บทความปริทัศน์
Review Article

เรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้
Flowable Resin Composites

ทวีศักดิ์ ประสานสุทธิพร
ภาควิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Taweesak Prasansuttiporn
Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม.ทันตสาร 2549; 27(2) : 89-101
CM Dent J 2006; 27(2) : 89-101

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการใช้วัสดุบูรณะฟันชนิดสีเหมือนฟันกันอย่างแพร่หลาย ในส่วนของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตนั้นได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สามารถจำแนกวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิต ได้จาก ขนาดของวัสดุอัดแทรก ความทึบแสงของเนื้อวัสด รวมถึงความข้นหนืดของเนื้อวัสดุ ในด้านของความข้นหนืดนั้น ได้มีความพยายามที่จะพัฒนาให้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตมีความแนบสนิทกับโพรงฟันมากที่สุด จึงมีการคิดค้นวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติดังกล่าว คือ "วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้" และด้วยเหตุที่เรซิน คอมโพสิตชนิดนี้มีความข้นหนืดต่ำและมีการไหลแผ่สูง จึงทำให้มีการใช้เรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ในการบูรณะรอยโรค หรือใช้ร่วมกับวัสดุบูรณะชนิดอื่น ในการรักษารอยโรคฟันผุอย่างกว้างขวาง

คำไขรหัส: เรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ ความข้นหนืดต่ำ ความแนบสนิท

Abstract

In the age of tooth-color restoration, the resin composites have been developed for tooth restorations. The resin composites are classified by sizes of inorganic fillers, opacities or viscosities of matrix. There is an attempt to improve the adaptability of restorative materials by decreasing their viscosity. A new type of resin composites which is call ìFlowable resin compositesî has been developed and they are different viscosity and flow ability from conventional resin composites. Nowadays the flowable resin composites have become more widely used to restore defective and carious teeth or use with other restorative materials.

Key words: flowable resin composites, low viscosity, adaptation

บทนำ

วัสดุบูรณะฟันชนิดเรซิน คอมโพสิต (resin composites) ได้ถูกนำมาใช้ในการบูรณะฟันบริเวณที่ต้องการความสวยงาม เนื่องจากมีสีใกล้เคียงฟันธรรมชาติและการกรอเตรียมโพรงฟันจะอนุรักษ์เนื้อฟันไว้ได้มากกว่าเมื่อเทียบกับวัสดุบูรณะชนิดอื่นๆ เช่น อมัลกัม (amalgam) แต่ไม่สามารถใช้ในบริเวณที่ต้องการรับแรงบดเคี้ยวมากๆ ได้ เพราะวัสดุชนิดเรซิน คอมโพสิตมีความแข็งแรงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับอมัลกัม จึงได้มีความพยายามในการพัฒนาความแข็งแรงของวัสดุชนิดเรซิน

คอมโพสิต จนทำให้สามารถนำมาใช้ในการบูรณะฟันหลังหรือบริเวณที่ต้องการความแข็งแรงได้ นอกจากนี้ยังมีความพยายามในการเพิ่มความแนบสนิทของวัสดุบูรณะชนิดเรซิน คอมโพสิตกับผนังของโพรงฟัน ซึ่งโดยปรกติวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตนั้นเพื่อให้สามารถปั้นแต่งได้ง่ายในช่องปากจะมีความข้นหนืดค่อนข้างสูง เป็นผลให้มีการไหลแผ่ที่ลดลง จึงมีความพยายามในการคิดค้นวัสดุบูรณะฟันชนิดเรซิน คอมโพสิตที่มีความข้นหนืดต่ำมีการไหลแผ่สูง ทำให้วัสดุมีความแนบสนิทกับโพรงฟันได้เป็นอย่างดีโดยไม่ต้องใช้แรงกดอัด และเริ่มมีการนำมาใช้งานจริงในช่วงปีค.ศ.1990s ในชื่อของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ (flowable resin composites)

การจำแนกและองค์ประกอบของเรซิน คอมโพสิต

วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตที่ใช้งานได้โดยตรงในช่องปากในปัจจุบันเราสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทตามความข้นหนืดของเนื้อวัสดุคือ[1]

1. วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป (conventional resin composites) เช่น Filtek™ Z250, Filtek™ Z350, Ceram •X™, Tetric® ceram, Premisa™

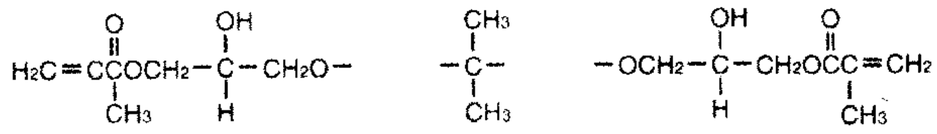
2. วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดกดอัดได้ (Packable resin composites) เช่น Surefill®, Filtek™ P60, X-tra fill®

3. วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ (flowable resin composites) เช่น Revolution®2, Tetric® flow, Filtek™ flow, Admira® flow

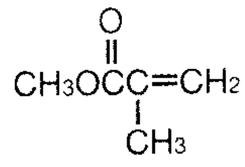
ภาพที่ 1 *แสดงตัวอย่างวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้*

ทั้งนี้องค์ประกอบหลักของเรซิน คอมโพสิตที่มีผลต่อความข้นหนืดมีอยู่ 2 ส่วน คือเรซิน เมทริกซ์ (resin matrix) และวัสดุอัดแทรก (filler) ซึ่งชนิดของเรซิน เมทริกซ์และปริมาณของวัสดุอัดแทรก จะเป็นตัวหลักในการควบคุมความข้นหนืดของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดนั้นๆ

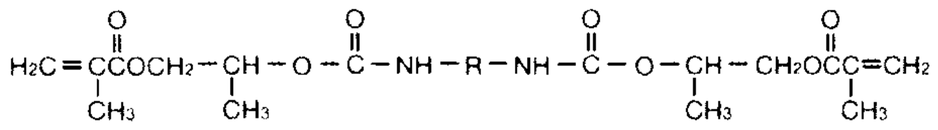
เรซินเมทริกซ์ที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ 2,2-bis-(4(2-hydroxy3-methacryloxy-propyloxy)-phenyl)-propane (Bis-GMA) เป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ทำให้เกิดการหดตัวเมื่อเกิดพอลิเมอไรเซชัน (polymerization shrinkage) น้อยแต่มีความข้นหนืดสูง ไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้งาน ทำให้ต้องมีการผสมเรซินกลุ่มเมทิลเมทาคริเลต (Methy methacrylate, MMA) ลงไปจึงจะได้ความข้นหนืดที่เหมาะสมกับการใช้งานในช่องปาก โดยเรซินเหล่านี้จะมีขนาดโมเลกุลที่เล็กกว่า Bis-GMA ทำให้มีความข้นหนืดน้อยกว่า แต่ส่งผลให้เกิดการหดตัวเมื่อเกิดปฏิกิริยาพอลีเมอร์ที่มากขึ้น โดยเรซินกลุ่ม MMA ที่เติมลงไปส่วนมากจะระเหิดได้ง่าย ทำให้อายุการใช้งานหรือการเก็บรักษาสั้น มีเพียงบางชนิดที่เกิดการระเหิดน้อยจึงนิยมนำมาใช้งานร่วมกับ Bis-GMA เพื่อลดความข้นหนืดของเรซินคอมโพสิตได้แก่ ยูริเทนไดเมทาคริเลต (Urethane dimethacrylate, UDMA) และ ไตรเอทิลีนไกลคอลไดเมทาคริเลต (Triethyleneglycol dimethacrylate, TEGDMA)[2]



