงานง่าย สามารถทำเป็นวัสดุบูรณะโดยตรงในช่องปาก ซ่อมแซมได้ แต่มีการเปลี่ยนแปลงสีและความแข็งแรงไม่มากนัก เซรามิกส์มีข้อดีคือทนทานต่อการสึกสูง มีความเฉื่อย (inertness) เข้ากันกับเนื้อเยื่อได้ดี (biocompatibility) แต่มีความเปราะ (brittle) แตกหักง่ายในระหว่างขั้นตอนการรักษา ราคาสูง ซ่อมแซมได้น้อยหรือไม่ได้เลย เป็นต้น

เซรามิกอินเลย์

เซรามิกส์ถูกเริ่มนำมาใช้ตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 โดยในระยะแรกยังไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากมีการยึดติดต่ำ อยู่ในช่องปากได้ไม่นาน จนกระทั่งในปี 1984 Calamia และ Simonsen⁽²⁾ ได้ค้นพบวิธีปรับสภาพผิวเซรามิกส์ด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก (hydrofluoric acid) ทำให้การยึดติดของเซรามิกส์กับเรซินซีเมนต์ (resin cements) มีประสิทธิภาพ

ภาพมากขึ้น จึงมีการนำเซรามิกส์มาใช้อย่างแพร่หลาย โดยเริ่มจากใช้บูรณะฟันหน้า และได้มีการพัฒนาเซรามิกส์เรื่อยมา เพื่อให้มีคุณสมบัติที่ดี มีความแข็งแรงมากขึ้น สามารถใช้บูรณะฟันหลังได้ดี จนเป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะกรณีที่ต้องการความสวยงามสูง เช่น เซรามิกอินเลย์ และออนเลย์ (onlays) หรือสิ่งบูรณะเซรามิกส์ล้วน (all-ceramic restorations)

เซรามิกอินเลย์เป็นสิ่งบูรณะสีเหมือนฟันที่ใช้ทดแทนอินเลย์โลหะ เนื่องจากมีข้อดีด้านความสวยงามสูงและสามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีจากการใช้ร่วมกับเรซินซีเมนต์ อีกทั้งยังมีคุณสมบัติทางกายภาพดีกว่าเรซินคอมโพสิต อย่างไรก็ตามการเลือกใช้เซรามิกอินเลย์ จะต้องพิจารณาให้รอบคอบถึงข้อดี ข้อเสีย ทั้งต่อฟันที่ได้รับการบูรณะและฟันคู่สบ ตลอดจนเลือกใช้วัสดุในผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสม การรักษาจึงจะประสบความสำเร็จ^(3,4)

ข้อดี^(1,5)

- มีความสวยงามสูง แข็งแรง ทนทานต่อการบดเคี้ยว ด้านทนการสึก (wear resistance) และการขัดสี (abrasion) ได้ดี
- ลดอัตราการเสียวฟันหลังการบูรณะ เนื่องจากมีการหดตัวของวัสดุภายหลังการบ่มตัวเพียงเล็กน้อยจากเรซินซีเมนต์ที่ใช้ยึดชิ้นงาน
- มีความเข้ากันกับเนื้อเยื่อในช่องปากได้ดี มีการสะสมของคราบจุลินทรีย์ต่ำ จึงลดปัญหาการเกิดโรคปริทันต์รอบๆ ฟันที่บูรณะ
- สามารถสร้างรูปร่างฟันและด้านสัมผัสได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากเป็นการบูรณะโดยอ้อม จึงสามารถสร้างชิ้นงานจากภายนอกช่องปาก

ข้อด้อย^(1,5)

- การบูรณะด้วยเซรามิกอินเลย์ต้องใช้ซีเมนต์ยึดชิ้นงาน ทำให้มีแนวรอยต่อระหว่างชิ้นงานกับเนื้อฟัน (cement line) ซึ่งมักพบความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน หากแนวรอยต่อกว้างกว่าปกติ อาจทำให้เกิดการรั่วซึมตามขอบได้
- ต้องใช้เวลาในการรักษามากกว่า 1 ครั้ง
- แม้วัสดุจะมีความแข็งแรง แต่เปราะและแตกหัก

ได้ง่าย ดังนั้นต้องกรอแต่งโพรงฟันให้มีความลึกพอกับขนาดของวัสดุที่ให้ความแข็งแรงเพียงพอ และต้องระมัดระวังอย่างมากในขั้นตอนการลงชิ้นงาน

- ทำให้ฟันคู่สบซึ่งเป็นฟันธรรมชาติสึก โดยเฉพาะหากมีการกรอแต่งทางด้านบดเคี้ยวของชิ้นงาน เป็นเหตุให้ผิวเซรามิกส์ขรุขระ

- การซ่อมแซมทำได้ยาก หรืออาจทำไม่ได้เลย
- ราคาสูง

ข้อบ่งชี้

- รอยโรคขนาดเล็กถึงปานกลางในผู้ป่วยที่ต้องการความสวยงามสูง
- ผู้ป่วยที่แพ้โลหะ

ข้อห้าม

- ผู้ป่วยที่มีแรงบดเคี้ยวมากกว่าปกติ หรือมีนิสัยการทำงานนอกหน้าที่ (parafunctional habits)
- ขอบเขตของการบูรณะลึกลงไปใต้เหงือก (sub-gingival area) ไม่สามารถควบคุมความชื้นได้
- ฟันที่มีอาการเนื่องจากมีพยาธิสภาพของโพรงประสาทฟันและอาจต้องรับการรักษาคงรากฟัน
- ฟันที่มีอายุน้อย เนื้อฟันบางและมีโพรงประสาทฟันขนาดใหญ่ หรือฟันที่ยังมีการสะสมของแร่ธาตุ (mineralization) ยังไม่สมบูรณ์
- กรณีโพรงฟันแคบและลึกมาก อาจทำให้เกิดลักษณะคล้ายลิ้ม (wedging effect) ตอกแยกฟันให้แตกร้าวได้
- ผู้ป่วยมีสุขอนามัยช่องปากไม่ดี มีดัชนีฟันผุและคราบจุลินทรีย์สูง (high caries and plaque index)