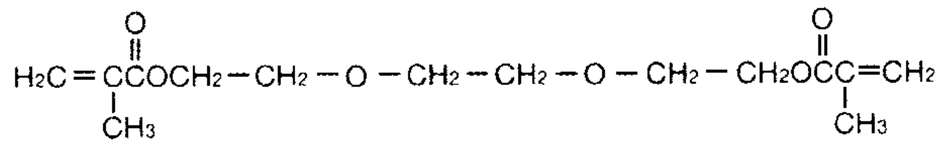
ภาพที่ 2 *แสดงสูตรแบบเส้นของโมเลกุล 2,2-bis-(4(2-hydroxy3-methacryloxy-propyloxy)-phenyl)-propane (Bis-GMA)*[2]



ภาพที่ 3 *แสดงสูตรแบบเส้นของโมเลกุลเมทิลเมทาคริเลต (MMA)*[2]

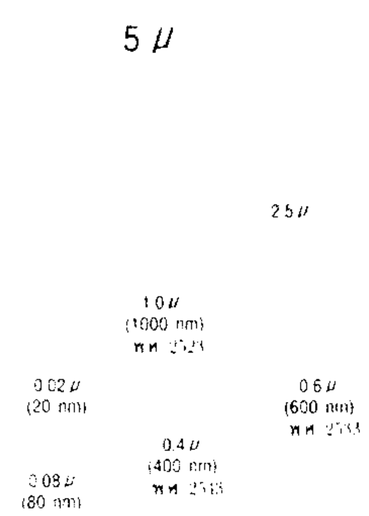


ภาพที่ 4 *แสดงสูตรแบบเส้นของโมเลกุลยูริเทนไดเมทาคริเลต (UDMA)*[2]



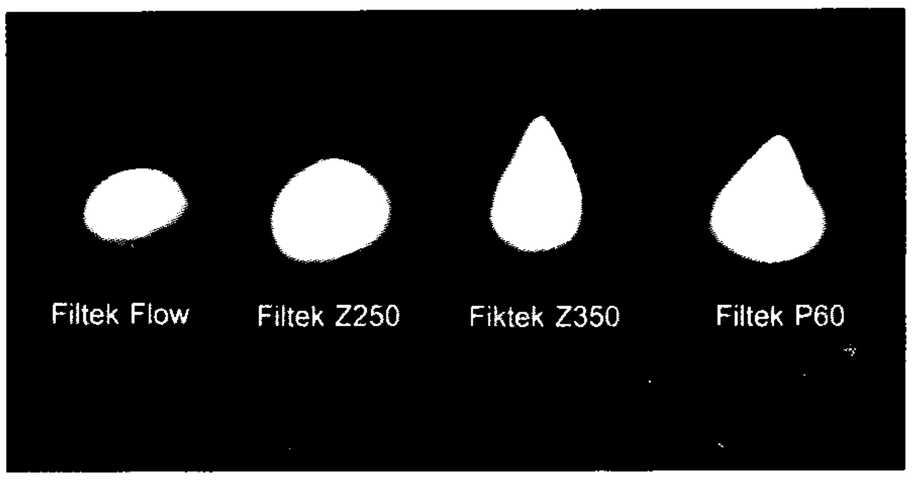
ภาพที่ 5 *แสดงสูตรแบบเส้นของโมเลกุลไตรเอทิลีนไกลคอลไดเมทาคริเลต (TEGDMA)*[2]

วัสดุอัดแทรกที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่คือ ซิลิกา (silica) ความข้นหนืดของเรซิน คอมโพสิตนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณและขนาดของวัสดุอัดแทรก โดยเรซิน คอมโพสิตที่มีปริมาณของวัสดุอัดแทรกมากจะมีความข้นหนืดมาก และเรซิน คอมโพสิตที่มีขนาดของวัสดุอัดแทรกเล็กก็จะมีความข้นหนืดมาก

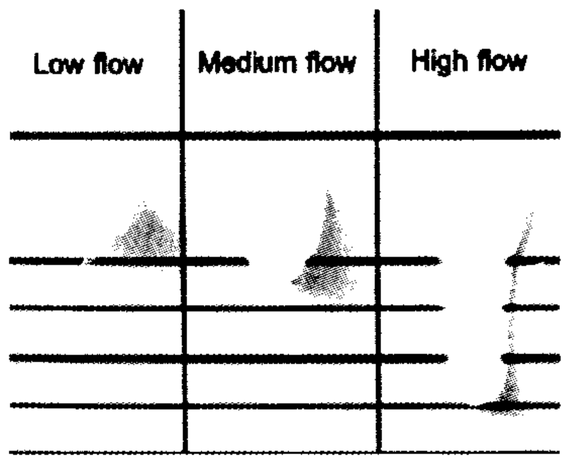


ภาพที่ 6 *แสดงภาพจำลองวัสดุอัดแทรกขนาดต่างๆ*[1]

ด้วยเหตุนี้การผลิตวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ ในส่วนของเรซิน เมทริกซ์จึงต้องมีเรซินกลุ่ม MMA ผสมลงไปมากขึ้นเมื่อเทียบกับวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไปและวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดกดอัดได้ เพื่อลดความข้นหนืดลงร่วมกับการลดปริมาณวัสดุอัดแทรก โดยจะมีปริมาณน้อยกว่าที่เติมลงในวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป ประมาณ ร้อยละ 20-25[3] หรือคิดเป็น ร้อยละ 60-70 โดยน้ำหนักและร้อยละ 46-70 โดยปริมาตร[4]



ภาพที่ 7 *แสดงลักษณะความข้นหนืดของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ (Filtek™ Flow), วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป (Filtek™ Z250, Filtek™ Z350), วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดกดอัดได้ (Filtek™ P60)*



ภาพที่ 8 *แสดงการไหลแผ่ของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ ที่มีหลายความข้นหนืด*

ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบแล้วจึงทำให้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ มีคุณสมบัติต่างๆ ด้อยลงเมื่อเทียบกับวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป เช่นมีความแข็งแรงของวัสดุลดลง โดยค่ากำลังแรงดัดโค้ง (flexural strength) ของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ มีค่าน้อยกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ[5] แต่ทั้งนี้มีการศึกษาเกี่ยวกับค่าความเหนียวในการแตก (fracture toughness) ของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ 9 ชนิดพบว่าปริมาณของวัสดุอัดแทรกที่เติมลงในวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้แต่ละชนิดนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับการต้านทานการแตกหัก[6] แต่ปริมาณของวัสดุอัดแทรกมีผลต่อการต้านทานการสึกกร่อน (wear) โดยพบว่าถ้าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้มีวัสดุอัดแทรกมากจะต้านทานการสึกกร่อนได้ดี[7] ในส่วนของการหดตัวเมื่อเกิดปฏิกิริยาพอ-

ลิเมอร์นั้นจะมีมากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองที่มีการนำวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ 22 ชนิดมาทดสอบหาค่าการหดตัวเมื่อเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์พบว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ มีค่าการหดตัวเมื่อเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ที่มากกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญ[8] แต่บางรายงานการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของการหดตัวเมื่อเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ระหว่างวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ กับวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป[9]

ตารางที่ 1 *แสดงค่ากำลังดัดโค้งของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้หลายชนิด*[5]

Flexural strength at 24 hours

Test material	Mean flexural strength±SD(MPa)
Filtex Z250	117.4±19.2
Tetric Flow	102.0±10.6
Dyract AP	98.9±19.9
Revolution Formula 2	97.4±9.2
Dyract Flow	89.4±12.0
PermaFlo	88.9±15.6
Filtek Flow	18.73±1.3
Compoglass Flow	86.5±12.3
Aelite Flo	83.7±10.7
Heliomolar Flow	78.12±8.5
Wave	66.9±12.0