วัสดุที่ใช้สร้างเซรามิกอินเลย์

เซรามิกส์ที่ใช้สร้างเซรามิกอินเลย์ในปัจจุบันแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ตามวิธีการสร้าง ดังนี้⁽⁴⁾

1. เฟลสปาติคพอร์ซเลนระบบดั้งเดิม (conventional feldspathic porcelain) ใช้เทคนิคการเผาขึ้นรูปผงพอร์ซเลนบนแบบจำลองทนความร้อน (refractory die) วัสดุที่ใช้เป็นพอร์ซเลนอุณหภูมิเผาต่ำ (low-fusing porcelain) หรือลิทัวไซด์ริอินฟอร์ซเฟลสปาติคพอร์ซเลน

(leucite-reinforced feldspathic porcelain) ตัวอย่าง ได้แก่ ออพเทคเอสพี (Optec HSP[®]) ดูซีแรมแอลเอฟซี (Duceram LFC[®])

2. เซรามิกส์ระบบใช้แรงดัน (pressable ceramics) ใช้ความดันและความร้อนหลอมอัดก้อนเซรามิกส์เข้าไปในเบ้าหล่อที่หลอมขี้ผึ้งออก (lost wax mold) วัสดุที่ใช้เป็นลิทัวไซด์เซรามิกส์ (leucite ceramics) ลิเทียมไดซิลิเกต (lithium disilicate) ตัวอย่าง ได้แก่ ไอพีเอสเอ็มเพรส (IPS Empress[®]) ไอพีเอสอีแมกซ์เพรส (IPS e.max[®] Press)

3. เซรามิกส์ที่ใช้ขบวนการกลึงด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (machinable ceramics using CAD/CAM control) ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ออกแบบและสั่งงานตัดแต่งชิ้นเซรามิกส์ (ceramic block) ให้ได้รูปร่างตามต้องการ ตัวอย่าง ได้แก่ ระบบซีเรค (CEREC system) โดยขึ้นเซรามิกส์ที่ใช้ อาจเป็นเฟลสปาติคพอร์ซเลน ลิทัวไซด์เซรามิกส์ หรือ ไมคาร์อินฟอร์ซกลาสเซรามิกส์ (mica-reinforced glass ceramics)

การเลือกใช้เซรามิกส์ชนิดใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละรายและคุณสมบัติของวัสดุ ควรศึกษาถึงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุแต่ละชนิดให้ดีก่อนเลือก

ขั้นตอนการสร้างเซรามิกอินเลย์

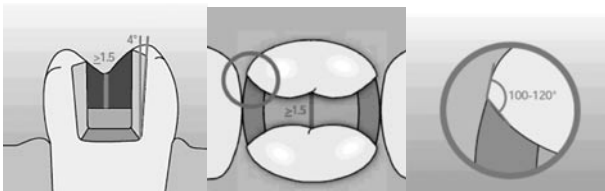
1. การกรอแต่งฟัน^(1,6)

การกรอแต่งฟันสำหรับเซรามิกอินเลย์มีความแตกต่างจากอินเลย์โลหะ กล่าวคือ

1. กำจัดเนื้อฟันผุและเคลือบฟันที่ไม่มีเนื้อฟันรองรับบูรณะรอยฟันที่สึกและปิดความคอดด้วยวัสดุกลาสไอโอโนเมอร์หรือเรซินคอมโพสิต

2. ในกรณีที่สูญเสียเนื้อฟันบริเวณยอดฟันไปบางส่วน หรือเหลือยอดฟันบางจากการสูญเสียเนื้อฟันมากจนกระทั่งมีโพรงฟันที่ส่วนเชื่อมต่อระหว่างยอดฟัน (isthmus) มากกว่า 2/3 จากร่องกลาง (central groove) ไปยังยอดฟัน ควรกรอตัดยอดฟัน (cusp reduction) ประมาณ 1.5-2 มม. เพื่อป้องกันการแตกหักของเซรามิกส์ และอาจแต่งเป็นขั้นบันได (step) ในกรณีที่ต้องการทดแทนยอดฟันทั้งหมด

3. กรอบเตรียมโพรงฟันตามขอบเขตที่กำหนดไว้ให้ได้ ความลึกที่เหมาะสม โดยมีลักษณะขอบเป็นช้อนลึก (deep chamfer margin) โพรงฟันด้านบดเคี้ยวมีลักษณะ ผายออก (occlusally divergence) 6-8 องศา ส่วนเชื่อม ต่อทางด้านบดเคี้ยว (occlusal isthmus) กว้าง 1.5-2 มม. โพรงฟันลึก (pulpal depth) 1.5-2 มม. ดังรูปที่ 1 รอยต่อขอบโพรงฟัน (cavosurface margin) วางอยู่บน ผิวเคลือบฟันที่แข็งแรง^(7,8) ด้านประชิดให้ผนังแนวฟัน (axial wall) ผายมากกว่า 6-10 องศา เพื่อให้สามารถ ถอดใส่ชิ้นงานง่าย และต้องระวังไม่ทำลายเนื้อฟันที่แข็งแรงออกมากเกินไปจนความจำเป็น ผนังแนวฟันลึก (axial depth) 1-1.5 มม.^(7,8) ด้านบรรจบผนังแนวฟันกับพื้นโพรง ฟัน (axio-pulpal line angle) มนกลม