Flexural strength at 1 month

Test material	Mean flexural strength±SD(MPa)
Filtex Z250	95.6±10.6
Dyract AP	91.8±11.7
Revolution Formula 2	88.71±6.3
Filtek Flow	77.4±28.5
Tetric Flow	77.0±9.3
Aelite Flo	76.3±7.9
Wave	76.3±6.9
Compoglass Flow	74.7±7.1
Heliomolar Flow	72.5±9.2
PermaFlo	67.2±4.6
Dyract Flow	61.1±9.5

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ถูกนำมาใช้ในการบูรณะรอยโรคคือการไหลแผ่ที่ดี ทำให้มีความแนบสนิทกับผนังของโพรงฟันเกิดชั้นที่แนบสนิทสูง (super-adaptive layer)[1] และการที่มีค่าอีลาสติคโมดูลัส (modulus of elasticity) ที่ต่ำกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป[5] ทำให้มีการนำมาใช้ในการรองพื้นโพรงฟันเป็นชั้นดูดซับแรง (Shock absorber layer)[1] ให้กับวัสดุบูรณะเมื่อใช้งานในช่องปาก

ตารางที่ 2 *แสดงค่าอีลาสติคโมดูลัสของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้หลายชนิด*[5]

Modulus of elasticity at 24 hours

Test material	Mean flexural strength±SD(MPa)
Filtex Z250	11.6±1.4
Dyract AP	9.1±1.0
PermaFlo	6.0±0.7
Tetric Flow	5.4±1.1
Filtek Flow	5.1±1.5
Dyract Flow	5.1±0.8
Compoglass Flow	4.4±0.6
Revolution Formula 2	4.2±0.5
Aelite Flo	4.2±0.4
Heliomolar Flow	3.9±0.4
Wave	2.8±0.7

Modulus of elasticity at 1 month

Test material	Mean flexural strength±SD(MPa)
Filtex Z250	10.8±0.8
Dyract AP	9.8±0.9
PermaFlo	5.5±0.6
Revolution Formula 2	5.0±0.6
Filtek Flow	4.8±0.9
Tetric Flow	4.6±0.6
Aelite Flo	4.2±0.6
Dyract Flow	4.2±0.7
Wave	4.1±0.9
Compoglass Flow	3.8±0.6
Heliomolar Flow	3.2±0.3

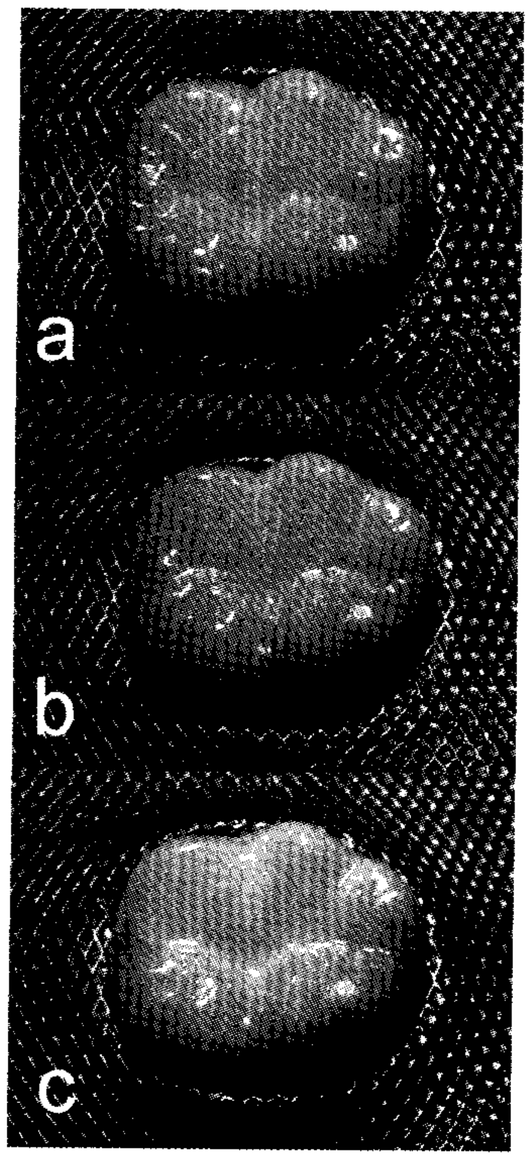
การใช้งานวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้

การเคลือบหลุมร่องฟัน (Sealant): ในบริเวณหลุมร่องฟันที่ลึก Paedi V และคณะ ในปี 2006 ได้ทำการศึกษาทดลองในด้านการรั่วซึมตามขอบเมื่อใช้สารเคลือบหลุมร่องฟัน วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ วัสดุบูรณะคอมโพเมอร์ชนิดไหลแผ่ได้และเรซิน มอดิฟายด์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (RMGI) เป็นวัสดุในการเคลือบหลุมร่องฟัน โดยมีขั้นตอนการใช้งานวัสดุที่นำมาทดลองและเตรียมผิวฟันตามคำแนะนำของ

บริษัทผู้ผลิต พบว่าวัสดุทั้ง 4 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในด้านของการรั่วซึมตามขอบ[10]

เมื่อใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ในการเคลือบหลุมร่องฟัน Francescut P และคณะ ในปี 2006 ได้ทำการทดสอบการเตรียมผิวฟันด้วยวิธีต่างๆ คือ การใช้เครื่องพ่นผงขัด การใช้หัวกรอความเร็วสูงและการใช้แสงเลเซอร์เพื่อทดสอบการรั่วซึมตามขอบพบว่าการเตรียมผิวฟันโดยใช้ผงขัดป้องกันการรั่วซึมได้ดีที่สุด[11] และ Youssef MN และคณะ ในปี 2006 ได้ศึกษาการเตรียมผิวฟันด้วยด้ามกรอความเร็วสูงร่วมกับการใช้กรดกัดผิวฟัน การใช้แสงเลเซอร์ร่วมกับการใช้กรดกัดผิวฟันและการใช้แสงเลเซอร์เพียงอย่างเดียว เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้กรดกัดผิวฟันที่มีต่อการป้องกันการรั่วซึมตามขอบเมื่อใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ในการเคลือบหลุมร่องฟัน พบว่ากลุ่มที่ใช้กรดกัดป้องกันการรั่วซึมตามขอบได้ดีกว่า[12] นอกจากนี้ได้มีความพยายามในการนำวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้มาใช้แทนสารยึดติด (bonding agent) โดย Frankenberger R และคณะ ในปี 2002 เพื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของการยึดติด (Bond strength) แต่พบว่าไม่สามารถใช้ทดแทนกันได้ เนื่องจากให้ค่าแรงของการยึดติดที่น้อย เพราะเมื่อตรวจดูที่กำลังขยายสูงแล้วพบว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ไม่เกิดการแทรกซึมลงไปในเนื้อฟันและเคลือบฟันได้อย่างสมบูรณ์เหมือนสารยึดติดจริง[13]

ดังนั้นจากการศึกษาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ มาใช้แทนสารเคลือบหลุมร่องฟันนั้นจะเห็นว่าเราสามารถที่จะใช้วัสดุชนิดนี้มาทำการเคลือบหลุมร่องฟันได้โดยจะต้องทำการเตรียมผิวฟันโดยการขัดฟัน ตามด้วยการใช้กรดกัดผิวฟันร่วมกับการใช้สารยึดติด ก่อนเคลือบหลุมร่องฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ ถึงแม้ว่าขั้นตอนดังกล่าวจะมีความซับซ้อนกว่าการใช้สารเคลือบหลุมร่องฟันตามปรกติ แต่มีข้อดีคือ วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีกว่าสารเคลือบหลุมร่องฟันปรกติ