รูปที่ 1 แสดงลักษณะโพรงฟันหลังกรอแต่งสำหรับเซรามิกอินเลย์^(7,8)

Figure 1 The dimension of tooth preparation for ceramic inlays

2. การสร้างวัสดุบูรณะชั่วคราว^(1,5)

การสร้างวัสดุบูรณะชั่วคราว (temporary restorations) ในระหว่างรอการรักษาขั้นสุดท้าย เพื่อปกป้องโพรงประสาทฟัน คงตำแหน่งและการสบฟันของฟันที่ถูกกรอแต่ง และคงสภาพเนื้อเยื่อโดยรอบ

ขั้นตอนการสร้างวัสดุบูรณะชั่วคราวมีดังนี้

1. ใช้แม่แบบซิลิโคน (silicone index) ซึ่งพิมพ์จากแบบจำลองฟันที่รูปร่างสมบูรณ์ ตัดแต่งให้ครอบคลุมบริเวณที่จะกรอแต่งทั้งหมด และสามารถนำเข้าไปวางในช่องปากให้แนบในตำแหน่งเดิม

2. กรอแต่งฟันให้ได้ลักษณะที่ต้องการ ทาสารหล่อลื่นบริเวณผิวโพรงฟันและบริเวณข้างเคียง

3. นำวัสดุอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวเอง (self-cured acrylic resin) ใส่ในแม่แบบซิลิโคนบริเวณฟันที่กรอแต่ง นำเข้าตำแหน่งเดิมในช่องปาก เมื่อวัสดุเริ่มก่อตัว ให้นำ

ออกมาและใช้ใบมีดตัดแต่งให้ได้รูปร่างตามต้องการ รอจนวัสดุก่อตัวเต็มที ก่อนนำกลับไปใส่ในช่องปาก

4. ตรวจสอบความแนบสนิทตามขอบ สัมผัสด้านประชิดและการกัดสบ กรอปรับแต่งรูปร่าง และการสบฟัน นำออกมาขัดแต่งให้ผิวเรียบมัน

5. ยึดด้วยซีเมนต์ชั่วคราวชนิดที่ไม่มียูจีนอล (temporary cement without eugenol) กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินและทำความสะอาดฟัน

3. การลองชิ้นงาน⁽¹⁾

1. เมื่อได้ชิ้นงานเซรามิกอินเลย์แล้ว นำมาตรวจสอบความแนบสนิทและรูปร่างชิ้นงานในแบบจำลอง

2. ถอดวัสดุบูรณะชั่วคราว ใส่แผ่นยางกันน้ำลาย (rubber dam) เพื่อควบคุมความชื้นซึ่งมีผลต่อปฏิบัติการก่อตัวและการยึดติดของซีเมนต์

3. ตรวจสอบชิ้นงานบนฟัน ดูความแนบสนิทและการสัมผัสกับฟันข้างเคียงโดยใช้วัสดุป้ายชี้บ่งจุดกด (pressure spot indicator) ไม่ควรทำการแก้ไขการกัดสบในขั้นตอนนี้ เนื่องจากเซรามิกมีความเปราะ อาจทำให้ชิ้นงานแตกหักได้ง่าย หากมีความจำเป็นให้ใช้หัวกรอปากเพชรชนิดละเอียด กรอแต่งด้วยความเร็วปานกลาง และใช้แรงเบาโดยไม่ต้องใช้น้ำ

4. เมื่อแก้ไขชิ้นงานจนได้ลักษณะที่ต้องการแล้ว ทำความสะอาดด้วยสารละลายอินทรีย์ (organic solvent) เช่น อะซิโตน (acetone) และทำการเตรียมพื้นผิวชิ้นงานต่อไป

4. การยึดชิ้นงานด้วยซีเมนต์

ปัจจุบันแนะนำให้ใช้เรซินซีเมนต์สำหรับการยึดชิ้นงานบูรณะประเภทเซรามิก เนื่องจากมีความแข็งแรงของการยึดสูงกว่าซีเมนต์ชนิดอื่น การละลายตัวในช่องปากน้อย สามารถยึดชิ้นงานเป็นเนื้อเดียวกับฟัน ทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรง ไม่แตกหักง่ายและลดการรั่วซึมตามขอบเนื้อฟันได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ยังมีหลายสีให้เลือก ช่วยให้ชิ้นงานมีสีใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ การยึดติดของเรซินซีเมนต์กับชิ้นงานเซรามิกเกิดจากการยึดติดทางเคมีและทางกลดังนี้^(9,10)

- การยึดติดทางกล ได้จากการเตรียมพื้นผิวเซรามิกส์ให้มีความขรุขระ ทำได้โดยการใช้กรดกัด (acid etching) ใช้ในการเตรียมพื้นผิว

เซรามิกส์ชนิดที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ (silica-based ceramics) เช่น เฟลสปาติก ลิวไฮดร็อกซีฟลูออโรเซรามิกส์ ลิเทียมไดซิลิเกต โดยกรดที่ใช้ คือ กรดไฮโดรฟลูออริก หรืออะซิดูเลทฟอสเฟตฟลูออไรด์ (acidulated phosphate fluoride, APF) ซึ่งกรดจะละลายส่วนของแมทริกซ์ (matrix) ทำให้เกิดรูพรุนระหว่างผลึกที่ทนกรด (acid resistance crystal) ที่เหลือบริเวณผิว ทำให้เกิดการยึดติดทางกลกับเรซินซีเมนต์

การใช้เครื่องเป่าทราย (airborn particle abrasion/sandblasting) ฟันอนุภาคของอลูมิเนียมออกไซด์ (aluminium oxide, Al₂O₃) ขนาดประมาณ 50 ไมครอน (micron) ไปยังผิวเซรามิกส์ที่มีออกไซด์เป็นส่วนประกอบ (oxide ceramics) เพื่อให้เกิดความขรุขระของพื้นผิวเซรามิกส์ ทำให้เกิดการยึดติดทางกลได้ การฟันอนุภาคของอลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมครอน ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดมากนัก ในทางตรงกันข้าม กลับทำให้เกิดการสูญเสียผิวเซรามิกส์และเพิ่มความเสี่ยงของการแตกร้าวภายใน ดังนั้นการเตรียมผิวเซรามิกส์กลุ่มที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ ใช้เพียงกรดไฮโดรฟลูออริกกัดผิวสามารถให้การยึดติดที่เพียงพอ

- การยึดติดทางเคมี ได้จากการทาสารไซเลน (silane/Y-Methacryloxypropyltrimetroxy-silane) ซึ่งเป็นไบฟังก์ชันแนลโมเลกุล (bifunctional molecule) ทำให้เกิดการยึดติดทางเคมีระหว่างส่วนประกอบอนินทรีย์ (inorganic phase) ของเซรามิกส์ ได้แก่ ซิลิกา (silica) กับส่วนประกอบอินทรีย์ (organic phase) ของเรซินซีเมนต์ นอกจากนี้การให้ความร้อนหลังจากการทาสารไซเลน จะช่วยส่งเสริมพันธะโควาเลนต์ระหว่างไซเลนและซิลิกา (silica-silane covalent bonding) ให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม การยึดติดทางเคมีของเซรามิกส์จากการทาสารไซเลน จะเกิดขึ้นในเซรามิกส์กลุ่มที่มีซิลิกาเป็นส่วนประกอบหลัก สำหรับเซรามิกส์ที่ไม่มีซิลิกา เช่น อะลูมิเนียมออกไซด์ (aluminum oxide) และเซอร์โคเนียมออกไซด์ (zirconium oxide) เซรามิกส์ต้องมีการเตรียมพื้นผิวที่แตกต่างไป

ในการยึดชิ้นงานเซรามิกส์ล้วนอาจใช้เรซินซีเมนต์ชนิดการบ่มด้วยแสง (light cured) หรือชนิดบ่มด้วยแสง (dual cured)⁽⁹⁾ โดย Bergman⁽⁶⁾ ได้แนะนำ

ให้ใช้เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงรูปแบบในการยึดครอบฟันบางส่วนชนิดเซรามิกส์ล้วน เนื่องจากให้ความแนบสนิทภายใน (internal adaptation) ที่ดีกว่าการยึดด้วยเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง อย่างไรก็ตาม Krämer และคณะ⁽¹¹⁾ พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 8 ปีเรซินซีเมนต์ทั้งสองชนิดให้ผลของการยึดติดไม่แตกต่างกัน

สำหรับการบูรณะฟันหลังที่มีขนาดโพรงฟันใหญ่และลึก ทำให้ชิ้นงานเซรามิกส์มีความหนาและทึบแสงมากขึ้น การใช้เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง จะเกิดการบ่มตัวได้สมบูรณ์กว่าชนิดบ่มด้วยแสง เนื่องจากซีเมนต์ในส่วนลึกที่แสงไม่สามารถส่องถึง จะสามารถบ่มตัวด้วยตนเองได้ ดังนั้นเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงแบบจึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน⁽⁴⁾

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งจากการใช้เรซินซีเมนต์ คือ การหดตัวจากปฏิกิริยาการบ่มตัว ทำให้เกิดรอยร้าวระหว่างผิวฟันกับชิ้นซีเมนต์ ซึ่งหากความกว้างมากกว่า 200 ไมครอน จะส่งผลให้ความแข็งแรงในการยึดลดลง เกิดการรั่วซึมและนำไปสู่ความล้มเหลวของการรักษาตามมา เช่น เกิดอาการเสียวฟันหลังบูรณะและการเกิดฟันผุซ้ำ จึงได้มีการนำสารยึดติด (dentin bonding agent) มาใช้เพื่อลดปัญหาดังกล่าว เนื่องจากสามารถยึดติดกับผิวฟันได้ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Sorensen และ Munksgaard⁽¹²⁾ พบว่า สารยึดติดไม่สามารถช่วยลดการเกิดช่องว่างจากการหดตัวของเรซินซีเมนต์ หลังการบ่มตัวได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงควรผลิตชิ้นงานให้มีความแนบสนิทกับโพรงฟันมากที่สุด เพื่อให้ชิ้นของเรซินซีเมนต์มีความบาง ลดโอกาสเกิดการหดตัวหลังการบ่มตัวของวัสดุ

ขั้นตอนการยึดชิ้นงาน⁽⁴⁾

1. เตรียมผิวชิ้นงานให้เกิดการยึดติดทางกลโดยการเป่าทรายหรือใช้กรดไฮโดรฟลูออริก ความเข้มข้นร้อยละ 5 กัดผิวชิ้นงานด้านใน 30-60 วินาที ขึ้นอยู่กับชนิดของเซรามิกส์ที่ใช้ ล้างและทาสารไซเลนเพื่อให้เกิดการยึดติดทางเคมี