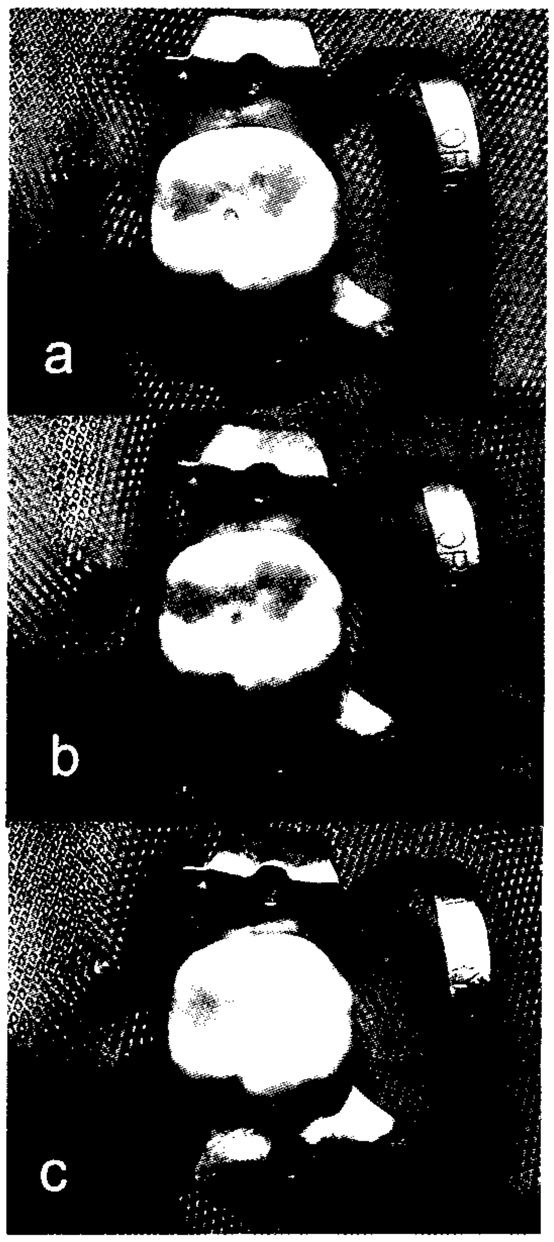
ภาพที่ 9 *แสดงการเคลือบหลุมร่องฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ a. ฟันซี่ 46 ที่มีหลุมร่องฟันลึก b. การทาสารยึดติดหลังการใช้กรดกัดผิวฟัน c. การเคลือบหลุมร่องฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้*

Preventive Resin Restoration (PRR)

Qin M และ Liu H ในปี 2005 ได้ทำการศึกษาโดยใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ในการทำ PRR โดยการอุดรอยโรคขนาดเล็กและเคลือบหลุมร่องฟันไปในเวลาเดียวกัน จากการศึกษาในผู้ป่วยจริงและติด ตามผลเป็นระยะเวลา 2 ปี โดยดูอัตราการยึดติดของวัสดุบูรณะและการเกิดฟันผุซ้ำหลังการรักษา พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการบูรณะด้วยวิธีปรกติ (อุดด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไปและปิดหลุมร่องฟันด้วยสารเคลือบหลุมร่องฟัน)[14]

การรองพื้นโพรงฟัน

การรองพื้นโพรงฟันมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันอุณหภูมิลงสู่โพรงประสาทฟัน เพิ่มความแข็งแรงของของเนื้อฟันที่บางเหนือบริเวณโพรงประสาทฟัน ลดความหนาของวัสดุบูรณะหรือกระตุ้นให้เกิดเนื้อฟันซ่อมแซม (repa-



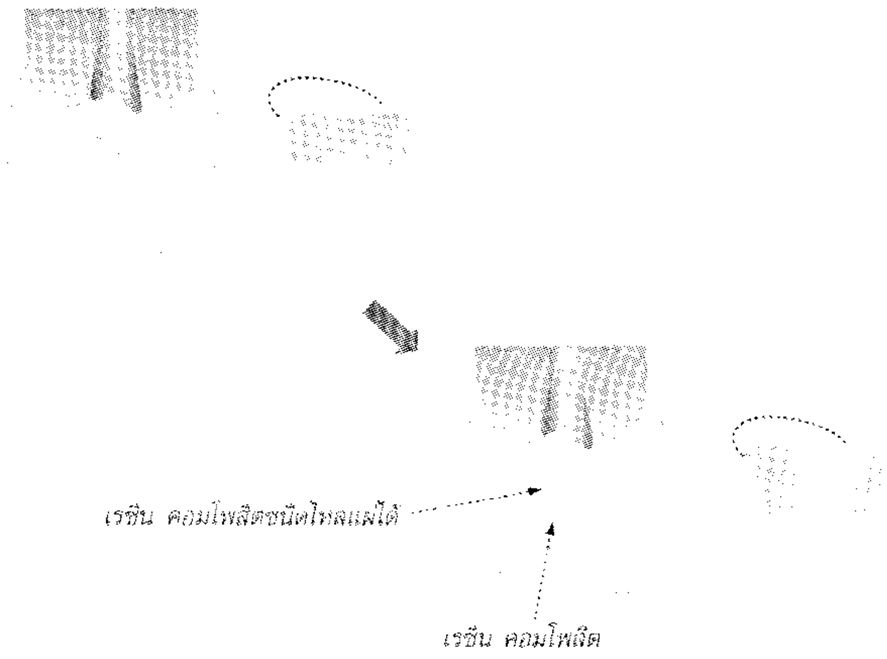
ภาพที่ 10 *แสดงการทำ PRR ด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิต-ชนิดไหลแผ่ได้ a. ฟันซี่ 36 หลังการกรอรอยผุขนาดเล็กออก b. การทาสารยึดติดหลังการใช้กรดกัดผิวฟัน c. การบูรณะรอยโรคและเคลือบหลุมร่องฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้*

rative dentin) มีการศึกษาของ Christensen GJ เมื่อปี 2006 ได้พยายามทดสอบวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้หลายชนิดเพื่อนำมาเป็นวัสดุรองพื้นโพรงฟัน โดยศึกษาคุณสมบัติหลายๆ ด้านเช่น ความทึบรังสี เวลาในการบ่มตัว ความสะดวกในการใช้งาน การปลดปล่อยฟลูออไรด์ อัตราการไหลแผ่รวมถึงราคาของวัสดุ จากการทดสอบโดยพิจารณาปัจจัยหลายอย่างข้างต้น พบว่ามีความแตกต่างในวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้แต่ละชนิด ดังนั้นหากปัจจุบันมีการใช้เรซินโมดิฟลาย กลาส ไอโอโนเมอร์ ซีเมนต์เป็นวัสดุรองพื้นโพรงฟันอยู่แล้วก็ไม่มีเหตุผลใดที่จะเปลี่ยนมาใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ในการเป็นวัสดุรองพื้นโพรงฟันเพราะมีคุณสมบัติสำคัญที่ด้อยกว่าอย่างชัดเจนเช่นการปลดปล่อยฟลูออไรด์ การยึดติดกับเนื้อฟันได้โดยตรง[15]