2. ขัดโพรงฟันด้วยผงพัมมิส (pumice) ล้างให้สะอาด ใช้กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ความเข้มข้นร้อยละ 37 กัดผิวเคลือบฟัน 30 วินาทีและเนื้อฟันนาน

15 วินาที ล้างน้ำและเป่าให้มีลักษณะผิวฟันที่ยังมีความชื้น แล้วทาสารยึดติดทาตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

3. ใส่เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มตัวสองรูปแบบที่ด้านในชิ้นงาน วางเข้าที่ในโพรงฟันที่เตรียมไว้ ใช้แรงจากนิ้วมือกดชิ้นงานซ้ำๆ จนแนบสนิท กำจัดซีเมนต์ส่วนเกิน กดชิ้นงานซ้ำ เพื่อให้ซีเมนต์ส่วนเกินไหลออก จนกระทั่งชิ้นงานแนบสนิทดี ทำความสะอาดอีกครั้งด้วยแปรงและไหมขัดชอกฟัน ทากลิเซอริน (glycerin) บริเวณขอบเพื่อป้องกันการสัมผัสกับออกซิเจน จากนั้นฉายแสงทุกด้านเพื่อให้เรซินซีเมนต์บ่มตัวอย่างสมบูรณ์

ข้อควรระวัง: หากใช้เรซินซีเมนต์ชนิดที่ต้องผสม ระวังการกักเก็บฟองอากาศภายในเนื้อซีเมนต์ขณะผสม ซึ่งจะส่งผลให้ปฏิกิริยาการแข็งตัวของเรซินซีเมนต์ไม่สมบูรณ์ ทำให้คุณสมบัติวัสดุด้อยลง

4. หลังจากซีเมนต์บ่มตัวแล้ว ถอดแผ่นยางกันน้ำลาย ตรวจสอบการกัดสบด้วยกระดาษกัดสบ และขัดแต่งด้วยหัวกรอจากเพชรละเอียด จนได้การกัดสบที่ถูกต้อง ทั้งในตำแหน่งสบในศูนย์กลางและนอกศูนย์กลาง (centric and eccentric occlusion) ขัดแต่งผิวที่กรอให้เรียบมัน

5. หลังขัดแต่ง ตรวจสอบบริเวณด้านประชิดของฟัน หากพบซีเมนต์ส่วนเกินให้ใช้ใบมีดหรือหัวขูดหินน้ำลายกำจัดออก ขัดแต่งบริเวณขอบของวัสดุบูรณะด้วยหัวขัดซิลิโคนหรือดิสก์

6. เนื่องจากการลองชิ้นงานและการยึดด้วยซีเมนต์ มักจะมีการกรอบางส่วนของผิวเคลือบฟันออกไปจึงควรทาสารฟลูออไรด์ เพื่อป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุ (deminceralization) และส่งเสริมการคืนกลับแร่ธาตุของเนื้อฟัน (remineralization) ตามขอบของการบูรณะนั้น

อัตราการอยู่รอดและผลทางคลินิก (survival rates & clinical performance)

มีผู้ทำการศึกษาจำนวนมาก เกี่ยวกับผลทางคลินิก ในระยะยาวของการบูรณะฟันด้วยเซรามิกอินเลย์ในแต่ละระบบ ส่วนใหญ่พบว่าอัตราการอยู่รอดสูงและให้ผลที่ยอมรับได้ทางคลินิก อัตราการอยู่รอดของเซรามิกอินเลย์ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 88-97^(13,14,15,16) เซรามิกอินเลย์ระบบซีเรค และระบบใช้แรงดันช่วยเพิ่มความแข็งแรงแก่

ฟันให้สามารถต้านทานต่อการแตกหักได้ดี ให้ผลสำเร็จในระยะยาวสูงทั้ง 2 ชนิด^(17,18) การกรอแต่งโพรงฟันที่ถูกต้อง การเลือกใช้ระบบยึดติดและวิธียึดติดที่เหมาะสม ตำแหน่งของฟันที่ทำการบูรณะมีผลต่ออัตราการอยู่รอด^(13,15) โดยฟันกรามน้อยมีอัตราการอยู่รอดมากกว่าฟันกราม⁽¹³⁾ ปัญหาที่พบบ่อยมากที่สุด คือ การแตกตามขอบวัสดุ (marginal fracture) และการสึกของซีเมนต์ (cement wear)^(14,16)

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษากับผลสำเร็จของการรักษาด้วยเซรามิกอินเลย์กับวัสดุสีเหมือนฟันชนิดอื่นคือ เรซินคอมโพสิต พบว่ายังมีความขัดแย้งกันอยู่ โดย Thordrup และคณะ⁽¹⁹⁾ เปรียบเทียบอัตราการอยู่รอดระหว่างการบูรณะฟันหลังด้วยเซรามิกอินเลย์ระบบดั้งเดิมและซีเรค กับกลุ่มเรซินคอมโพสิตอินเลย์แบบวิธีโดยตรงและโดยอ้อม ร่วมกับการใช้เรซินซีเมนต์ พบว่าหลังการรักษา 10 ปี การบูรณะฟันด้วยอินเลย์ทุกกลุ่มมีอัตราการอยู่รอดที่ไม่แตกต่างกัน โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 70-80 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ในทางคลินิก อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Soares และคณะ⁽²⁰⁾ ซึ่งได้ทดสอบความต้านทานต่อการแตกหักในฟันกรามที่ถูกถอนมาบูรณะด้วยเซรามิกอินเลย์ระบบดั้งเดิมกับเรซินคอมโพสิตอินเลย์แบบโดยอ้อม ร่วมกับการใช้เรซินซีเมนต์ยึด พบว่าเซรามิกอินเลย์มีความต้านทานต่อการแตกหักต่ำกว่ากลุ่มเรซินคอมโพสิตอินเลย์ แต่รูปแบบการแตกหักจะมีความรุนแรงน้อยกว่ากลุ่มเรซินคอมโพสิตอินเลย์ ซึ่งมีการสูญเสียโครงสร้างฟันมากกว่าและมักลุกล้ำเข้าไปในส่วนของเนื้อเยื่อปริทันต์ด้วย