แต่ถ้าใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้รองพื้นโพรงฟันก่อนบูรณะด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไปหรือวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดกดอัดได้ เพื่อหวังผลให้เกิดความแนบสนิทของวัสดุบูรณะกับผนังของโพรงฟัน พบว่าสามารถนำมาใช้ได้เนื่องจาก Estafan D และคณะ ในปี 2000 ได้ทำการศึกษาพบว่าการใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้รองพื้นโพรงฟันก่อนบูรณะด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าการรองพื้นก่อนบูรณะทำให้เกิดความแนบสนิทที่มากกว่าและพบฟองอากาศที่น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ[16] และในโพรงฟันที่มีขอบเป็นเคลือบฟันที่ไม่มีเนื้อฟันรองรับ (undermine enamel) Haak R และคณะ ในปี 2003 ได้ทำการศึกษาทดลองโดยการรองพื้นและผนังของโพรงฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ก่อนบูรณะด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดปรกติเปรียบเทียบกับการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดปรกติอย่างเดียว พบว่าความแนบสนิทของโพรงฟันกับวัสดุบูรณะไม่มีความแตกต่างกัน แต่การรองพื้นและผนังของโพรงฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้สามารถลดการแตกหักของเคลือบฟันบริเวณขอบของโพรงฟันได้อย่างมีนัยสำคัญ[17] แต่การศึกษาของ Miguez PA และคณะ ในปี 2004 พบว่าความแนบสนิทของวัสดุบูรณะกับผนังของโพรงฟัน ไม่ขึ้นอยู่กับการมีหรือไม่มีวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้รองพื้นโพรงฟัน แต่ขึ้นอยู่กับเทคนิคการอุด โดยการอุดเป็นชั้นๆ (incremantal technique) ช่วยทำให้เกิดความแนบสนิทมากกว่าการอุดเป็นก้อน (bulk) เพราะถึงแม้ว่าจะมีการ รองพื้นโพรงฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้แต่การอุดวัสดุเป็นก้อนใหญ่ๆ ก็จะเกิดการแยกชั้นระหว่างวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้กับวัสดุเรซิน คอมโพสิตที่ใช้บูรณะด้านบนอยู่ดี[18]

การบูรณะรอยโรคแบบแควิตีคลาสวัน

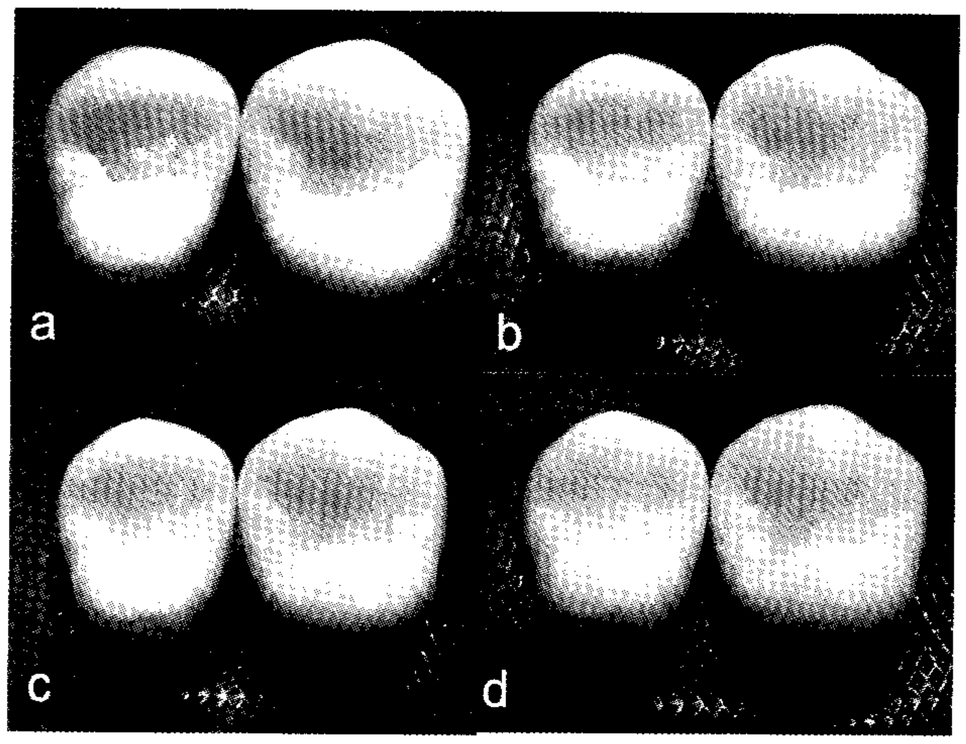
นอกจากจะมีการใช้เรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้เป็นวัสดุรองพื้นโพรงฟันยังมีการนำมาใช้เป็นวัสดุบูรณะจริง โดย Gallo JR และคณะ ในปี 2006 ทำการรักษา



ภาพที่ 11 *ภาพจำลองแสดงการรองพื้นโพรงฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้*[1]

รอยโรคแคว้ตีคลาสวันในผู้ป่วยจริงและติดตามผลการรักษาเป็นระยะเวลา 1 ปี ได้ทำการตรวจการคงอยู่ของวัสดุ สีของวัสดุ ความแนบสนิทของขอบ การติดสีตามขอบ การเกิดฟันผุซ้ำและความเรียบมันของวัสดุ พบว่าวัสดุเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้สามารถใช้เป็นวัสดุบูรณะรอยโรคแคว้ตีคลาสวันขนาดเล็กและขนาดกลางได้[19] สอดคล้องกับการศึกษา Prabhakar AR และคณะ ในปี 2003 ที่ทำการทดลองบูรณะรอยโรคแคว้ตีคลาสในฟันน้ำนมโดยทดสอบการรั่วซึมตามขอบของวัสดุบูรณะในวัสดุ 3 ชนิดได้แก่วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ เรซิน โมดิฟลายด์ กลาส ไอโอโนเมอร์ชนิดฉีดและคอมโพเมอร์ พบว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ให้ความแนบสนิทมากกว่าและเกิดการรั่วซึมตามขอบน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับวัสดุบูรณะอีก 2 ชนิด[20] ดูจากการศึกษาต่างๆ ข้างต้น เราสามารถนำวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้มาใช้ในการบูรณะรอยโรคบริเวณด้านบดเคี้ยวได้เนื่องจากใช้งานได้ง่ายเกิดความแนบสนิทที่ดี แต่มีข้อจำกัดใช้ได้ในรอยโรคขนาดเล็กและบริเวณที่ไม่ต้องรับแรงมาก เนื่องจากมีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงที่น้อยกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดปรกติ

การบูรณะแคว้ตีคลาสทูด้วยเทคนิคโอเพ่นแซนวิช (การรองพื้นโพรงฟันบริเวณขอบด้านเหงือกด้วยวัสดุชนิดหนึ่งเพื่อให้เหมาะสมสำหรับรองรับวัสดุบูรณะด้านบน) คุณสมบัติการไหลแผ่ที่ดีของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ทำให้เกิดความคาดหวังที่จะให้เกิดความแนบสนิทของวัสดุบูรณะกับบริเวณขอบด้านเหงือกของโพรงฟัน โดย Chuang SF และคณะ ในปี 2004 ทำการศึกษาทดลองบูรณะแคว้ตีคลาสทูด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดกดอัดได้ โดยเปรียบเทียบการอุดหลายวิธี พบว่าวิธีที่ใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้รองพื้นโพรงฟันเกิดการรั่วซึมตามขอบน้อยกว่าและเกิดฟองอากาศบริเวณขอบน้อยกว่าเมื่อเทียบกับไม่มีการรองพื้นด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้[21] สอดคล้องกับหลายการศึกษาของ Olmez A และคณะ ในปี 2004 Leevailoj C และคณะ ในปี 2001 Belli S และคณะ ในปี 2001 พบว่าการรองพื้นโพรงฟันชนิดแคว้ตีคลาสทูด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ทำให้เกิดความแนบสนิทและลดการรั่วซึมตามขอบของโพรงฟันได้ดีกว่า[22,23,24] และลดการเกิดฟองอากาศบริเวณรอยต่อของผนังโพรงฟันกับวัสดุบูรณะได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการอุดด้วยวิธีปรกติ[22] โดยเฉพาะในโพรงฟันที่ขอบด้านเหงือกเป็นเนื้อฟันพบว่าวัสดุบูรณะ



ภาพที่ 12 *แสดงการบูรณะแคว้ตีคลาสวันด้วยวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ในฟันกราม น้อยบนทั้ง 2 ซี่ a. รอยโรคแคว้ตีคลาสวันขนาดเล็ก b. การกรอแต่งโพรงฟันขนาดเล็ก c. การทาสารยึดติดหลังการใช้กรดกัดผิวฟัน d. การบูรณะรอยโรคแคว้ตีคลาสวันขนาดเล็กวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้*

เรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ ทำให้เกิดความแนบสนิทตามขอบได้ดีกว่าการอุดด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไปหรือวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดกดอัดได้อย่างเดียว[25,26] และการรองพื้นด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ยังทำให้ค่ากำลังดัดโค้งโดยรวมของวัสดุสูงขึ้นทำให้วัสดุมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ลดโอกาสการเปิดบริเวณขอบของวัสดุบูรณะและการรั่วซึมตามขอบของโพรงฟันได้อย่างมีนัยสำคัญ[27] แต่ในการศึกษาของ Neme AM และคณะ ในปี 2002, Jain P และ Belcher M ในปี 2000, Lindberg A และคณะ ในปี 2005 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของการรั่วซึมตามขอบระหว่างการมีกับไม่มีชั้นของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้รองพื้น[28,29,30] ในด้านของค่าแรงดึง (tensile strength) ของการบูรณะแควิตีคลาสทูโดยมีการรองและไม่รองพื้นโพรงฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ และบูรณะตามด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดปรกติด้วยวิธีการต่างๆ กันคือ อุดเป็นชั้นในแนวระนาบ อุดเป็นชั้นในแนวตั้ง อุดเป็นชั้นในแนวเฉียงและอุดเป็นก้อน แล้วนำมาทดสอบค่าแรงดึงระหว่างเนื้อฟันกับวัสดุบูรณะ พบว่าการรองพื้นและไม่รองพื้นให้ค่าแรงดึงที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนที่มีผลต่อค่าแรงดึงคือเทคนิคการอุดโดยการอุดเป็นก้อนจะให้ค่าแรงดึงน้อยที่สุด[31] ในด้านของการต้านทานการแตกหัก Özgü naltay G และ Görücü J ในปี 2005 ได้ทำการทดลองใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่รองพื้นโพรงฟันก่อนอุดด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดปรกติเปรียบเทียบกับการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดปรกติเพียงอย่างเดียว โดยให้แรงลงที่วัสดุจากทางด้านบดเคี้ยวเพื่อเลียนแบบแรงบดเคี้ยว พบว่าการมีวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้รองพื้นโพรงฟันกับการไม่มีวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่รองพื้นนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในด้านของการต้านทานการแตกหัก[32]

การศึกษาของ Payne J ในปี 1999 ได้ทำการรองพื้นโพรงฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้เปรียบเทียบกับการใช้วัสดุเรซิน โมดิฟลายด์ กลาส ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ พบว่าวัสดุเรซิน โมดิฟลายด์ กลาส ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์นั้นเกิดการรั่วซึมและติดสีภายในเนื้อของวัสดุเอง[33]

จากการศึกษาต่างๆ เรื่องการรองพื้นแควิตีคลาสทูด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ถ้าใช้อย่างถูกวิธีโดยการรองเป็นชั้นบางๆ การใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้รองพื้นจะเป็นประโยชน์อย่างมากในโพรงฟันที่เล็กและลึกยากต่อการกดอัดวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดปรกติลงในโพรงฟัน

ภาพที่ 13 *ภาพจำลองแสดงการรองพื้นโพรงฟันแควิตีคลาสทูด้วยเทคนิคโอเพ่นแซนวิช*[1]