นอกจากนี้ยังมีผู้รายงานผลการรักษาทางคลินิกในระยะยาวของการบูรณะฟันหลังด้วยวัสดุหลายประเภท⁽¹⁷⁾ ได้แก่ อมัลกัม (amalgam) เรซินคอมโพสิต กลาสไอโอโนเมอร์ เซรามิกส์ โดยเปรียบเทียบกับทองคำ พบว่าการบูรณะฟันด้วยเซรามิกส์ระบบที่ใช้ขบวนการกรอด้วยคอมพิวเตอร์ มีอัตราความล้มเหลวน้อยที่สุดโดยใกล้เคียงกับทองคำ

ความล้มเหลวสำคัญที่พบ

การแตกหักของเซรามิกส์

จากรายงานการติดตามผลทางคลินิกในระยะยาว

ของการบูรณะฟันด้วยเซรามิกอินเลย์ พบว่า ความล้มเหลวที่พบมากที่สุด คือ การแตกหักของเซรามิกส์ โดยมีการศึกษามากมายถึงปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องต่อการแตกหักของเซรามิกส์ สรุปได้ดังนี้

- ความหนาของชั้นงานเซรามิกส์ (ceramic thickness) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการแตกหัก ควรออกแบบโพรงฟันให้มีช่องว่างเพียงพอสำหรับเซรามิกส์ ความหนาที่เหมาะสม คือ 1.5-2 มม. เพื่อให้เซรามิกส์มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการต้านทานการแตกหัก^(1,4,5,21)

- การออกแบบโพรงฟัน (cavity design) พบว่าการออกแบบโพรงฟันโดยทำการปกป้องยอดฟัน แบบต่างๆ ให้ความต้านทานต่อการแตกหักของเซรามิกส์ได้ไม่แตกต่างกัน^(21,22)

- วัสดุรองรับโพรงฟัน (base materials) พบว่าค่าอีลาสติกโมดูลัส (elastic modulus) ของวัสดุรองรับโพรงฟันมีผลต่อการต้านทานการแตกหักของเซรามิกส์ โดยการใช้วัสดุรองรับชนิดเรซินคอมโพสิตจะช่วยให้เซรามิกส์มีความต้านทานต่อการแตกหักได้ดีกว่าการใช้วัสดุกลาสไอโอโนเมอร์⁽²³⁾

- ชนิดของซีเมนต์ (types of cements) พบว่าการใช้เรซินซีเมนต์จะช่วยลดปัญหาการแตกหักของเซรามิกส์ได้ดีกว่าซีเมนต์ชนิดอื่น^(4,6,21,24)

- ชนิดเซรามิกส์ (types of ceramics) เซรามิกส์แต่ละชนิดมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อความแข็งแรงของเซรามิกส์โดยตรง อีกทั้งเซรามิกส์เป็นวัสดุที่เปราะ มีตำหนิอยู่ในเนื้อวัสดุ จึงแตกหักง่าย ดังนั้นควรเลือกชนิดเซรามิกส์ให้เหมาะสมกับการบูรณะ และปฏิบัติตามขั้นตอนการรักษาที่ถูกต้องเหมาะสมสำหรับเซรามิกส์แต่ละระบบ จึงช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้^(4,6)

การสึกของซีเมนต์

พบว่าการละลายตัวของเรซินซีเมนต์โดยรอบวัสดุบูรณะโดยเฉพาะในช่วงปีแรกของการรักษาทำให้เกิดช่องว่างที่มีความกว้างประมาณครึ่งหนึ่งของระยะจากขอบชั้นงานถึงขอบโพรงฟัน อย่างไรก็ตามยังพบปัญหานี้ไม่มากนัก

ปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ การเลือกชนิดของเรซินซีเมนต์ที่ดี โดยชนิดที่มีปริมาณวัสดุอุดแทรก (fillers)

มากและขนาดโมเลกุลใหญ่ จะมีความต้านทานต่อการสึกได้มากกว่า แต่ก็จะทำให้มีความหนืดสูงขึ้น นอกจากนี้ควรใช้ซีเมนต์ที่มีค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอเรชัน (degree of conversion) สูง และมีปริมาณวัสดุอุดแทรกเคลือบไซเลน (silainization fillers) ที่เหมาะสมตลอดจนการใช้งานตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้ซีเมนต์มีคุณสมบัติที่ดี ลดอัตราการละลายตัว หรือการทากลิเซอรินตามขอบวัสดุขณะก่อตัว เพื่อป้องกัน การเกิดขึ้นออกซิเจนบริเวณผิว (oxygen inhibited layer) ซึ่งจะทำให้ซีเมนต์บริเวณนั้นบวมตัวไม่สมบูรณ์ สูญเสียคุณสมบัติและเกิดการละลายตัวได้⁽⁶⁾