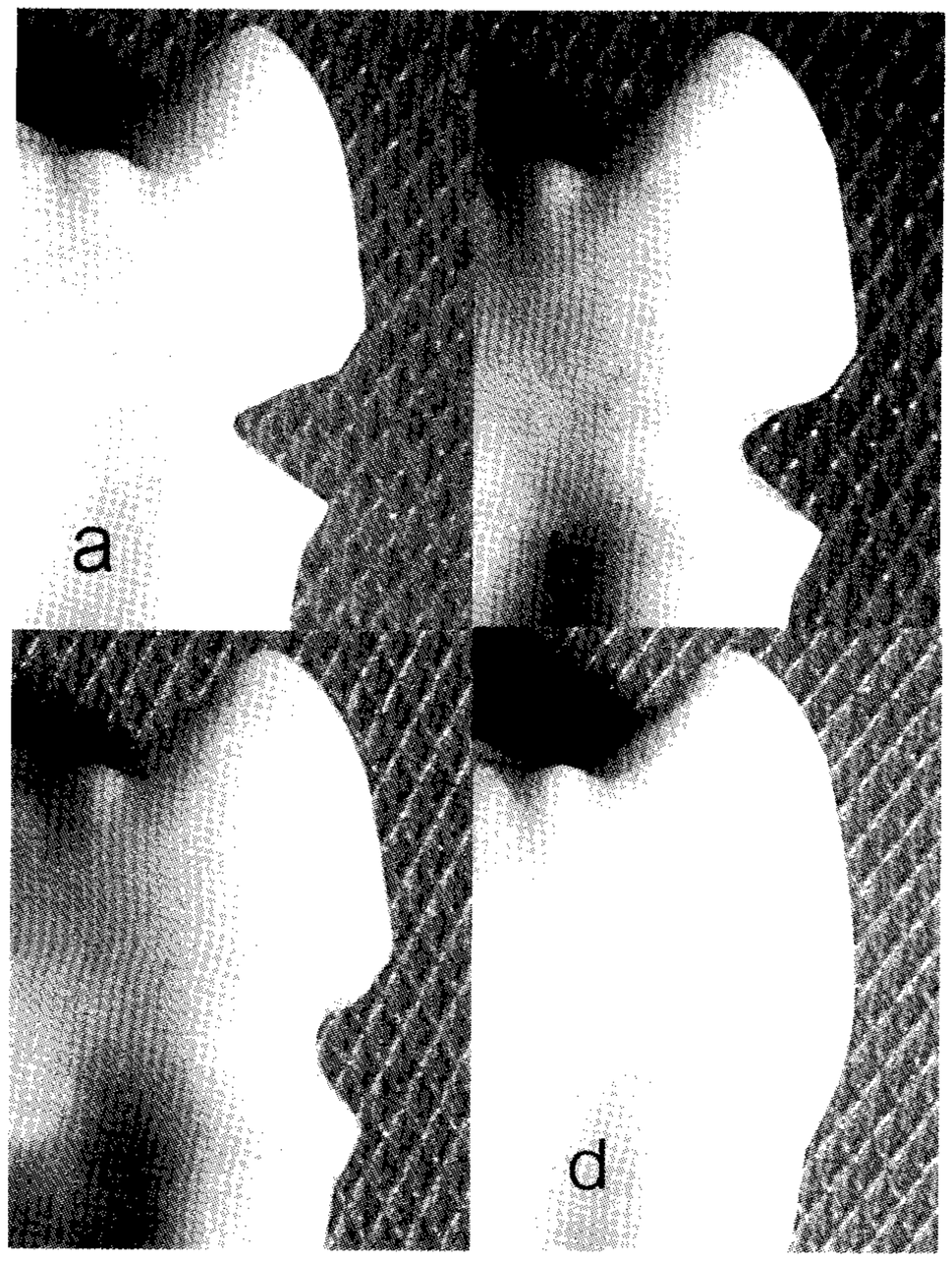
การบูรณะแควิตีคลาสไฟว์

Yazici AR และคณะ ในปี 2003 ศึกษาการใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ร่วมในการบูรณะคลาสไฟว์ โดยการรองพื้นด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้และอุดด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป พบว่าป้องกันการรั่วซึมตามขอบได้ดีกว่าการบูรณะด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้หรือวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไปเพียงอย่างเดียว[34] แต่ในการศึกษาของ Reis A และ Loguercio AD ในปี 2006 ได้ทำการใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ร่วมในการบูรณะคลาสไฟว์ โดยการรองพื้นด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้และอุดด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไปเช่นกันในผู้ป่วยจริงโดยตรวจดูการคงอยู่ของวัสดุ สีของวัสดุ รูปร่างของวัสดุขอบของวัสดุ การติดสีตามขอบของโพรงฟัน ใช้เวลาในการติดตามผลเป็นระยะเวลา 24 เดือน พบว่าการรองพื้นโพรงฟันด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ไม่ได้เพิ่มประสิทธิภาพทางคลินิก[35] สอดคล้องกับหลายการศึกษาเช่นของ Alessandro D และคณะ ในปี 2004, Estafan A และคณะ ในปี 2000 Sensi และคณะ ในปี 2004 ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการ

มีวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้รองพื้นหรือไม่รอง[36,37,38] Kubo S และคณะ ในปี 2004 ทำการทดลองโดยบูรณะด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้เพียงอย่างเดียวเปรียบเทียบกับใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดปรกติเพียงอย่างเดียวและทดสอบการรั่วซึมตามขอบภายใต้สภาวการณ์ต่างๆ กันคือ ทำการย้อมสีหลังบูรณะเสร็จ ทำการย้อมสีหลังจากทำ Thermocycling ทำการย้อมสีหลังจากให้แรง 10,000 รอบ พบว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้เกิดการรั่วซึมตามขอบที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากการหดตัวขณะเกิดปฏิกิริยาพอลีเมอร์ของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ที่มีมากกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดปรกติ[39]

จากการศึกษาต่างๆ พบว่าการใช้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ในการบูรณะแคว่ีตีคลาสไฟว์เป็นสิ่งที่สามารถทำได้ แต่ไม่ควรใช้ในปริมาณที่หนาเกินไปเพราะวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้เกิดการหดตัวที่มากกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป คุณสมบัติอีกประการที่วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้เหมาะสมในการใช้บูรณะแคว่ีตีคลาสไฟว์คือการมีค่าอีลาสติคโมดูลัสที่ต่ำ วัสดุจึงมีความยืดหยุ่นสูง สามารถทนต่อการโก่งตัวบริเวณคอฟัน ขณะมีแรงบดเคี้ยวมากระทำได้

สำหรับงานฟอกสีฟัน Llena C และคณะ ในปี 2006 ได้มีการนำวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิต ชนิดไหลแผ่ได้มาใช้เป็นวัสดุรองพื้นโพรงฟันเพื่อป้องกันการซึมผ่านของสารฟอกสีฟัน (Protective base) สำหรับงานฟอกสีฟันในฟันที่ไม่มีชีวิตเนื่องจากใช้งานได้ง่ายและเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำยาฟอกสีฟันควรทำการใช้กรดกัดผิวฟันและทาสารยึดติดร่วมด้วย[40]



ภาพที่ 14 *แสดงการรองพื้นโพรงฟันบริเวณด้านเหงือกด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ a. รอยโรคแคว่ีตีคลาสไฟว์ b. การทาสารยึดติดหลังการใช้กรดกัดผิวฟัน c. แสดงการรองพื้นโพรงฟันบริเวณด้านเหงือกด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ d. การบูรณะรอยโรคแคว่ีตีคลาสไฟว์ด้วยวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดปรกติ*

การขัดแต่ง

โดยองค์ประกอบแล้ววัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ควรขัดได้เรียบและมันกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไปและวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดกดอัดได้เพราะมีส่วนของวัสดุอัดแทรกน้อย แต่จากการศึกษาของ Üctassli MB และคณะ ในปี 2004 พบว่าพื้นผิวของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้กับวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดกดอัดได้ก่อนการขัดแต่งนั้น วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้มีความเรียบมันมากกว่า แต่ภายหลังการขัดแต่งไม่พบความแตกต่างของพื้นผิวในวัสดุบูรณะทั้ง 2 ชนิด[41]

เมื่อพิจารณาวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้จะพบข้อดีดังนี้

1. มีค่าอีลาสติคโมดูลัสต่ำทำให้เมื่อใช้รองพื้นโพรงฟันจะทำหน้าที่เป็นชั้นดูดซับแรงจากการหดตัวขณะเกิดปฏิกิริยาพอลีเมอร์ของวัสดุบูรณะด้านบนและแรงจากการบดเคี้ยว ในกรณีแคว่ีตีคลาสไฟว์สามารถโค้งงอได้ตามการโก่งของคอฟัน[36]

2. การไหลแผ่ที่ดีทำให้เกิดความแนบสนิทที่ดีกับผนังของโพรงฟัน[1]

และข้อเสียดังนี้[36,42]

1. มีคุณสมบัติเชิงกลที่ด้อยกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป

2. มีสีให้เลือกใช้น้อยกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป

3. ยากต่อการปั้นแต่งให้เป็นรูปร่าง

4. มีปริมาณเรซินมากกว่า ทำให้ดูดน้ำและติดสีมากกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป

5. เกิดการหดตัวขณะเกิดปฏิกิริยาพอลีเมอร์มากกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป

บทสรุป

ด้วยองค์ประกอบของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ที่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป เพื่อที่จะทำให้วัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้มีความข้นหนืดที่น้อยลง จึงทำให้คุณสมบัติที่ไม่พึงประสงค์ของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้มีมากกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป เช่นมีความแข็งแรงที่น้อยลง จึงควรใช้ในการบูรณะรอยโรคขนาดเล็กในบริเวณที่ไม่มีแรงบดเคี้ยวหรือใช้ในการรองพื้นโพรงฟันในส่วนของการเกิดการหดตัวขณะเกิดปฏิกิริยาพอลีเมอร์ที่มีมากกว่าวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดทั่วไป ดังนั้นข้อสำคัญจึงควรอุดเป็นชั้นบางๆ

แต่ทั้งนี้ในปัจจุบันวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้แต่ละบริษัท มีความแตกต่างกันทั้งชนิดของเรซิน อัตราการผสม ปริมาณและขนาดของวัสดุอัดแทรกทำให้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ผลการทดลองในแต่ละงานวิจัยจึงมีความหลากหลาย การใช้งานในช่องปากของผู้ป่วยจริงความข้นหนืดของตัววัสดุเป็นสิ่งสำคัญทันตแพทย์ควรเลือกทดสอบความข้นหนืดของวัสดุบูรณะเรซิน คอมโพสิตชนิดไหลแผ่ได้ที่จะนำมาใช้งานก่อนและเลือกชนิดที่ตนเองถนัด

เอกสารอ้างอิง

1. Leevailoj C, Chantaramungkorn M. *Posterior Tooth Colored Restorations*. 1st ed. Bangkok: Dental Idea Company Limited; 2006: 59,66-7,224,231-232.
2. Albers HF. *Tooth Colored Restorative*. 8th ed. Santa Rosa CA.: Alto Book; 1996: 1-7.
3. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr., Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *J Am Dent Assoc* 1998; 129: 567-577.
4. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of Class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res* 1990; 19: 211-216.
5. Attar N, Tam LE, McComb D. Flow, strength, stiffness and radiopacity of flowable resin composites. *J Can Dent Assoc* 2003; 69(8): 516-521.
6. Bonilla ED, Yashar M, Caputo AA. Fracture toughness of nine flowable resin composites. *J Prosthet Dent* 2003; 89(3): 261-267.
7. Clelland NL, Pagnotto MP, Kerby RE, Seghi RR. Relative wear of flowable and highly filled composite. *J Prosthet Dent* 2005; 93: 153-157.
8. Stavridakis MM, Dietschi D, Krejci I. Polymerization shrinkage of flowable resin-based restorative materials. *Oper Dent* 2005; 30(1): 118-128.
9. Braga RR, Hilton TJ, Ferracane JL. Contraction stress of flowable composite materials and their efficacy as stress-relieving layers. *J Am Dent Assoc* 2003; 134(6): 721-728.
10. Paedi V, Sinhoreti MAC, Pereira AC, Ambrosano GMB, Meneghim MDC. In vitro evaluation of microleakge of different materials used as pit-and-fissure sealants. *Br Dent J* 2006; 17(1): 49-52.

11. Francescut P, Lussi A. Performance of a conventional sealant and a flowable composite on minimally invasive prepared fissures. *Oper Dent* 2006; 31(5): 543-550.
12. Youssef MN, Youssef FA, Souza-Zaroni WC, Turbino ML, Vieira MMF. Effect of enamel preparation method on in vitro marginal microleakage of a flowable composite used as pit and fissure sealant. *Int J Ped Dent* 2006; 16: 342-347.
13. Frankenberger R, Lopes M, Perdigao J, Ambrose WW, Rosa BT. The use of flowable composites as filled adhesives. *Dent Mater* 2002; 18(3): 227-238.
14. Qin M, Liu H. Clinical evaluation of a flowable resin composite and flowable compomer for preventive resin restoration. *Oper Dent* 2005; 30(5): 580-587.
15. Christensen GJ. Flowable resins used as a base or liner. *CRA* 2006; 30(9): 1-3.
16. Estafan D, Estafan A, Leinfelder KF. Cavity wall adaptation of resin-based composites lined with flowable composites. *Am J Dent* 2000; 13(4): 192-194.
17. Haak R, Wicht MJ, Noack MJ. Marginal and internal adaptation of extended class I restorations lined with flowable composites. *Int J Clin Dent Science* 2003; 31(4): 231-239.
18. Miguez PA, Pereira PNR, Foxton PM, Walter R, Nunes MF, Swift EJ. Effects of flowable resin on bond strength and gap formation in class I restorations. *Official publication of the Academy of Dental Materials* 2004; 20(9): 839-845.
19. Gallo JR, Burgess JO, Ripps AH, Walker RS, Bell MJ, Turpin-Mair JS, Mercante DE, Davidson JM. Clinical evaluation of 2 flowable composites. *Quintessence Int* 2006; 37(3); 225-231.
20. Prabhakar AR, Madan M, Raju OS. The marginal seal of a flowable composite,an injectable resin modified glass ionomer and a compomer in primary molars-an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2003; 21(2): 45-48.
21. Chuang SF, Jin YT, Liu JK, Chang CH, Shieh DB. Influence of flowable composite lining thickness on Class II composite restorations. *Oper Dent* 2004; 29(3): 301-308.
22. Ölmez A, Oztas N, Bodur H. The effect of flowable resin composite on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *Oper Dent* 2004; 29(6): 713-719.
23. Leevailoj C, Cochran MA, Matis BA, Moore BK, Platt JA. Microleakage of posterior packable resin composite restorations with and without flowable liners. *Oper Dent* 2001; 26(3): 302-307.
24. Belli S, Inokoshi S, Ozer F, Pereira PN, Ogata M, Tagami J. The effect of additional enamel etching and a flowable composite to the interfacial integrity of Class II adhesive composite restorations. *Oper Dent* 2001; 26(1): 70-75.
25. Attar N, Turgut MD, Güngör HC. The effect of flowable resin composites as gingival increments on the microleakage of posterior resin composites. *Oper Dent* 2004; 29(2): 162-7.
26. Tredwin CJ, Stokes A, Moles DR. Influence of flowable liner and marginal location on microleakage of conventional and packable class II resin composites. *Oper Dent* 2005; 30(1): 32-38.
27. Göme· Y, Dörter C, Dabanoglu A, Koray F. Effect of resin-based material combination on the compressive and the flexural strength. *J Oral Rehabil* 2005; 32(2): 122-127.

28. Neme AM, Maxson BB, Pink FE, Aksu MN. Microleakage of ClassII packable resin composites lined with flowables: an in vitro study. *Oper Dent* 2002; 27(6): 600-605.
29. Jain P, Belcher M. Microleakage of Class II resin-based composite restorations with flowable composite in proximal box. *Am J Dent* 2000; 13(5): 235-238.
30. Lindberg A, Dijken JWV, Horstedt P. "In vivo interfacial adaptation of class II resin composite restorations with and without a flowable resin composite liner"[online] Available http://www.springerlink.com/media/8dfq3gqglj3tn8xvnnr7/contributions/h/3/1/2/h31214r3r624460k_html/fulltext.html (7 April 2005)
31. Reis AF, Giannini M, Maria G, Ambrosano B, Chan DCN. The effect of filling techniques and a low-viscosity composite liner on bond strength to class II cavities. *J Dent* 2003; 31: 59-66.
32. Özgünaltay G, Görücü J. Fracture resistance of class II packable composite restorations with and without flowable liners. *J Oral Rehabil* 2005; 32(2): 111-115.
33. Payne JH. The marginal seal of classII restorations: flowable composite resin compared to injectable glass ionomer. *J Clin Pediatr Dent* 1999; 23(2): 123-130.
34. Yazici AR, Baseren M, Dayangac B. The effect of flowable resin composite on microleakage in class V cavities. *Oper Dent* 2003; 28(1): 42-46.
35. Reis A, Loguercio AD. A 24-month follow-up of flowable resin composite as an intermediate layer in non-carious cervical lesions. *Oper Dent* 2006; 31(5): 523-529.
36. Loguercio AD, Zago C, Leal K, Ribeiro NR, Reis A. "One-year clinical evaluation of flowable resin liner associated with a microhybrid resin in noncarious cervical lesions" [online] Available http://www.springerlink.com/media/1exdm0qwmr0qvw6rkp6j/contributions/t/n/c/q/tncqkvedpb18rmkf_html/fulltext.html (10 November 2004)
37. Estafan A, Estafan D. Microleakage study of flowable composite resin systems. *Compend contin Educ Dent* 2000; 21(9): 705-712.
38. Sensi LG, Marson FC, Monteiro S Jr, Baratieri LN, Caldeira de Andrada MA. Flowable composites as "filled adhesives:" a microleakage study. *J Contemp Dent Pract* 2004;5 (4): 32-31.
39. Kubo S, Yokota H, Yokota H, Hayashi Y. Microleakage of cervical cavities restored with flowable composites. *Am J Dent* 2004; 17(1): 33-37.
40. Llena C, Amengual J, Forner L. Sealing capacity of aphotochromatic flowable composites as a protective base in nonvital dental bleaching. *Int Endod J* 2006; 39(3); 185-189.
41. Ü·tassli MB, Bala O, Güllü A. Surface roughness of flowable and packable composites resin materials after finishing with abrasive discs. *J Oral Rehabil* 2004; 31(12): 1197-1202.
42. Ziskind D, Adell I, Teperovich E, Peretz B. The effect of an intermediate layer of flowable composite resin on microleakage in packable composite restorations. *Int J Ped Dent* 2005; 15(5): 349-354.

ขอสำเนาบทความที่:

อ. ทพ. ทวีศักดิ์ ประสานสุทธิพร ภาควิชาทันตกรรมบูรณะ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50202

Reprint request:

Dr. Taweesak Prasansuttiporn, Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50202