การรั่วซึมตามขอบ

ความแนบสนิทของชั้นงานบูรณะที่ไม่ดี ทำให้เกิดการละลายของซีเมนต์ตามรอยต่อหรือเกิดการรั่วซึมตามขอบ นำไปสู่การเกิดฟันผุซ้ำและสูญเสียการยึดติดของชั้นงานบูรณะ ปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อความแนบสนิท เช่น การเลือกชนิดเซรามิกส์ ควรเลือกใช้ชนิดที่สามารถผลิตชั้นงานให้มีความแนบสนิทสูง มีการรั่วซึมที่ขอบน้อย โดยค่าที่ยอมรับได้ไม่ควรเกิน 100 ไมครอน^(25,26) ซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนาการผลิตเซรามิกอินเลย์ ให้มีขอบที่สนิทดีขึ้น นอกจากนี้ชนิดของซีเมนต์และระบบยึดติดส่งผลต่อการรั่วซึมตามขอบเช่นกัน ซึ่งหลายการศึกษา^(10,12,21,24,26) พบว่าการใช้เรซินซีเมนต์จะเกิดการรั่วซึมตามขอบน้อยกว่าซีเมนต์ชนิดอื่น โดยควรเลือกใช้เรซินซีเมนต์ชนิดที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม เช่น ปริมาณสารวัสดุอุดแทรกไม่มากหรือน้อยเกินไปโดยพิจารณาจากความหนืดที่พอเหมาะ ทั้งนี้เพื่อให้ซีเมนต์มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะต้านทานต่อการสึก เพื่อลดปัญหาการหลุดตัวจากปฏิกิริยาการบวมตัวและให้ใช้งานได้สะดวก⁽⁹⁾

การเสียวฟัน

เกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น มีการสบสูง การรั่วซึมตามขอบหรืออาจเกิดจากขั้นตอนการเตรียมฟันในการยึดชั้นงาน เช่น การใช้กรดกัดผิวฟันและเนื้อฟันโดย Molin และ Karlsson⁽¹⁶⁾ พบว่าอาการเสียวฟันมักเกิดในช่วงแรกของการรักษา ไม่ได้เกิดขึ้นอย่างถาวร นอกจากนี้ Hayashi และคณะ⁽²⁷⁾ รายงานว่าการเกิดอาการเสียวฟัน

หลังบูรณะด้วยเซรามิกอินเลย์ชนิดไอพีเอสเอ็มเพรสหลัง การรักษาเป็นเวลา 1 ปี ไม่มีความแตกต่างจากวัสดุ บูรณะฟันหลังชนิดอื่น

การสึกของเซรามิกส์

ปัญหาการสึกของเซรามิกส์พบได้น้อย เมื่อเทียบกับ วัสดุบูรณะฟันชนิดอื่น โดยทั่วไปเซรามิกส์มีการสึกน้อยกว่าเรซินคอมโพสิต เนื่องจากสามารถต้านต่อการสึก มากกว่าเรซินคอมโพสิตถึง 2.5 เท่า⁽⁶⁾

การสึกของฟันคู่สบ

การทำให้ฟันธรรมชาติที่เป็นคู่สบสึก เป็นปัญหา สำคัญที่พบในการบูรณะฟันด้วยเซรามิกส์ ซึ่งปัจจัยที่มี ผลต่อการสึกของฟันได้แก่ ความเรียบของผิวเซรามิกส์ ลักษณะและโครงสร้างของเซรามิกส์ ตลอดจนกระบวนการ ผลิตเซรามิกส์นั้นๆ ทำให้เซรามิกส์ต่างชนิด ต่าง ระบบ มีผลทำให้ฟันคู่สบสึกมากน้อยต่างกัน โดยพอร์ซ- เลนคุณภาพมีค่าต่ำ เช่น ดุซีแรมแอลเอฟซี ทำให้ฟันสึก น้อยกว่าเซรามิกส์กลุ่มอื่น⁽²⁸⁾ ในกลุ่มเซรามิกส์ระบบใช้ แรงดัน พบว่าไอพีเอสอีแมกซ์เพรสทำให้ฟันสึกมากกว่า ไอพีเอสเอ็มเพรส⁽²⁹⁾ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันบริษัทผู้ ผลิตได้คำนึงถึงปัญหานี้มากขึ้นและได้มีการพัฒนาผลิต- ภัณฑ์เพื่อลดปัญหาดังกล่าว เช่น วีตาบล็อค มาร์กทู (Vitablocs Mark II) ซึ่งปรับปรุงขนาดอนุภาคให้เล็กลง และมีความละเอียดมากขึ้น⁽²⁸⁾

สรุป

การบูรณะฟันด้วยเซรามิกอินเลย์ เป็นอีกทางเลือก หนึ่งใน การบูรณะฟันหลังแบบอนุรักษ์ที่ต้องการความ สดงามสูง รายงานทางคลินิกจำนวนมากพบว่าให้ผล การรักษาในระยะยาวที่ดี เป็นที่ยอมรับได้ในทางคลินิก ทั้งนี้มีปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการรักษา เช่น ปัจจัยจากตัวผู้ป่วยเอง ได้แก่ สภาพาสุภาพช่อง ปาก ขนาดของรอยโรค พฤติกรรมการเคี้ยวอาหาร ความ ร่วมมือในการรักษาและการดูแลสุขภาพช่องปากของ ตนเอง และปัจจัยจากทันตแพทย์ผู้ทำการรักษาที่ต้องมี ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในการวางแผนการรักษา ให้การรักษาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ตลอดจนมีความ

ตระหนักเอาใจใส่ในทุกขั้นตอนของการรักษาเป็นอย่างดี รวมถึงมีการติดตามผลการรักษาอย่างต่อเนื่อง จึงจะนำ ไปสู่ผลสำเร็จที่ดีในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

1. Kantorowicz GF, Howe LC, Shortall AC. *Inlays Crowns & Bridges; A Clinical Handbook*. 5th ed. Bristol: Wright; 1998.
2. Calamia J, Simonsen R. Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain. *J Dent Res* 1984; 63: 179.
3. เฉลิมพล ลี้ไวโรจน์. วีเนียร์ : ศาสตร์และศิลป์ขั้นสูง งานทันตกรรมเพื่อความสวยงาม. กรุงเทพฯ: พระราชนิติศาสตร์; 2546.
4. Meyer A Jr, Cardoso LC, Araujo E, Baratieri LN. Ceramic inlays and onlays: Clinical procedures for predictable results. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15(6): 338-351.
5. Roberson T, Heyman H, Swift E. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. 4th ed. St.Louis: Mosby; 2001.
6. Bergman MA. The clinical performance of ceramic inlays: A review. *Aust Dent J* 1999; 44(3): 157-168.
7. Cerec preparation guideline; Available from: <http://www.ivoclarvivadent>.
8. VITABLOCS product for CEREC; Available from; <http://www.vident.com/product/cadcam>.
9. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 2003; 89(3): 268-274.
10. Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, Fonseca RB. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: A literature review. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17(4): 224-235.
11. Kramer N, Taschner M, Lohbauer U, Petschelt A, Frankenberger R. Totally bonded ceramic inlays and onlays after eight years. *J Adhes Dent* 2008; 10(4): 307-314.

12. Sorensen JA, Munksgaard EC. Relative gap formation of resin-cemented ceramic inlays and dentin bonding agents. *J Prosthet Dent* 1996; 76(4): 374-378.
13. Fuzzi M, Rappelli G. Survival rate of ceramic inlays. *J Dent* 1998; 26(7): 623-626.
14. Hayashi M, Tsuchitani Y, Kawamura Y, Miura M, Takeshige F, Ebisu S. Eight-year clinical evaluation of fired ceramic inlays. *Oper Dent* 2000; 25(6): 473-481.
15. Stoll R, Cappel I, Jablonski-Momeni A, Pieper K, Stachniss V. Survival of inlays and partial crowns made of IPS empress after a 10-year observation period and in relation to various treatment parameters. *Oper Dent* 2007; 32(6): 556-563.
16. Molin MK, Karlsson SL. A randomized 5-year clinical evaluation of 3 ceramic inlay systems. *Int J Prosthodont* 2000; 13(3): 194-200.
17. Pallesen U, van Dijken JW. An 8-year evaluation of sintered ceramic and glass ceramic inlays processed by the Cerec CAD/CAM system. *Eur J Oral Sci* 2000; 108(3): 239-246.
18. Stappert CF, Att W, Gerds T, Strub JR. Fracture resistance of different partial-coverage ceramic molar restorations: An in vitro investigation. *J Am Dent Assoc* 2006; 137(4): 514-522.
19. Thordrup M, Isidor F, Horsted-Bindslev P. A prospective clinical study of indirect and direct composite and ceramic inlays: ten-year results. *Quintessence Int* 2006; 37(2): 139-144.
20. Soares CJ, Martins LR, Pfeifer JM, Giannini M. Fracture resistance of teeth restored with indirect-composite and ceramic inlay systems. *Quintessence Int* 2004; 35(4): 281-286.
21. Federlin M, Krifka S, Herpich M, Hiller KA, Schmalz G. Partial ceramic crowns: Influence of ceramic thickness, preparation design and luting material on fracture resistance and marginal integrity in vitro. *Oper Dent* 2007; 32(3): 251-60.
22. Soares CJ, Martins LR, Fonseca RB, Correr-Sobrinho L, Fernandes Neto AJ. Influence of cavity preparation design on fracture resistance of posterior leucite-reinforced ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 2006; 95(6): 421-429.
23. Banditmahakun S, Kanchanasavita W, Kuphasuk W, Kuphasuk C. The effect of base materials with different elastic moduli on the fracture loads of machinable ceramic inlays. *Oper Dent* 2005; 31(2): 180-187.
24. Gemalmaz D, Ozcan M, Alkumru HN. A clinical evaluation of ceramic inlays bonded with different luting agents. *J Adhes Dent* 2001; 3(3): 273-283.
25. Liu PR. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent* 2005; 26(7): 507-512.
26. Iida K, Inokoshi S, Kurosaki N. Interfacial gaps following ceramic inlay cementation vs direct composites. *Oper Dent* 2003; 28(4): 445-452.
27. Hayashi M, Wilson NHF, Yeung CA. Systematic review of ceramic inlays. *Clin Oral Invest* 2003; 7: 8-19.
28. Al-Hiyasat AS, Saunders WP, Sharkey SW, Smith GM, Gilmour WH. Investigation of human enamel wear against four dental ceramics and gold. *J Dent* 1998; 26(5-6): 487-495.
29. Heintze SD, Cavalleri A, Forjanic M, Zellweger G, Rousson V. Wear of ceramic and antagonist -A systematic evaluation of influencing factors in vitro. *Dent Mater* 2008; 24(4): 433-449.